

***Integrando Ciência e Tecnologia para promover
avanços na cadeia produtiva de erva-mate***

ANAIS



Patrocínio:



GOVERNO DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO SUL



Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 16 a 18 de maio de 2017.

C749a VII Congresso Sul-Americano da Erva-mate (7. : 2017 : Erechim, RS)
Anais [recurso eletrônico] : / VII Congresso Sul-Americano da erva-mate;
III Simpósio Internacional de Erva-Mate; I Feira de Tecnologia na Indústria
Ervateira. - Erechim, RS, 2017.

ISBN 978-85-7892-121-7

Modo de acesso:

<http://www.uricer.edu.br/site/informacao.php?menu_superior_adicional=18>
(acesso em: 30 março 2017).

Evento realizado na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das
Missões - Campus de Erechim.

Com Anais / III Simpósio Internacional de Erva-Mate – Anais / I Feira de
Tecnologia na Indústria Ervateira

Com a coordenação de Alice Teresa Valduga.

1. Erva-mate 2. Construção do conhecimento 3. Cultura da erva-mate
I. Título

C.D.U. : 633.77(063)

Catálogo na fonte: bibliotecária Sandra Milbrath CRB 1012/78

APRESENTAÇÃO

O produto comercial nomeado “mate”, “erva mate” ou “yerba mate” é utilizado na preparação de vários tipos de bebidas, como o “chimarrão”, “tererê”, bebidas refrescantes, chás entre outros. A cultura da erva mate tem passado ao longo dos anos de exploração extrativa para cultivos, gerando riquezas ao produtor rural e as indústrias processadoras, contribuindo para a economia regional e nacional. A pesquisa sobre a espécie tem ganhado espaço nas últimas duas décadas e, com ela o mundo passou a conhecer suas propriedades, o que pode aumentar o seu consumo. Sua popularidade está aumentando nos EUA, Canadá, Europa e em alguns países do Oriente Médio. O consumo da erva mate na forma de chimarrão é tradicional nos estados do sul do Brasil, entre outros países da América Latina, principalmente na Argentina, Uruguai e Paraguai.

Estes eventos são construídos coletivamente, com o apoio de representantes de inúmeras entidades como empresas privadas, universidades e algumas organizações governamentais. Dentre as principais atividades que serão desenvolvidas durante os eventos, destacam-se as palestras e mesas redondas integradas por profissionais e pesquisadores com renomada experiência na área. Seus principais objetivos consistem em proporcionar aos integrantes da cadeia produtiva de erva mate e pesquisadores dos países, e em especial do Mercosul, espaços de diálogo e trocas de experiências, divulgação de pesquisas, bem como identificar e analisar as tendências e perspectivas da produção científica sobre a temática.

Comissão Organizadora

COMISSÃO ORGANIZADORA E CIENTÍFICA

Dra. Adriana Brignardello - UNAM
Dr. Agenor Maccari Jr. - UFPR
Dra. Albanin Aparecida M. Pereira - URI
Eng. Alberto Sosa - INTA
Dr. Alexander Jungel - URI
Dra. Alice T. Valduga - URI
Dra. Beatriz Arguello - UNAM
Dra. Bruna Brehmer Boaventura - UFSC
Dra. Cecilia Lanari – CIDCA La Plata
Dra. Clarice Stefens - URI
Dra. Cristiane Helm - EMBRAPA
Dra. Edna Regina Amante - UFSC
Dra. Elisabete Maria Zanin - URI
Dra. Eunice Valduga - URI
Dra. Fernanda Dalmasso Camera - URI
Eng. Francisco Rodríguez Saenz - INTA
Dra. Griselda Patricia Scipioni - UNAM
Ms. Itamar Gonçalves - UFRGS
Dr. Ivar Wendling - EMBRAPA
Dr. Jorge Mazuchowski - EMATER
Dr. José Roberto Delalibera Finzer - UNIBE
Dr. Luis A. Brumovsky - UNAM
Dr. Luis Alves - UNOESTE
Dr. Luiz Ubiratan Hepp - URI
Dr. Marcelo Maraschin - UFSC
Dr. Miguel E. Schmalko - UNAM
Dr. Nelson Bracesco - UDeLaR
Dra. Nessana Dartora - UNOESTE
Dra. Neusa Gomes de Almeida Rücker - UFPR
Eng. Oscar Burtnik - INTA

Dr. Pedro Zapata - UNAM
Dr. Ramón Marcelo Mayol - INYM
Eng. Rodolfo Bongiovanni - INTA
Dr. Rodolfo Kanzig - UNAM
Dr. Rodrigo Fornel - URI
Dr. Rogério Cansian - URI
Dr. Roque Hours - UNLP
Dra. Rosa Sosa
Dra. Rosana Filip - UBA
Dra. Rossana Catie - EMBRAPA
Dra. Rozane Maria Restello - URI
Dra. Sandra Molina - INTA
Dra. Sergio Dante Prat Kricun - INYM
Dra. Silvane Souza Roman - URI
Dra. Sônia Beatriz - URI
Dra. Susana Gorzalczany - UBA
Dra. Susana Llesuy - UBA
Dra. Susete Penteado - EMBRAPA
Dra. Luciana Venquiaruto – URI
Dra. Grace Gosmann – UFRGS
Dr. Eduardo Cassel – PUC-RS

REALIZAÇÃO

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Erechim

APOIO

- Barão Erva-mate e Chás (Brasil)
- Centro Yerbatero Paraguayo (Paraguai)
- EMATER/RS (Brasil)
- Embrapa (Brasil)
- Epagri (Brasil)
- Erva-mate Ximango (Brasil)
- Instituto Brasileiro de Erva-mate (Brasil)
- MATE TEA from Brasil (Brasil)
- Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación (Argentina)
- Pontifícia Universidade Católica - Rio Grande do Sul (Brasil)
- Sindicato da Indústria do Mate no Estado do Rio Grande do Sul (Brasil)
- Sindicato da Indústria do Mate no Estado do Paraná (Brasil)
- SYSTEM - Softwares de Gestão (Brasil)
- Tertúlia (Brasil)
- Touro University (Estados Unidos)
- Universidad de Buenos Aires (Argentina)
- Universidad de la República (Uruguai)
- Universidade de Uberaba (Brasil)
- Universidade Estadual do Centro-Oeste (Brasil)
- Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil)
- Universidade Federal de Santa Maria (Brasil)
- Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil)
- Universidade Nacional de Misiones (Argentina)
- Universidade São Francisco (Brasil)

SUMÁRIO

Resumos.....	8
Conservação, Melhoramento Genético e Multiplicação.....	56
Cultivo e Extensão.....	137
Economia, Legislação e Aspectos Sociais.....	198
Fitoquímica.....	244
Industrialização e Novos Produtos.....	274
Qualidade de Produtos.....	328
Saúde e Meio Ambiente.....	418

Resumos

AMOSTRAGEM DE ERVA-MATE POR CLASSE DE DIÂMETRO EM MATA NATIVA E SUB-BOSQUE DE *PINUS*

Paulo A. Floss¹; Fabiana Bertoncini²; Cristiano N. Nesi³; Natalia A. de Resende⁴

¹Engenheiro Florestal/Pesquisador. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri/Cepaf), Chapecó-SC, Brasil. Email: pfloss@epagri.sc.gov.br

²Engenheira Agrônoma/Gestora Flona Chapecó. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Guatambu-SC, Brasil. Email: fabiana.bertoncini@icmbio.gov.br

³Engenheiro Agrônomo/Pesquisador. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri/Cepaf), Chapecó-SC, Brasil. Email: cristiano@epagri.sc.gov.br

⁴Graduanda/Engenharia ambiental. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Chapecó-SC, Brasil. Email: pesnatana@hotmail.com

Resumo: Estimar a produtividade é uma atividade de interesse em situações em que o rendimento precisa ser determinado antes da colheita. Assim, um levantamento por amostragem pode, rapidamente, informar sobre o potencial produtivo. Para tanto, não se realiza o estudo de todo o universo populacional, usualmente porque não é acessível ou viável, porém, principalmente, porque não é necessário quando se dispõe de uma amostra representativa para a realização de inferências. Este trabalho teve por objetivo estimar o potencial de produção por classe de diâmetro das plantas de erva-mate no sub-bosque de mata nativa e em talhões com pinus na Floresta Nacional de Chapecó (Guatambu/SC). A mata secundária (nativa) e os talhões com pinus possuíam idade superior a 50 anos quando foram coletados os dados. Os talhões com espécies exóticas (*Pinus elliottii* ou *Pinus taeda*), onde foram coletados os dados, apresentavam em torno de 400 árvores/ha. Pelo menos há 15 anos não eram feitas podas nas áreas avaliadas e para a maioria das erva-mates menores, foi a primeira poda conduzida nestas plantas. A poda das erva-mates foi realizada com a retirada total das folhas e ramos, sendo a pesagem (kg/planta) feita somente com a massa verde (folhas e ramos finos) aceita pelas indústrias ervateiras. Inicialmente foram definidas 4 classes de diâmetro (em cm) a serem avaliadas: (I) $3,0 \leq \varnothing \leq 4,9$; (II) $5 \leq \varnothing \leq 9,9$; (III) $10 \leq \varnothing \leq 14,9$; e (IV) $\varnothing \geq 15$, para ambos os tipos florestais amostrados. As plantas definidas para amostragem foram selecionadas aleatoriamente dentro dos talhões. Com base numa amostra piloto, utilizou-se a fórmula $n > (t_{\delta} \cdot s / e)^2$, em que 'n' é o tamanho mínimo da amostra, 't_δ' é o valor tabelado para o teste 't-bilateral' em função da confiança (δ), 's' é o desvio padrão da amostra e 'e' o erro amostral tolerável. Na mata nativa foram amostrados 25, 25, 26 e 18 plantas, respectivamente para as 4 classes de diâmetro; e 25, 33, 25 e 18 plantas no sub-bosque de *Pinus*, respectivamente. Assim, com 90% de confiança se obteve produção média (kg/planta) na mata nativa de: 1,77; 4,30; 9,62 e 19,10 e no sub-bosque de *Pinus*: 1,92; 5,62; 12,20 e 19,75 respectivamente, nas 4 classes de diâmetro avaliadas. Conclui-se que houve diferença significativa na produção de massa verde de erva-mate entre as classes de diâmetro na mata nativa e sub-bosque de *Pinus*.

Palavras-chaves: *Ilex paraguariensis*. Unidade de conservação. Produção.

AVANCES EN MULTIPLICACION VEGETATIVA DE YERBA MATE EN URUGUAY

Z. Bennadji¹; S. Mello²; M. Alfonso³

¹Investigador. Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal, INIA; Ruta 5, Km. 386, Tacuarembó, Uruguay. Email: zbennadji@tb.inia.org.uy

²Laboratorista Asistente. Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal, INIA; Ruta 5, Km. 386, Tacuarembó, Uruguay. Email: smello@tb.inia.org.uy

³Asistente de Investigación. Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal, INIA; Ruta 5, Km. 386, Tacuarembó, Uruguay. malfonso@tb.inia.org.uy

Resumen: Uruguay es uno de los países de mayor consumo de yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill.) a nivel mundial, con un abastecimiento asegurado por importaciones. Varios factores incidieron últimamente en un marcado interés para el estudio de las poblaciones autóctonas relictas de esta especie (aumento repentino del precio del producto, factibilidad de conformación de una cadena de producción nacional, problemática del manejo y conservación de recursos genéticos etc.). Este trabajo reporta resultados de ensayos de macropropagación por estacas de individuos adultos seleccionados por altura, dap, diámetro de copa y sanidad en una población natural del norte del país. Se realizaron tres colectas estacionales (primavera, verano y otoño) de ramas de brotación anual, en dos posiciones de la copa (partes baja y alta). En cada colecta, se confeccionaron estacas de un entrenudo, dos hojas laterales, yemas axilares bien conformadas y parte basal cortada en bisel, usando los dos tercios basales de las ramas colectadas, descartando su tercio apical. Previo desinfección con una solución de NaClO (2%), estas estacas se colocaron en arena esterilizada distribuida en tubetes de 400 cm³ de volumen, esterilizados con una solución de CuSO₄ (10%). Se establecieron dos tratamientos contrastantes: uno con aplicación directa en el corte basal de auxinas en polvo (AIB, Acido indolbutírico, a 98% de pureza, Sigma Chemical Co.) y un testigo sin aplicación de hormonas, con 4 repeticiones de 10 estacas cada una, dispuestas al azar sobre una mesada de un invernáculo con condiciones ambientales semi-controladas (θ promedio: 25°C, HR del aire: 90-100% , luz y fotoperíodo naturales y riego diurno por nebulización intermitente cada 15 min). La sobrevivencia se observó semanalmente y, a los 3 meses de instalación de cada ensayo, se procedió a la evaluación del enraizamiento, desenterrando las estacas. El porcentaje de sobrevivencia no presentó diferencia significativa por árbol y por posición en la copa pero si por estación de colecta. La estación tuvo también un efecto significativo sobre la tasa de enraizamiento de las estacas. El uso de hormona de crecimiento no tuvo efecto significativo sobre el enraizamiento. Los datos de sobrevivencia y de tasas de enraizamiento obtenidos permiten concluir que la macropropagación de yerba mate por estacas basales de ramas de brotación anual de árboles adultos es factible en condiciones ambientales semi-controladas, pudiendo programarse, por lo menos, dos colectas de material vegetativo escalonadas en el año. El efecto de las hormonas sobre el enraizamiento requiere mayores estudios para consolidar una propuesta fiable para la producción de pies madre para el establecimiento de jardines clonales, como etapa previa a una producción de estacas a escala comercial.

Palabras-clave: Macropropagación. Estacas. Tasa de enraizamiento. Yerba mate. Uruguay.

BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA E ÁREA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ERVA-MATE NO PLANALTO NORTE DE SANTA CATARINA

Gilcimar A. Vogt¹; Gilson J. M. Gallotti²

¹ Eng.-agr., Epagri – Estação Experimental de Canoinhas. Rodovia BR280 n. 1101, Canoinhas/SC, Brasil.
Email: gilcimar@epagri.sc.gov.br.

² Eng.-agr., Epagri – Estação Experimental de Canoinhas. Rodovia BR280 n. 1101, Canoinhas/SC, Brasil.
Email: gallotti@epagri.sc.gov.br.

Resumo: O Planalto Norte tem sua história ligada à atividade ervateira, tendo a exploração dos ervais nativos um dos elementos centrais na manutenção da notoriedade e reputação em produzir uma erva-mate diferenciada e de qualidade. O objetivo do trabalho foi implantar área para produção de sementes (APS) e banco ativo de germoplasma (BAG) no Planalto Norte Catarinense, visando a sustentabilidade e garantia da produção de erva-mate nativa, diferencial característico do produto regional. Em contato prévio informal com empresários do setor ervateiro foi realizada a identificação de matrizes com características preferenciais entre os meses de dezembro de 2012 e janeiro de 2013. Foram identificadas 50 matrizes (Campo Alegre (4), São Bento do Sul (2), Rio Negrinho (1), Mafra (6), Três Barras (2), Canoinhas (11), Major Vieira (2), Papanduva (7), Itaiópolis (1), Bela Vista do Toldo (11) e Irineópolis (3)). Foram coletados cerca de cinco quilos de frutos por planta por meio de poda com tesoura e podão sobre lona plástica, sendo separados dos ramos, ensacadas, identificadas e beneficiadas. Após secas, as sementes foram encaminhadas para viveirista credenciado para estratificação, preparo, repicagem e produção das mudas para posterior implantação do BAG e da APS. A APS e BAG foram implantados no Campo Experimental Salto Canoinhas, município de Papanduva-SC em área da Epagri/Estação Experimental de Canoinhas. As coordenadas geográficas são longitude 50°16'37" Oeste latitude 26°22'15" Sul e altitude de 810m. O clima da região é úmido com verões amenos do tipo Cfb segundo a classificação de Köppen e o solo do local é classificado como Latossolo Bruno Distrófico. O BAG foi implantado em área de caíva, com baixa densidade de árvores nativas, predominantemente *Mimosa scabrella*, e a APS a pleno-sol (seis blocos) e em área com sombreamento natural (dois blocos). Para a APS foi utilizado delineamento experimental de blocos casualizados, com oito repetições e 25 tratamentos e espaçamento no plantio de 3,00m x 2,00m, correspondendo a 1666 plantas/ha. Cada parcela foi constituída por oito plantas. O BAG também foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, com oito repetições e 36 tratamentos. O espaçamento utilizado no plantio foi de 3,00m x 2,00m, correspondendo a 1666 plantas/ha e cada parcela foi constituída por quatro plantas. O BAG foi composto de mudas de 36 matrizes e a APS foi composta de mudas oriundas de 25 matrizes. Mesmo com formação da APS com mudas oriundas de 25 matrizes e BAG com 36 matrizes, aquém das 50 matrizes inicialmente identificadas, o objetivo do projeto foi alcançado, tendo em vista que reuniu genótipos nativos com grande variabilidade. No BAG será realizada a caracterização morfológica e na APS será realizada a seleção de plantas com características preferenciais pelos industriais, promovida por meio da realização de dias de campo. Entre os resultados esperados na continuidade deste projeto será o de relacionar a conservação de variabilidade genética regional e utilização futura de acessos preferenciais para pesquisa, seleção, melhoramento genético e produção de sementes de erva-mate de material genético regional.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*; Mudas florestais; BAG; APS.

EFEECTO DE LA PUTRESCINA Y EL IBA EN LA FORMACIÓN DE RAÍCES ADVENTICIAS EN ESTACAS DE YERBA MATE

Sandra P. Molina¹; Germán A. Sapa²; Roque Gallardo³; Anita Radovancich⁴; Mariana Mathot⁵; Ramón M. Mayol¹⁶

Yerba Mate y Té - INTA (molina.sandra@inta.gob.ar).

Resumen: Debido al bajo porcentaje de germinación de la semilla de yerba mate y el tiempo que insume hasta obtener una planta lista para llevar a campo, se buscan métodos alternativos para la producción de plantas. Diferentes reguladores de crecimiento, principalmente auxinas, se han evaluado para mejorar el enraizamiento de estacas. Actualmente existen poliaminas que se utilizan como reguladores del crecimiento puesto que inducen una activa división celular, favoreciendo el desarrollo de brotes y raíces. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la putrescina sola y en combinación con una auxina (IBA) sobre la formación de raíces, en estacas de yerba mate. El ensayo se llevó a cabo en el invernáculo de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (USAL, Virasoro), en mayo de 2016. Los diez tratamientos evaluados resultaron de la combinación de 4 dosis de putrescina (150, 300, 600 y 1200 mg L⁻¹) y una única dosis de IBA (8000 mg L⁻¹), utilizando agua como control absoluto. A los 5 meses de realizado el estaqueo, se evaluaron las siguientes variables sobre las estacas: supervivencia (%), enraizamiento (%), número de raíces, longitud de la raíz más larga (cm), número de brotes, longitud de brotes (cm) y materia seca de parte aérea y radicular (%). Los datos se analizaron mediante el análisis de la variancia (ANOVA) y las comparaciones de las medias fueron hechas usando el test de Tukey. De todas las variables analizadas, sólo en el número y longitud de raíces se registraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. El IBA, sólo o combinado con putrescina, registró los mejores resultados. Un efecto similar se observó en los mismos tratamientos sobre la longitud del brote. Así mismo, se encontró una relación directamente proporcional entre la dosis de putrescina, tanto sola como combinada con IBA, y el crecimiento de la parte aérea y radicular. La putrescina parece actuar potenciando el efecto de la auxina ya que, cuando se aplicó sola, no mejoró ninguna de las variables evaluadas, en las dosis aplicadas.

Palavras-chaves: *Ilex paraguariensis*. Propagación vegetativa. Poliaminas. Auxinas.

ESTRUCTURA GENÓMICA DEL CLOROPLASTO DE *ILEX* *PARAGUARIENSIS* A.St.-Hil.

Denisse M. Sánchez¹, Ezequiel Sosa², Adrián Turjanski³ & Dardo A. Marti⁴

¹ Becaria Doctoral, Consejo Nacional de Investigaciones, Científicas y Técnicas (CONICET) – Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT), sanchez_denisse@hotmail.com

² CPA CONICET Plataforma Bioinformática Argentina (BIA), UBA,
info@biargentina.com.ar

³ Investigador Independiente CONICET, BIA UBA, adrian@qi.fcen.uba.ar

⁴ Investigador Independiente CONICET, Instituto de Biología Subtropical. Laboratorio de Genética Evolutiva, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. CP: 3300. darmarti@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: Las diferencias estructurales en los genomas del cloroplasto han demostrado ser poderosos caracteres para comprender las relaciones entre las plantas terrestres debido a los aparentes bajos niveles de homoplasia. El genoma del cloroplasto presenta una estructura, orden y contenido de genes notablemente consistente entre una amplia gama de miembros del reino vegetal. Los genomas de los cloroplastos del género *Ilex* tienen una estructura bicíclica típica con un arreglo conservado y una divergencia moderada. La longitud total es de aproximadamente de 157.741 pb y hay una región de una sola copia grande (LSC) con 87.109 pb, una copia única pequeña con 18.436 pb y un par de regiones repetidas invertidas (IR) con 52.196 pb. En estudios anteriores basados en el transcriptoma de *Ilex paraguariensis* y con la premisa de que los cloroplastos se transcriben activamente en las plantas, correlacionamos los transcritos de *Ilex paraguariensis* con el cloroplasto de *Lactuca sativa* y logramos predecir que el cloroplasto ensamblado de *I. paraguariensis* tendría 152.872 pb de largo, constituido por 51,6% de secuencias codificantes, representando 83 genes codificantes de proteínas, 37 genes de ARNt y 7 genes de ARNr. En el presente trabajo, a partir de datos obtenidos por NGS Illumina del genoma completo de *Ilex paraguariensis*, realizamos un ensamblado de referencia contra el cloroplasto de *Ilex szechwanensis*. Del mismo obtuvimos los siguientes genes cubiertos por los datos obtenidos por NGS: tRNA: 37, rRNA: 8, genes de proteínas: 95. Con respecto a las variantes de *Ilex paraguariensis* contra el genoma de cloroplasto de *Ilex szechwanensis* observamos un total de 630, de las cuales 340 corresponden a variantes intergénicas, y para las génicas 3 (rps16, ndhF, rps15) *Frameshift*, 122 *Missense*, 1 (psbI) *stop gained*, 93 *Sinonima*. Presentamos aquí, los resultados del genoma completo del cloroplasto de *Ilex paraguariensis*.

Palabras Clave: Cloroplasto, NGS, *Ilex paraguariensis*,

ISOLAMENTO GEOGRÁFICO E HIBRIDIZAÇÃO NO GÊNERO *ILEX*

Jonas Marcelo Meltzer, Joane H. Maggioni; Kelen H. Lencina; Ivar Wendling¹

¹ Graduando. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima 1000, Santa Maria-RS, Brasil. Email: jonasmeltzer@gmail.com.

Resumo: O objetivo deste estudo é compreender e explicar, por meio de pesquisa bibliográfica, os fenômenos de isolamento geográfico e hibridização em espécies do gênero *Ilex*. Uma população trata-se de um grupo de indivíduos de mesma espécie, que vivem na mesma área e que cruzam entre si, produzindo descendentes férteis. Diferentes populações de uma única espécie podem estar isoladas geograficamente e realizarem troca de material genético apenas em eventos raros, bem como exibir variação fitofisiogeográfica. Essas variações populacionais podem surgir por eventos ao acaso, como na deriva genética. Outro exemplo de variação geográfica ocorre como variação clinal, onde mudanças graduais acontecem em um caractere ao longo de um gradiente geográfico. Variações clinais são produzidas por mudanças graduais em variáveis ambientais, como o impacto da temperatura e o efeito do vento sobre alguns alelos. Clines provavelmente resultam de seleção natural, pois não existe outra razão que explique essa associação entre variável ambiental e frequência de alelos. O isolamento geográfico, ao gerar especiação em duas populações de uma mesma espécie, faz com que estas tornem-se tão distintas entre si que, por fim, são consideradas espécies diferentes. Esse fenômeno pode sofrer ainda um processo mais sofisticado de evolução, a hibridização. Eventos raros podem reconstituir o fluxo gênico entre populações diferentes de uma mesma espécie e, caso não haja barreiras reprodutivas, híbridos são formados e estabelecidos em zonas intermediárias de desenvolvimento. Casos de surgimento de novas populações devido ao isolamento geográfico podem ocorrer em espécies do gênero *Ilex*. Cerca de 99 espécies de *Ilex* são listadas pela IUCN (2016), duas espécies já se encontram extintas e 88 delas encontram-se em classificação de risco possuindo distribuições geográficas limitadas. Em *Ilex*, a hibridização e a introgressão foram fenômenos importantes na evolução e especiação das espécies do gênero. A hibridização e introgressão entre espécies de *Ilex*, de linhagens distantes relacionadas, indicam barreiras reprodutivas fracas dentro do gênero. Assim, visivelmente ocorre hibridização natural entre espécies de *Ilex*, bem como a formação de variedades, quando estas são submetidas a extensas áreas geográficas com acentuadas diferenças climáticas. Isso explica o fato de haver diferenças marcantes entre populações de *Ilex paraguariensis* ocorrentes na Argentina, Brasil e Paraguai. Estas informações são fundamentais para compreender processos que produziram as variações biológicas, as consequências genético-evolutiva da redução do tamanho populacional e o planejamento de projetos de melhoramento genético para a espécie.

Palavras-chaves: Hibridização. *Ilex*. Isolamento geográfico. Variação clinal.

PRODUTIVIDADE DE DUAS PROCEDÊNCIAS DE *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL. EM SISTEMA DE MINIJARDIM CLONAL

Hilda Hildebrand Soriani

Engenharia Florestal - UFSM - Federico Westphalen (hildasoriani@gmail.com).

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), pertencente à família Aquifoliaceae, é uma espécie de grande importância social, cultural, ambiental e econômica no Brasil, Argentina e Paraguai. Devido às dificuldades em se ter produção de plantas seminais com características silviculturais e genéticas homogêneas e, comercialmente viáveis, técnicas de propagação vegetativa estão sendo estabelecidas e aprimoradas para se obter uma produção em alta escala e com menor intervalo de tempo. O presente estudo teve como objetivo analisar a produtividade de *Ilex paraguariensis* de dois materiais seminais de diferentes procedências, quanto à formação de brotos e produção de miniestacas em sistema de minijardim clonal. Assim, foram plantadas 20 mudas de Cambona IV procedente do município de Machadinho/RS e outras 20 mudas nativas procedentes do município de Chapada/RS, denominando-as de tratamento 1 (T1) e tratamento 2 (T2), respectivamente. As mudas com aproximadamente 12 meses de idade e com altura média de 20,6 cm foram plantadas em tanques suspensos de minijardim clonal com espaçamento de 30x30 cm. Os tanques constituídos de fibra de vidro (dimensão de 5 m de comprimento, 0,7 m de largura e 0,5 m de profundidade) foram preenchidos com seixo rolado, 10 cm de brita de construção e uma camada de 25 cm de areia média, alocados dentro da casa de vegetação revestida de polipropileno transparente e sob tela de sombreamento de cor preta. Após 60 dias do plantio das mudas no minijardim clonal realizou-se a primeira poda para a conformação das minicepas, deixando-se apenas o ramo principal das plantas com 10 cm de altura a partir do colo. Após 60 dias da primeira poda, fez-se então a primeira avaliação, considerando-se o comprimento dos brotos (cm), o número de brotos (maiores que 1 cm) e o número de miniestacas produzidas (com 6 cm de comprimento). Após cada avaliação realizava-se a poda de todas as minicepas para induzir a produção de novos brotos para a avaliação seguinte, sendo realizadas ao todo três avaliações a cada 60 dias, ao final dos meses de junho, agosto e outubro. O ganho em produtividade de cada procedência foi calculado em porcentagem, definido pelo número de miniestacas produzidas por m². Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($P \leq 0,05$) no programa ASSISTAT. Observou-se diferença significativa entre os tratamentos apenas para a variável número de brotos, com T1 (Cambona IV) apresentando um incremento de 96,4% em relação ao T2 (nativa), já o comprimento dos brotos e o número de miniestacas por minicepa foram em média 5,7 cm e 2,47, respectivamente. O número de miniestacas variou entre os períodos de coleta, com maior produção entre os meses de setembro a outubro, com T1 apresentando valores superiores a T2. Constatou-se um ganho em produtividade (miniestacas de 6 cm) no T1, de 17,6% sobre T2, tornando-se perceptível a seleção de árvores matrizes superiores da procedência de Machadinho, denominada de Cambona IV.

Palavras-chaves: Erva-mate. Cambona iv. Nativa. Miniestaca.

CARACTERIZACIÓN DE AISLAMIENTOS DE *Trichoderma* sp., ENDÓFITOS DE YERBA MATE, COMO POTENCIALES PROMOTORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL

Ana C. López¹, Ernesto M. Giorgio¹, Adriana E. Alvarenga¹, María F. Luna², Laura L. Villalba¹

¹Laboratorio de Biotecnología Molecular, Instituto de Biotecnología Misiones, Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, UNaM. Posadas, Misiones, Argentina. Email: anaclara_lopez@yahoo.com.ar

²Centro de Investigaciones y de Fermentaciones Industriales, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP. La Plata, Bs As, Argentina. Email: mafla@gmail.com

Resumo: El cultivo de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) es una principal e importante actividad agroeconómica de la provincia de Misiones, Argentina. El área cultivada en el año 2016 fue de 165.200 hectáreas, obteniéndose una elevada producción. Sin embargo, es preocupante el incremento de yerbales degradados a causa de la longevidad de las plantas, el manejo destructivo del suelo, la cosecha inadecuada en tiempo y forma, y el uso indiscriminado de productos químicos. Se han realizado numerosos estudios para mejorar la calidad y fertilidad de los suelos con productos químicos, sin embargo, son escasos los reportes que analizan los componentes bióticos del suelo, principalmente las comunidades de microorganismos que podrían ejercer efectos benéficos sobre los cultivos. En nuestra región, poco se ha explorado los beneficios de los inoculantes microbianos sobre el crecimiento de las plantas de yerba mate y de las comunidades microbianas nativas asociadas a las mismas. La aplicación directa de aislamientos nativos de *Trichoderma* sp. sobre el sustrato constituiría una alternativa viable y sustentable para los suelos degradados y la mejora de los rindes de producción en los cultivos de yerba mate. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la capacidad promotora del crecimiento vegetal de 14 aislamientos de *Trichoderma* sp. endófitos de raíz de yerba mate. Se realizaron ensayos cualitativos para la determinación de sideróforos y solubilización de fosfatos. Para la determinación de sideróforos se utilizó el medio Chrome Azurol S (CAS), las placas se inocularon con un taco de micelio en desarrollo y los resultados se observaron luego de 7 días de incubación a 28°C, como control positivo se utilizó una cepa de *Pseudomona* sp. Para la solubilización de fosfatos, se utilizó un medio con carbonato de calcio como sustrato para la quelación de metabolitos, las placas se inocularon con micelio en desarrollo y se incubaron a 28°C durante 3 días. Asimismo, se realizó un ensayo cuantitativo de producción de auxinas, incubando los aislamientos durante 3 días a 28°C en medio líquido extracto de malta (12,7 g/L) suplementado con o sin la adición de 500 µg/mL de L-triptófano. La determinación de auxinas se realizó utilizando el reactivo de Salkowski y el ácido indol acético (AIA) como patrón. En base a los resultados obtenidos, el 60% de los aislamientos resultaron positivos respecto a la determinación de sideróforos, el 100% de los aislamientos fueron capaces de solubilizar fosfatos y producir AIA a valores entre 11 y 14 µg/mL, sin embargo el aislamiento LBM 198 presentó el nivel máximo (44 µg/mL) en medio suplementado con L-triptófano. Los 14 aislamientos perteneciente a la taxa *Trichoderma* sp. obtenidos y aislados de raíz de plantas de yerba mate, presentan buen potencial para promover el crecimiento vegetal, por tanto, constituyen una alternativa regional y sustentable como es el uso de bioinoculantes en plantaciones deterioradas de yerba mate. Como continuación del presente trabajo, se propondrán estudios *in vivo* para revalidar los ensayos *in vitro*.

Palabras claves: Yerba mate. *Trichoderma*. Promotores del crecimiento vegetal.

COLONIZATION DYNAMICS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI (AMF) IN *ILEX PARAGUARIENSIS* CROPS: SEASONALITY AND INFLUENCE OF MANAGEMENT PRACTICES

María S. Velázquez¹; Marta N. Cabello¹; Camila L. Abarca¹; Juan C. Fabisik².

1 Instituto Spegazzini, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, 53 N° 477, B1900 AVJ, La Plata, Bs. As., Argentina. E-mail: mariasvelazquez@yahoo.com.ar

2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Agencia de Extensión Rural Virasoro, Gdor. Ferre 2842, Gdor. Virasoro, Corrientes, Argentina.

Abstract: The yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) is a native herb species from subtropical regions of Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay. The implementation of a productive economy has affected the chemical, physical and biological properties of the soil, and thereby committed the sustainability of the system. The arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are symbiotically associated with 82% of the plant species including crops of economic importance and exert great influence in agroecological and ecosystemic processes. Currently, there is a growing interest for the use of these microorganisms as an alternative technology to agrochemicals. The aim of this work was to assess the influence of management practices and seasonality on the colonization dynamics of AMF in plants of yerba mate and their relationship with the concentrations of leaf nutrients. We selected five growing situations ranging from old systems to recent implementations with different agricultural managements (C28: Crop 28; C24: Crop 24; CU: Colonia Unión; CN: Carmelo Nuevo; L49: Loma 49); as reference data native trees (NAT) of yerba mate were analyzed. Root samples from dormant and actively growing plants were extracted during the years 2013 and 2014. In the laboratory, roots were clarified and stained. The percentage of root colonization was determined. The highest percentages of colonization were recorded in native trees (74 %) and the lowest under agricultural situations of medium to high intensity (C24=61%; CN=60%), C28=59%, L49=51%, and CU=48%). When analyzing the effect of seasonality on the total mycorrhizal colonization, significantly higher values were observed in winter than in summer. Organic matter, nitrogen and pH were the edaphic variables that showed significant correlation with the percentage of root colonization. Among the foliar nutrient concentrations, phosphorous was the only evaluated element that showed a significant correlation with the percentage of total mycorrhizal colonization. This work confirms the association of *I. paraguariensis* with AMF, showing that yerba mate is a host species under both crop and natural conditions. Our results demonstrated the need of developing a methodology that maximizes the benefits of symbiosis with these microorganisms that are naturally and evolutionary associated with yerba mate.

Palavras-chaves: Yerba mate. Glomeromycota. Colonization. Arbuscular. Mycorrhizal.

EFFECTO BIOFERTILIZANTE DE BACTERIAS ENDOFITAS ESPORULANTES AISLADAS DE YERBA MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.) EN VIVERO

Margarita E. Laczeski; Andrea L. Onetto; Fermín Gortari; Iliana J. Cortese; Gisela Y. Mallozzi; Esteban Schegg; Mónica M. Otegui; Pedro D. Zapata

Instituto de Biotecnología Misiones “dra. María Ebe Reca” (inbiomis). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. ruta 12 km 7,5. Posadas, Misiones, Argentina. cp 3304. Email: mlaczeski@gmail.com.

Resumen: La yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) es uno de los principales productos agroalimentarios de Sudamérica. Las características y condiciones aptas para su cultivo se encuentran en Brasil, Paraguay y Argentina, siendo este último el primer productor mundial, desarrollando la actividad en las provincias de Misiones y norte de Corrientes. El sistema agrícola de monocultivo adoptado para la yerba mate, sobre todo en Argentina y Paraguay, con inadecuadas prácticas de manejo de suelo, aceleró su erosión, compactación, baja del pH, progresiva pérdida de materia orgánica y nutrientes, provocando la disminución de productividad de los mismos. El uso de productos biológicos (biofertilizantes) que potencien el crecimiento juvenil, protejan de fitopatógenos y ayuden a la disponibilidad de nutrientes, es una alternativa a esta problemática que afecta a la actividad yerbatera, encaminándola hacia una agricultura sustentable. Desde el punto de vista ecológico, la utilización de microorganismos nativos, permite reducir la degradación del agroecosistema optimizando el rendimiento de los cultivos. Entre estos microorganismos con capacidad promotora de crecimiento (PGP) se encuentran bacterias del género *Bacillus*, que persisten en condiciones de acidez del suelo y altas temperaturas, que caracterizan las regiones de cultivo, favoreciendo su uso como biofertilizantes. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto biofertilizante de *Bacillus* spp aislados de yerba mate sobre plantines de la misma especie vegetal, en condiciones de producción comercial en vivero. Para ello, como modelo de estudio, se trabajó con 360 plantines de *I. paraguariensis* St. Hil. y 7 tratamientos determinados por 3 cepas bacterianas (y la combinación de estas), seleccionadas en base a su capacidad de promover el crecimiento vegetal in vitro. Se incluyeron dos controles; positivo (cepa comercial) y negativo (agua destilada estéril). Se registró la altura inicial de cada plántula y se inoculó con 5 ml repitiendo esta operación por única vez a los 7 días. Para el análisis estadístico se utilizó ANOVA y test de comparación de medias de diferencia mínima significativa. Luego de 6 semanas se midieron los siguientes parámetros: altura total, diámetro a la altura del cuello (DAC), peso seco, número de hojas, área foliar (AF) y clorofilas. Los resultados muestran que las plantas inoculadas presentaron mayor altura (13-43%) y mayor DAC (hasta 12% más) que las plantas control, como también una mayor acumulación de materia seca de la parte aérea, con diferencias estadísticamente significativas respecto a los controles. Además, las plantas inoculadas mostraron un mayor número de hojas (hasta 27% más), mayor AF (30-60%) y una mayor concentración de clorofilas (hasta 50% más) comparadas con el control y la cepa comercial. En todos los parámetros observados, las plantas inoculadas con la cepa comercial presentaron valores similares a las plantas sin inocular. Este mayor AF junto con una mayor concentración de clorofilas otorga a la planta una mayor capacidad fotosintética en comparación con las plantas no inoculadas y, en consecuencia, un mayor crecimiento. Se destaca el uso de cepas nativas y aisladas de la propia planta, como estrategia efectiva para la elección de cepas útiles como biofertilizante.

Palavras-chaves: Yerba mate. Crecimiento vegetal. Microorganismos nativos.

INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NAS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DA ERVA-MATE

Bruna L. Anzolin¹; Felipe A. De David²; Leandro Galon³; Altemir J. Mossi⁴; Alfredo Castamann⁵; Gismael F. Perin⁶

¹Acadêmica do curso de Agronomia. Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS Erechim. ERS 135, Km 72, nº 200, Erechim-RS, Brasil. Email: banzolin23@gmail.com

²Eng. Agrônomo. Pró-Campo Soluções Agrícolas LTDA. Rua Augusto Zago, nº 80, Severiano de Almeida RS, Brasil. Email: empresaprocampo@hotmail.com

³D. Sc. em Fitotecnia, Professor e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS Erechim. ERS 135, Km 72, nº 200, Erechim-RS, Brasil. Email: leandro.galon@uffs.edu.br

⁴Dr. em Ecologia e Recursos Naturais, Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS Erechim. ERS 135, Km 72, nº 200, Erechim-RS, Brasil. Email: altemir.mossi@uffs.edu.br

⁵Dr. em Agronomia, Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS Erechim. ERS 135, Km 72, nº 200, Erechim-RS, Brasil. Email: alfredo.castamann@uffs.edu.br

⁶Dr. em Engenharia Agrícola, Professor e Coordenador do Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, UFFS Erechim. ERS 135, Km 72, nº 200, Erechim-RS, Brasil. Email: gismael@uffs.edu.br

Resumo: A erva-mate é encontrada na América do Sul com 80% de ocorrência natural na região Sul do Brasil. Possui grande importância cultural, social e econômica, pois está diretamente relacionada à geração de renda e emprego, principalmente em pequenas propriedades rurais. Entretanto, são escassas as informações sobre os efeitos de plantas daninhas sobre a cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar a interferência de plantas daninhas nas características fisiológicas da erva-mate em estágio inicial de desenvolvimento. O experimento foi instalado em casa de vegetação na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Câmpus Erechim/RS. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 4 x 6, com quatro repetições. No fator A foram alocadas as populações das espécies de plantas daninhas (*Urochloa plantaginea*, *Bidens pilosa*, *Ipomoea indivisa* e *Conyza bonariensis*) competindo com a erva-mate, e B as populações de plantas daninhas (0, 1, 2, 3, 4 e 5 plantas por vaso). As variáveis avaliadas na erva-mate foram concentração de CO₂ sub-estomática (*C_i*), taxa fotossintética (*A*), CO₂ consumido (*ΔC*), condutância estomática de vapores de água (*G_s*), taxa de transpiração (*E*) e eficiência do uso da água (*EUA*). Houve um acréscimo da *C_i* da erva-mate quando em competição com uma planta de *Urochloa plantaginea* e *Ipomoea indivisa* em relação à testemunha ausente de plantas daninhas. Observou-se queda de 54,6% na *A* da erva-mate em competição com três plantas de *Bidens pilosa* e queda linear de aproximadamente 61,2% na presença de cinco plantas de *Ipomoea indivisa* por vaso. Ocorreu decréscimo de 76,48 e 57,4% no *ΔC* da erva-mate quando em competição com a máxima população de *Urochloa plantaginea*, *Ipomoea indivisa* e *Bidens pilosa* em relação à testemunha. Da mesma forma houve redução de 21% na *G_s* da cultura em competição com cinco plantas de *Ipomoea indivisa*. A *E* apresentou um decréscimo de 25% quando em competição com a maior população de *Ipomoea indivisa*. Observou-se um decréscimo de 48% na *EUA* quando comparada a testemunha com as populações de *Ipomoea indivisa*. A partir da análise fisiológica das espécies em competição pode-se inferir que o aumento da população interfere de maneira significativa no desenvolvimento inicial da erva-mate, prejudicando seu metabolismo. A competição com diferentes espécies de plantas daninhas no início do desenvolvimento da erva-mate pode comprometer todo o crescimento da cultura.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. *Ipomoea indivisa*. *Urochloa plantaginea*.

PLANTIO DE ERVA-MATE EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ALIADO A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL E GERAÇÃO DE RENDA

Leila Angela Tirelli Da Motta

Extensão Rural - Epagri (leilatiirelli@epagri.sc.gov.br).

Resumo: Através de um projeto executado pela Epagri com recursos do SC Rural, com início em 2015, várias propriedades de agricultores familiares de Ponte Serrada/SC tiveram a possibilidade de recuperar áreas de preservação permanente incluindo uma diversidade de árvores nativas e a erva-mate. A cultura da erva-mate, que esteve em decadência por vários anos, voltou a ser uma opção de renda com a melhoria dos preços e também porque a partir de 2012 quando o novo Código Florestal abriu a possibilidade de manejar espécies nativas, como erva-mate, em Áreas de Preservação Permanente nas propriedades da agricultura familiar, permitindo a colheita de frutos e folhas nessas áreas. O trabalho teve por objetivo a implantação de erva-mate e outras espécies florestais em áreas de APPs, visando o manejo e colheita da erva-mate para comercialização. Para executar o trabalho primeiramente foi feito o isolamento das áreas através de construção de cercas, plantio de espécies nativas diversificadas e adaptadas a região nos locais mais próximos ao leito dos rios, riachos e nascentes e nas faixas mais externas plantio de erva-mate. O plantio da erva-mate foi realizado em espaçamento aproximado de 3 x 2 m, sendo que as mudas foram protegidas com lâminas de pinus, visando acelerar o crescimento inicial e aumentar a sobrevivência. As demais espécies nativas utilizadas na recuperação da área foram implantadas sem a definição de espaçamento uniforme. Além de recuperar as áreas degradadas, a erva-mate garante uma renda adicional sem exigir muita mão de obra, nem excesso de tempo de dedicação, o que faz a diferença em propriedades onde a produção de leite, suínos e aves exige grande parte do tempo das famílias. A diversificação da propriedade e da renda é outra vantagem que a erva mate pode trazer, sendo que as famílias podem contar com uma poupança a cada dois anos com o manejo da cultura da erva-mate. O uso da erva-mate facilitou a sensibilização das famílias da importância da recuperação das APPs, por poderem usufruir da colheita da erva-mate no futuro.

Palavras-chaves: áreas de preservação permanente. Agricultura familiar. *Ilex paraguariensis*.

PRESENCIA DE CARINETA DIARDI (HEMIPTERA: CICADIDAE) EN LOTES DE YERBA MATE CONSOCIADO CON TOONA CILIATA

Diana Virginia Ohashi; Ramón M. Mayol¹; Sandra P. Molina¹; Maricel G. Bálsamo¹; Guillermo M. Arndt¹; Matías M. Skromeda¹; Hipólito Kuzdra¹; Germán Kimmich²,

¹ Investigador. Equipo Yerba Mate y Té. EEA Cerro Azul INTA. Ruta Nac. 14 km 836. Misiones. Email: ohashi.diana@inta.gob.ar. ² Extensionista Programa Cambio Rural, Resumen: Carineta diardi (Guérin-Ménéville, 1829) (Hemiptera: Cicadidae) fue detectada en tres lotes de yerba mate consociado con cedro australiano, visitados por pedido de sus dueños; Victor Tonn de Colonia Aurora (27°18'53.90"S, 54°28'43.00"O) en noviembre de 2014, Eduardo Gonzalez de Dos Arroyos (27°40'46.3"S, 55°17'9.1"O) a fines de agosto de 2015 y en noviembre de 2016 en la chacra de Leopoldo Gross (27°36'31.19"S, 55°16'25.29"O).

Resumen: Los productores realizaron consulta por daños en brotes quebrados de yerba mate y alta densidad de chicharras. Los mayores daños en brotes de yerba mate, se evidenciaron en lotes consociados con cedro australiano de más de 14 años. A campo se observaron parejas de *C. diardi* en cópula, hembras ovipositando en brotes de yerba mate y rebrotes de cedro australiano, como brotes quebrados colgados de ramas de ambas especies o caídos al suelo. En el suelo se detectaron los orificios de salida a nivel superficial bajo la hojarasca y debajo se identificaron estadios inmaduros, ninfas en distintos estados de desarrollo hasta unos 15-20 cm de profundidad. Las ninfas se reconocen por sus características patas anteriores adaptadas para cavar. Por otro lado, sobre troncos lindantes de yerba mate y cedro australiano, se encontraban las exuvias (mudas) adheridas, luego de la emergencia del adulto. Los brotes con daño, verdes y secos, colgados y caídos al suelo fueron llevados al laboratorio. Con lupa estereoscópica se observó la existencia de huevos alargados blanquecinos agrupados bajo las heridas detectadas en brotes. El macho y la hembra tienen el abdomen rojizo. La hembra se reconoce por poseer el aparato reproductor en forma de lanza, con extremo aserrado que utiliza para realizar la oviposición. Esta especie es fácilmente reconocida por su tamaño y coloración llamativa (cuerpo rojizo con manchas negras y verdes), aunque mayormente está relacionada a datos de biodiversidad. Esta sería la primera referencia de este tipo de daño en yerba mate en consociación con cedro australiano. Según los productores, la presencia de *C. diardi* fue aumentando paulatinamente año tras año, agravándose en lotes con mayores densidades de cedro australiano.

Palavras-chaves: *Carineta diardi*. *Ilex paraguariensis*. *Cedro australiano*. Daños brotes.

A CONSERVAÇÃO DA FLORESTA COM ARAUCÁRIA COMO ASPECTO DA PRODUÇÃO E GESTÃO AMBIENTAL DAS EMPRESAS ERVATEIRAS

Ricardo G. Luiz¹; Maclovía C. da Silva²

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Rua Antonio Gongola, 139, Curitiba-PR, Brasil. Email: ricardogomesluiz@gmail.com

² Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Av. Sete de Setembro, 3165, Curitiba-PR, Brasil. Email: macloviasilva@utfpr.edu.br

Resumo: Os processos produtivos das atividades econômicas têm dependência da existência de áreas naturais, em razão dos serviços ecossistêmicos disponibilizados pela natureza e seus processos ecológicos. Exemplos de serviços ecossistêmicos são os recursos hídricos, a regulação climática, a polinização, a ciclagem de nutrientes do solo, a provisão de alimentos e medicamentos e a oferta de recursos para a realização de pesquisas científicas. O desaparecimento de áreas naturais pode representar riscos operacionais para os negócios, como, por exemplo, a falta de matéria-prima. Para as empresas ervateiras, este quadro não é diferente e, para aquelas que contratam a produção de ervais nativos, é marcante a dependência que suas operações têm da existência dos ambientes naturais. Entre os ecossistemas onde ocorre a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) está o da Floresta com Araucária (Floresta Ombrófila Mista), a qual teve seus domínios bastante reduzidos, chegando a menos de 1% de áreas remanescentes em bom estado de conservação no Estado do Paraná – unidade da federação que abriga a maior porção original deste ecossistema. O incremento da extração da erva-mate nos anos recentes e as expectativas de ampliação de seu mercado consumidor acarretam em aumento da demanda pela espécie. Associa-se a este quadro a distinção que mercados fazem por dar preferência à planta cultivada sob as sombras das florestas. Por consequência, as relações entre o mercado, a erva-mate e a Floresta com Araucária merecem ser entendidas como um aspecto da gestão ambiental das empresas ervateiras. Os ambientes naturais enfrentam pressões para sua manutenção. A atenção das empresas precisa aumentar no sentido de contribuir para a conservação dos remanescentes florestais. Isso se daria, por exemplo, com o apoio aos produtores rurais na lida de práticas agrícolas favoráveis às florestas, à criação de reservas naturais e à atenção aos marcos regulatórios. Por outro lado, a parceria das empresas com a gestão pública deveria ser trabalhada para ter êxito em programas de proteção do patrimônio natural e cumprimento da legislação ambiental vigente. Conclui-se que, na relação erva-mate e Floresta com Araucária, o alcance de resultados ambientais e econômicos depende de boas práticas das empresas e das parcerias que colocam ações de gestão em prática com ganhos de imagem e reputação, acesso a mercados e investidores e bom relacionamento com governos e comunidades.

Palavras-chave: Empresas ervateiras. Serviços ecossistêmicos. Floresta com Araucária. Gestão ambiental.

EVALUACION DEL CONOCIMIENTO DE PROPIEDADES, CONSUMO Y USOS DE LA YERBA MATE EN ESTUDIANTES DE NIVEL SECUNDARIO DE POSADAS, MISIONES. ARGENTINA

Veronica Andrea Martinez

Ingeniería y Tecnología - Universidad de la cuenca del plata (andreaveronicamartinez@gmail.com).

Resumen: La yerba mate (*Ilex paraguayensis*) es un árbol originario de Sud América que crece en los países de Argentina, Brasil y Paraguay. Posee variadas propiedades estimulantes, antioxidantes, energizantes, diuréticas, laxantes, fuente de vitaminas y minerales; es consumida, principalmente como bebida estimulante y en la actualidad se desarrollan nuevos usos comestibles y no comestibles, como cremas, perfumes y suplementos dietarios. Se realizó un estudio descriptivo transversal a través del método de observación y encuesta a 119 alumnos de secundaria entre 13 y 18 años del Instituto Combate de Mbororé de Posadas, Misiones, junio 2015. Evaluar la frecuencia y modo de consumo de yerba mate (YM), tipos, productos a base de la misma que conocen, además de los beneficios nutricionales que le otorgan. Para evaluar la variación de las respuestas, se dividió en tres rangos de edades, 13-14 años, 15-16 años y 17- 18 años. En el estudio realizado el 98% de los encuestados refirió que en su hogar se consume yerba mate a diario. En cuanto al modo de consumo los alumnos del primer rango de edades consumen mate caliente, 100%, tereré 74%, mate cocido 57%. El segundo rango mate caliente 94%, tereré 84%, mate cocido 45%, el últimos rango tereré 91%, mate caliente 90% y 57% mate cocido. La YM tradicional (YMT) fue la elección mayoritaria de los alumnos de todas las edades seguidas por YM canchada (YMCH), 61% alumnos de 17-18 y 51% en los de 15-16 años, en cambio los encuestados entre 13-14 años después de YMT refirieron consumir YM en saquitos (YMQ) en un 38%. Para determinar cuáles son los productos a base de yerba mate que conocen los encuestados se les planteo como opciones: alimentos, materiales de construcción, cosméticos, medicamentos, y pinturas. Alumnos de 13-14 años indicaron conocer alimentos (55%) y medicamentos (34%); alumnos de 15-16 refirieron conocer alimentos (35%), cosméticos (29%) y medicamentos (24%), los alumnos del último rango refieren conocer 48% materiales de construcción, 13% medicamentos, alimentos 9%. Los beneficios nutricionales que atribuyen a la yerba mate los alumnos de 14-15 son estimulante (51%), energizante (49%) y fuente de vitaminas y minerales (43%), los de 15-16 años estimulante y energizante (27%), laxante (20%), fuente de vitaminas y minerales (12%), los alumnos del último rango de edad respondieron antioxidante (83%), laxante (35%), energizante (13%). Se concluye que el consumo diario de yerba mate supera el 90%. El tipo de YM más utilizada es la tradicional, sin embargo, se observa el aumento del consumo de la canchada en alumnos de mayor edad, consumidores de terere. La preferencia por el mate caliente es inversamente proporcional a la edad, a medida que aumenta la edad de los alumnos, la elección de la infusión prioritaria cambia a tereré. Sobre el conocimiento de los productos a base de yerba mate de los encuestados, se estima que se requiere mayor difusión de los usos de la planta.

Palavras-chaves: Yerba mate. Consumo de yerba mate. Formas comerciales de yerba mate. Propiedades nutricionales de yerba mate.

RENDIMENTO DIÁRIO POR TAREFEIRO NA PODA DE ERVA-MATE

Paulo A. Floss¹; Dorli M. Da Croce²; Cristiano N. Nesi³

1Engenheiro Florestal/Pesquisador. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri/Cepaf), Chapecó-SC, Brasil. Email: pfloss@epagri.sc.gov.br 2Engenheiro Florestal/Pesquisador aposentado. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri/Cepaf), Chapecó-SC, Brasil. Email: dacroce2015@gmail.com 3Engenheiro Agrônomo/Pesquisador. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri/Cepaf), Chapecó-SC, Brasil. Email: cristiano@epagri.sc.gov.br

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar o rendimento médio diário da atividade de colheita da erva-mate por funcionário (tarefeiro) das duas principais formas de produção de erva-mate: ervais cultivados e não cultivados. As informações poderão auxiliar as empresas em melhor estimar a capacidade de colheita de erva-mate de suas equipes, bem como remunerar de forma mais justa esta atividade, em função das particularidades de cada erval. Para auxiliar na amostragem, inicialmente foi solicitado às ervateiras da região os controles de corte dos seus colaboradores com registro da produtividade individual (kg/homem/dia) nos últimos meses. Com estes dados, considerados 'amostra piloto', calculou-se a média e o desvio padrão em função do tipo de erval (cultivado e não cultivado), determinando-se o número mínimo de colaboradores a serem avaliados, que foi definido em 41 indivíduos por sistema de produção (cultivado e não cultivado). Após o cálculo da média e do desvio padrão dos dados, determinou-se o número mínimo de tarefeiros para estimar a produtividade com 95% de confiança e erro amostral de 5%, utilizando-se a fórmula $n > (t\delta \cdot s/e)^2$, em que 'n' é o tamanho mínimo da amostra, 'tδ' é o valor tabelado para o teste 't-bilateral' em função da confiança (δ), 's' é o desvio padrão da amostra e 'e' o erro amostral tolerável. Foram amostrados tarefeiros de 11 principais ervateiras do Oeste e Meio Oeste de Santa Catarina. As ervateiras foram consideradas homogêneas com relação à produtividade dos seus colaboradores, realizando-se uma amostragem estratificada proporcional, com o número de indivíduos avaliados dado como uma proporção do número de colaboradores das indústrias. Por disponibilidade no momento das avaliações, foram avaliados 46 e 44 colaboradores nos sistemas não cultivado e cultivado, respectivamente. Com 95% de confiança, estimou-se que o rendimento médio amostrado tem um erro máximo de 6,36% e 4,05% para os ervais não cultivados e cultivados, respectivamente. O rendimento médio de poda de 734,5kg/homem/dia para os ervais cultivados foi significativamente maior em relação aos não cultivados, 535,8kg/homem/dia. Assim, a indústria ervateira ou a empresa especializada na poda de erva-mate, poderá estimar o potencial de colheita de suas equipes e remunerar de forma mais justa nos diferentes tipos de ervais onde realiza a colheita.

Palavras-chaves: *Ilex paraguariensis*. Amostragem. Colheita. Produtividade. Indústria.

ANÁLISE QUANTITATIVA DE CAFEÍNA EM AMOSTRAS DE *ILEX* *PARAGUARIENSIS* ST. HIL (PLANTA IN NATURA) NATIVAS E CULTIVADAS DO PARANÁ E SANTA CATARINA

Ana Flávia Nunes, Lualis Edi de David

Saúde - IFPR (ana.flavia.nunes@outlook.com).

Resumo: Erva mate é o produto composto exclusivamente pelas folhas de *Ilex paraguariensis* St. Hil., utilizada para o preparo de bebidas como chimarrão e tererê, que apresenta sua originalidade na América do Sul. Exibe em sua composição química vitaminas, aminoácidos, saponinas, taninos, flavonóides e, principalmente metilxantinas, sobressaindo-se a cafeína. A composição química a torna um alimento nutritivo, possui propriedades farmacológicas, estimulantes, antioxidantes, cicatrizante, digestiva e diurética. As condições ambientais são fatores que envolvem a biossíntese na interface química entre as plantas e o ambiente circulante, as quantidades de circunspetos bioativos podem variar por diversos fatores, como, a sazonalidade, temperatura, disponibilidade hídrica e de nutrientes, radiação ultravioleta, ritmo circadiano, poluição, entre outros. O clima propício da região Sul para o cultivo de *Ilex paraguariensis* é caracterizado como Subtropical Úmido Mesotérmico, ou seja, temperado com verões frescos e invernos com ocorrência de geadas severas, sem estação seca. Existem indícios de distinção fitoquímica da erva-mate produzida em cada um dos sistemas, nativa e cultivada. Há uma grande variação na composição química da erva-mate em um mesmo lote, sendo necessários mais pesquisas para determinar o que causa essas variações e tentar minimizá-las com a finalidade de padronizar os extratos de erva-mate. Por ser uma planta de importância econômica e cultural, com grande variação em sua composição química por diversos fatores, com ênfase nas metilxantinas, objetivou-se, avaliar quantitativamente a presença de cafeína em amostras de erva-mate nativas e cultivadas de Santa Catarina e Paraná. Para a extração de cafeína utilizou-se 5g de planta seca moída em água com temperatura aproximadamente 70°C, isolou-se a cafeína do extrato em fase clorofórmica. A quantificação foi realizada através de espectrofotometria na faixa UV 274 nm. Em amostras nativas de Santa Catarina e Paraná apresentaram concentração de cafeína 3,76 mg/mL e 4,25 mg/mL, valor este, superior às cultivadas, com valores 1,93 mg/mL e 3,18 mg/mL. A espectrofotometria no ultravioleta, não permite distinção entre cafeína e teobromina, visto que ambas absorvem em comprimentos de onda muito próximos (274/270 nm). Desta forma, cafeína e teobromina foram quantificadas concomitantemente, apresentando-se os resultados em metilxantinas totais, expressos em cafeína a, ($y = 0,0555x - 0,0011$; $R^2 = 0,99$). Existem poucos estudos que falam sobre a distinção da composição fitoquímica referente a localização geográfica. E somente com estudos mais profundo poderá revelar características peculiares sobre a mesma.

Palavras-chaves: *Ilex paraguariensis*. Cafeína. distinção fitoquímica.

**CARACTERIZAÇÃO DA FRAÇÃO QUÍMICA VOLÁTIL DAS FOLHAS FRESCAS
E PROCESSADAS DE ERVA-MATE POR CROMATOGRAFIA GASOSA
BIDIMENSIONAL ABRANGENTE ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSAS
POR TEMPO DE VOO (GC × GC/TOFMS)**

Allan S. Polidoro¹, Enelise Scapin¹, Bruna B. Dias¹, Elina B. Caramão^{1,2,3}, Rosângela A. Jacques¹

¹ Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil ² Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - Energia e Ambiente, INCT-EA, Salvador, Brasil. ³ Departamento de Biotecnologia Industrial, Universidade Tiradentes, Aracaju, Brasil *Autor correspondente - Fone/Fax: + 55 51 33087213; E-mail: rosangela.j@iq.ufrgs.br

Resumo: *Ilex paraguariensis* A. St. Hil., popularmente chamada de erva-mate, é uma planta amplamente conhecida devido ao seu valor econômico e cultural. Trata-se de uma planta nativa da região subtropical da América do Sul, sendo cultivada principalmente no Brasil, Argentina e Paraguai. Em 2012, o Brasil produziu mais de 500.000 toneladas de erva-mate, enquanto que na Argentina, a produção de erva-mate em 2011 superou a marca de 700.000 toneladas. Além disso, o produto é exportado para diversas regiões do planeta, principalmente para os Estados Unidos e Europa, devido suas propriedades nutricionais e medicinais. Entretanto, apesar de sua elevada importância, estudos detalhando as diferenças entre os perfis químicos da fração volátil das folhas frescas e do produto processado são escassos. Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo obter um conhecimento mais detalhado acerca dos compostos presentes no óleo essencial oriundo das folhas frescas e da erva-mate processada. Visando uma caracterização ampla e confiável, utilizou-se a técnica de cromatografia gasosa bidimensional abrangente acoplada à espectrometria de massas por tempo de voo (GC×GC/TOFMS) aliado ao uso de índices de retenção. A GC×GC apresenta vantagens sobre a 1D-GC, tais como aumento de resolução, aumento de sensibilidade, construção de cromatograma bidimensional com estruturação por compostos quimicamente similares e aumento da capacidade de pico. Um total de 157 e 291 compostos foram tentativamente identificados nas folhas frescas e no produto final, respectivamente, sendo 168 compostos reportados pela primeira vez na erva-mate. Os constituintes majoritários presentes nas folhas frescas de erva-mate foram identificados como 3-alilguaiaicol (28,51%), linalol (17,61%), e metil salicilato (5,36%), enquanto que na erva-mate processada foram identificados o 2,6-dimetil-1,7-octadien-3-ol (9,77%), o linalol (5,58%) e o α -terpineol (4,67%) como compostos majoritários. Além disso, vale ressaltar a presença de contaminantes tóxicos no produto final, tais como diversos isômeros de hidrocarbonetos e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs). Portanto, esses resultados representam a caracterização química mais detalhada da fração volátil da erva-mate reportada na literatura.

Palavras-chaves: Erva-mate. Cromatografia. Processamento de erva-mate.

**COMPONENTES VOLÁTEIS EM FOLHAS DE ERVA MATE (*ILEX*
PARAGUARIENSIS A. ST. HIL) IN NATURA E CULTIVADA**

Dayana Lubian

Paraná - UNICENTRO (daylubian@outlook.com)

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma espécie nativa da América do Sul. Na região sul do Brasil, o estado do Paraná vem se destacando como maior produtor e explorador de produtos à base de erva-mate. As folhas e ramos secos triturados da erva-mate são usados no preparo de bebidas que apresentam propriedades farmacológicas, sendo o tradicional chimarrão a principal forma de consumo da erva. A erva-mate pode ser encontrada nas formas de cultivo *in natura* (a planta se desenvolve sozinha ao meio da mata) ou cultivada (erva plantada pelo homem). Os constituintes químicos dos óleos essenciais da planta são em parte responsáveis por características como sabor e odor. Este trabalho teve como principal objetivo comparar e caracterizar os compostos voláteis presentes em amostras de erva-mate *in natura* e cultivada, coletada em diversos locais da região de Guarapuava-PR. A umidade e a temperatura foram registradas no momento da coleta do material vegetal. Os óleos essenciais foram extraídos em aparelho de Clevenger e caracterizados por CG-MS. Ao todo, foram identificados 33 compostos, dentre os quais cafeína e compostos pertencentes às classes dos terpenos e dos hidrocarbonetos. Para as amostras *in natura*, o componente majoritário geranilacetona parece ser influenciado pela umidade do local de proveniência, onde quanto maior a umidade, maior a concentração deste composto. Por outro lado, a cafeína, parece se comportar de modo contrário, onde quanto menor a umidade relativa do ar, maior o conteúdo de cafeína. Assim, os fatores umidade e temperatura parecem afetar o rendimento e a composição química dos óleos essenciais de erva-mate *in natura* e plantada. No entanto, são necessários estudos mais aprofundados para avaliar a influencia de fatores ambientais sobre a composição química desta planta.

Palavras-chaves: Extração de óleos essenciais. Métodos cromatográficos. Composição química. Bioquímica. Metabolitos secundários.

ENSAYOS PRELIMINARES EN LA SÍNTESIS VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA CON EXTRACTOS DE YERBA MATE

Mónica M. Covinich¹; Griselda P. Scipioni¹; David L. Brusilovsky²

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1551, Posadas, Misiones, Argentina. E-mail: gpatriciascipioni@yahoo.com.ar.

² Instituto de Materiales de Misiones, CONICET-Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1551, Posadas, Misiones, Argentina. E-mail: davidb@conicet.gov.ar.

Resumen: La síntesis de nanopartículas de plata (NPP) por medios físicos, químicos y electroquímicos requiere reactivos tóxicos y costosos. Debido al uso y las aplicaciones de las NPP, los métodos de química verde representan una alternativa de bajo costo, menor toxicidad y contaminación, con el agregado de que suelen presentar características físicas superiores a sus pares obtenidas por métodos convencionales. Con esta finalidad se han utilizado extractos vegetales como medios reductores para el catión plata. El objetivo del presente trabajo fue ensayar la capacidad reductora de extractos de hojas y palos de yerba mate en la síntesis de NPP. Las muestras de palos y hojas se obtuvieron a partir de yerba mate canchada. El medio reductor se preparó por extracción acuosa del material finamente dividido en una relación 1:10 de sólido a solvente. Una alícuota de cada extracto fue diluida para obtener soluciones de concentraciones 2,5%; 5% y 10% v/v; a continuación se adicionó un volumen fijo de una solución de nitrato de plata 2 mM. Ambos precursores fueron previamente regulados a pH neutro. Para cada tiempo de reacción establecido, una alícuota fue centrifugada y el precipitado redissuelto. La bio-reducción de los iones plata fue monitoreada por espectroscopia UV Visible en el extracto original y en el extracto parcialmente purificado, en un rango de longitudes de onda desde 300 a 600 nm. Todas las experiencias se realizaron al abrigo de la luz. El registro de los espectros mostró un amplio pico de absorción a una longitud de onda aproximada de 450 nm que se desplazó ligeramente en función del tiempo de reacción y de la concentración del extracto. Los valores de absorbancia obtenidos fueron inferiores en los extractos formulados con palos en comparación con los extractos formulados con hojas para igual concentración de extracto. Los desplazamientos en la longitud de onda luego de 120 minutos de reacción fueron 23 nm y 13 nm para hojas; 21 nm y 17 nm para palos, a concentraciones del 2,5% y 5% respectivamente. El comportamiento en los extractos al 10% fue diferente. Los cambios de color del medio de reacción fueron similares a los descriptos en bibliografía para la biosíntesis de NPP. Los resultados obtenidos indican que la longitud de onda de máxima absorción y su desplazamiento en función del tiempo de reacción se pueden asignar a la resonancia plasmónica de las NPP y que una menor concentración de principios activos en los palos causa las diferencias en los valores de absorbancia entre extractos de palos y hojas. La caracterización de las NPP se continúa por microscopía electrónica de barrido (SEM) para confirmar su tamaño nanométrico.

Palabras clave: Nanopartículas. Plata. Síntesis. Extractos. Yerba mate.

INFLUÊNCIA DA SECAGEM DO EXTRATO DE ERVA-MATE EM SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Cintia Cassia Tonieto Gris Telma Elita Bertolin²; Thanise Paganini³

²Professor/Pesquisador. Universidade de Passo Fundo. BR 285, São José, Passo Fundo-RS, Brasil. Email: telma@upf.br ³Bolsista IC/Graduando. Universidade de Passo Fundo. BR 285, São José, Passo Fundo-RS, Brasil. Email: thani_paganini@hotmail.com

Resumo: A *Ilex paraguariensis* St. Hil (erva-mate), planta nativa da região sul do continente americano, denota uma matéria-prima com potencial nutricional e antioxidante. Seu consumo está associado a redução de peso corpóreo, da gordura corporal e de marcadores de risco cardiometabólico, efeito hipocolesterolêmico, hipoglicemiante e hepatoprotetor. Além disso, a erva-mate tem despertado o interesse de diferentes segmentos da área farmacêutica e alimentícia em razão da sua disponibilidade e da aceitabilidade de seus produtos já reconhecidos no mercado, como o tererê e o chimarrão. O potencial alimentício da *Ilex paraguariensis* ainda é pouco explorado e desta forma estudos que considerem a viabilidade e a manutenção dos compostos bioativos da erva-mate apresentam-se como uma possibilidade de melhora nos padrões de consumo da população. Objetivando verificar a influência de secagem do extrato de erva-mate sobre o seu potencial antioxidante, os extratos foram submetidos a liofilização e secagem por spray dryer para posterior análises de ABTS e DPPH. O extrato foi preparado utilizando-se água destilada e 3% de erva-mate, a mistura foi aquecida até 80°C durante 3 min. Após o extrato foi filtrado em filtro de nylon utilizando bomba de vácuo. O extrato foi então dividido em três porções, sendo a primeira encaminhada para análise de potencial antioxidante, a segunda submetida à secagem por spray dryer utilizando como parâmetros temperatura de 120°C ± 2 e vazão de 0,64 l/h e a terceira parte foi levada ao ultra-freezer permanecendo 48hs a -80° ± 2C para posteriormente ser submetida a liofilização por 60hs à -40°C ± 2. Após a obtenção do extrato seco por spray dryer e liofilização, este foi submetido a diluição considerando o grau brix do extrato não seco e então realizada a análise de potencial antioxidante pelos métodos ABTS e DPPH. Os resultados, expressos em Mm de Trolox/g de amostra, foram para ABTS 11,63 ± 0,24a para o extrato não submetido a secagem, 12,40 ± 0,16 a para o extrato liofilizado e 12,54 ± 0,05a para o extrato submetido a secagem no spray dryer. Para DPPH os resultados foram 7,44 ± 1,02a para o extrato não submetido a secagem, 9 ± 0,48a para o extrato liofilizado e 7,94 ± 1,25a para o extrato submetido a secagem no spray dryer. Nos parâmetros e métodos de secagem do extrato testados não ocorreram diferenças estatísticas para o potencial antioxidante da amostra, o que possibilita uma ampliação na utilização e aplicação do extrato antioxidante de erva-mate, viabilizando sua utilização em inúmeros produtos alimentícios sem que ocorram perdas em sua bioatividade.

Palavras-chaves: Erva-mate. Extrato. Potencial antioxidante.

DEGRADACIÓN DE LA VITAMINA C INCLUIDA EN MATRICES MIXTAS DE POLVO DE YERBA MATE A UNA TEMPERATURA DE 20°C

Katya M.I. Klekailo¹; Griselda P. Scipioni²; Darío J. Ferreyra²

¹ Becaria Cedit, Provincia de Misiones, Posadas, Argentina.

² Investigador, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1551, Posadas, Misiones, Argentina. E-mail: gpatriciascipioni@yahoo.com.ar

Resumen: El ácido ascórbico es una vitamina soluble en agua y termolábil. La yerba mate elaborada contiene aproximadamente el 6 % de la vitamina C presente originalmente en la planta. Una alternativa para mejorar la calidad del producto elaborado es la fortificación. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la estabilidad que presenta la vitamina C a una temperatura de 20 °C y cinco valores de actividad acuosa, cuando se halla contenida en una matriz constituida por polvo de yerba mate y goma arábiga. La matriz se preparó en una relación de 1:0,1:0,06 de polvo de yerba mate, goma arábiga y vitamina C. Los ensayos de estabilidad se realizaron por duplicado, utilizando soluciones salinas saturadas de LiCl; MgCl₂; Mg(NO₃)₂; NaNO₃ y KCl en un rango de valores de actividad acuosa desde 0,113 hasta 0,851. La matriz molida se colocó en recipientes de cierre hermético que contenían la solución saturada de aw conocido y constante, extrayéndose una alícuota a distintos tiempos previamente establecidos. La cuantificación de la vitamina C se realizó por cromatografía líquida en un cromatógrafo marca Shimadzu prominente LC 20 AT; con detector de arreglo de diodos, equipado con una columna ZORBAX ODS 4.6x250 mm, 5 µm. Las lecturas se realizaron a una longitud de onda de 254nm. La fase móvil consistió en una mezcla buffer:acetonitrilo (98:2 v/v) y la velocidad de flujo fue de 1,0 ml/min. Las soluciones patrones de vitamina C se prepararon a partir de una solución madre de ácido L-ascórbico de concentración 100 mg /100 mL, por diluciones 1/10, 1/50 y 1/100. Los datos experimentales fueron ajustados a modelos cinéticos de orden cero; orden uno y orden dos. Los valores iniciales de contenido de vitamina C oscilaron desde 532,54 mg/100g a 482,70 mg/100g de matriz. El mejor ajuste se obtuvo para los modelos de primer y segundo orden con valores de la constante cinética del proceso de degradación que oscilaron entre 0,01641 a 0,09803 para el modelo de primer orden y desde 0,000035 a 0,00041 para el modelo de segundo orden, con un valor del coeficiente de regresión (r) superior a 0,95. Este comportamiento indicó que un mayor contenido de agua provocaría una mayor movilidad de las especies involucradas en los procesos de destrucción de la vitamina. Estimativamente, para un aw de 0,6 la vitamina C se degradaría en un porcentaje mayor al 50% en un período de dos meses. Las experiencias se continúan a temperaturas de 30°C y 40°C.

Palabras clave: Vitamina C. Degradación. Matrices. Polvo. Yerba mate.

POTENCIAL PRODUCTIVO DE ESPECIES AROMATICAS USADAS EN LA ELABORACIÓN DE YERBAS COMPUESTAS EN LA REGION YERBATERA ARGENTINA

Ramon Marcelo Mayol, Maricel G. Bálsamo¹; Diana V. Ohashi¹; Sandra P. Molina¹; Guillermo M. Arndt¹; Matías M. Skromeda¹; Hipólito J. Kuzdra¹

¹ Ing. Agronomo EEA INTA Cerro Azul. Cerro Azul, Misiones, Argentina. Email: mayol.ramon@inta.gob.ar

Resumen: A partir de la década del 70, se introdujeron en el mercado por parte de empresarios e industriales del sector yerbatero, productos diferenciados, con mayor variedad de sabores y amplios beneficios para la salud, las yerbas compuestas (YC). El Código Alimentario Argentino, denomina Yerba Mate Compuesta al producto constituido por "Yerba Mate Elaborada Despalillada" o "... con Palo", adicionada de una o varias hierbas sávido-aromática de reconocida inocuidad fisiológica. Las especies más utilizadas para este tipo de producto son menta (*Mentha* sp.), poleo (*Lippia turbinata*), peperina (*Minthostachys* sp.), cedrón (*Aloysia citriodora*), manzanilla (*Matricaria chamomilla*), boldo (*Peumus boldus*) e incayuyo (*Lippia integrifolia*), provenientes de otras zonas geográficas; que corresponden en su mayoría a material silvestre y sólo un número reducido son cultivadas. Es difícil cuantificar la dimensión de estas prácticas extractivas, dadas las características de informalidad que presenta, y no sólo compromete seriamente a algunas especies, sino que resultan en problemas de calidad. Los lotes recolectados, se mezclan resultando un producto comercial heterogéneo en cantidad y calidad, sumado a la carga microbiana de cada ambiente en particular. La contaminación, es un problema muy frecuente en estas especies aromáticas de orígenes desconocidos, que como componentes fundamentales de las YC, dificultan la implementación de los sistemas de trazabilidad, como mecanismos de garantía sanitaria. La posibilidad de sustitución de estas especies provenientes de otras provincias, mediante la producción local, podría transformarse en una alternativa válida. El objetivo del presente trabajo fue determinar el potencial agronómico de cedrón, burrito, menta y poleo, utilizadas en la industria yerbatera. Se establecieron ensayos de comportamiento agronómico en la EEA INTA Cerro Azul, Misiones, Argentina, obtenidas a partir de esquejes de plantas madres, instaladas en el invernáculo de la EEA. Se trasplantaron a distintas densidades de siembra, según la especie. Se evaluó tolerancia al trasplante, se realizó el registro fenológico del cultivo, se calculó el rendimiento de materia verde y seca, además de la tasa de extracción de nutrientes. La sobrevivencia después del trasplante no mostró diferencias entre las distintas especies, siendo *A. polystachya* la que presentó mayor porcentaje de pérdidas (8%). El peso seco varió entre el 42 al 45 % del peso verde y la tasa de extracción de nutrientes siguió un patrón similar (7,5-1-6,5 de N-P-K), para todas las especies. El presente trabajo permitió concluir que la provincia de Misiones posee las condiciones ambientales adecuadas para la producción de las plantas aromáticas evaluadas.

Palavras-chaves: Yerbas compuestas. Cedrón. Burrito. poleo. Menta.

TEORES DE CLOROFILA NA MATURAÇÃO ACELERADA DE ERVA-MATE

Daiane Alice Ferreira¹; Emanuel Contini Bertol¹, Jean Marcos Mocfa²

¹Graduando do curso de Ciências Biológicas - URI Erechim, Email: daialice98bol@hotmail.com

²Graduando do curso de Agronomia - URI Erechim

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) é uma espécie nativa da América do Sul, ocorrendo de forma nativa nas áreas florestais do norte da Argentina, Paraguai e o sul do Brasil. A cor verde da erva-mate e sua intensidade estão relacionadas a concentração de clorofila. O processamento da erva-mate consiste em três etapas distintas: sapeco, secagem e trituração. No Brasil a erva-mate é consumida logo após o processamento. Porém, em outros países da América do Sul, a prioridade é pelo produto estacionado. O objetivo do presente estudo foi avaliar o teor de clorofila da erva-mate processada, em condições aceleradas de maturação. Os pigmentos foram extraídos por trituração de 0,125g de amostra na presença de N,N-dimetilformamida durante um minuto. A quantificação dos pigmentos foi efetuada mediante leitura de absorbância em 647 e 664 nm. O modelo de regressão gerado foi significativo ($p < 0,05$), considerando que valor de o F calculado = 11,85 foi maior que o valor tabelado ($0,95; 5; 5$) = 5,05. No tempo de análise, a temperatura foi a variável mais importante para produzir a degradação de clorofila.

Palavras-chaves: *Ilex paraguariensis* st. hil. Maturação de erva-mate. Pigmentos vegetais. Delineamento de experimento.

UTILIZACION DE UN SUBPRODUCTO DE LA INDUSTRIA DE LA YERBA MATE COMO FERTILIZANTE ENCAPSULADO

**Lenin Llive¹; Estela Bruno²; Antonio D. Molina-García³; Noemi Zaritzky¹; Lòrena Deladino¹;
Aline Schneider-Teixeira¹**

¹ Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de los Alimentos (CIDCA-CONICET), La Plata, Argentina. ² Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. La Plata, Argentina.

³ Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC), Madrid, España.

Resumo: En la industria de la yerba mate se producen diversos subproductos algunos de los cuales no son adecuadamente aprovechados. A mayor mecanización de los procesos, la cantidad de subproductos suele aumentar. Así, la posible transformación de estos subproductos y su empleo son de alto interés, más aún cuando su uso significa un regreso a la cadena agraria. En el caso particular de la yerba mate, estos desechos están constituidos fundamente por palos y polvos, estos últimos al tener un tamaño muy fino ($<710\mu\text{m}$) no son seguros para el consumo humano. Una alternativa para su aprovechamiento es la producción de novedosas formas de abono, que permiten la liberación controlada y equilibrada de los nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos, evitando a su vez un aporte extemporáneo y excesivo, que pueda tener efectos nocivos para la salud, la naturaleza u otros cultivos. En el presente trabajo se reporta el caso del empleo de polvo de yerba mate, un producto de especial relevancia a escala regional, para la producción de suplementos nutricionales para los cultivos. Los fertilizantes de polvo de yerba mate se formularon a partir de mezclas del polvo con alginato de calcio, compuesto orgánico e inocuo, en diferentes proporciones. Los numerosos estudios efectuados sobre la evolución de estas cápsulas, en un ensayo de liberación y degradación en suelo, han permitido conocer que la matriz de polisacárido resulta totalmente degradada entre los 30 y los 60 días, dependiendo de la formulación. Los nutrientes, tanto los naturales aportados por el polvo de yerba mate (tales como Ca, Mg y K), como aquellos añadidos extrínsecamente (urea) fueron gradualmente liberados, las cinéticas de liberación fueron evaluadas a diversas temperaturas y modeladas. La velocidad de liberación y el descenso de los niveles de determinados nutrientes de los encapsulados dependieron de diversos factores: la temperatura, la proporción entre polvo de yerba y alginato y la naturaleza misma de cada nutriente. Se aplicaron técnicas como las microscopías ESEM y SEM asistida con microanálisis, EDX, calorimetría diferencial de barrido (DSC) y espectroscopía infrarroja (FT-IR) que proporcionaron información detallada sobre la degradación observable macroscópicamente y la evolución de la estructura. La estabilidad y propiedades mecánicas de las cápsulas resultaron ser comparables con otros fertilizantes o vehículos en el mercado. Se observaron matrices homogéneas y se confirmó que los nutrientes se hallan distribuidos uniformemente en las cápsulas. Las formulaciones con un alto porcentaje de polvo presentaron una mejor estabilidad estructural, aportando mayores niveles de micronutrientes esenciales propios del polvo de yerba mate. El proceso fue monitoreado hasta la completa degradación de las cápsulas comprobándose cómo el subproducto resultó completamente incorporado al suelo, es decir, regresando a la cadena de nutrientes. El polvo de yerba mate constituye así un insumo adecuado para la generación de fertilizantes biodegradables tanto como material de partida en la generación de los encapsulados como por su aporte nutricional que resulta muy valioso para su aplicación en diversos cultivos.

Palavras-chave: Polvo de Yerba Mate. Minerales. Fertilización sostenible. Valor agregado.

A IMPORTÂNCIA DA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA DA ERVA-MATE NA REGIÃO PRODUTORA DO PLANALTO NORTE CATARINENSE

Ludmila Nascimento Machado¹; Arcângelo Loss²; Denilson Dortzbach³

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC Florianópolis. Rod. Admar Gonzaga, 1346 Cep:88034-000-Itacorubi - Florianópolis/SC - Brasil. Email: luddmachado@hotmail.com

² Universidade Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC Florianópolis. Rod. Admar Gonzaga, 1346 Cep:88034-000- Itacorubi - Florianópolis/SC - Brasil. Email: arcangeloloss@yahoo.com.br

³ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1347 Cep:88034-901- Itacorubi - Florianópolis/SC - Brasil. Email: denilson@epagri.sc.gov.br

Resumo: O Brasil é um país de dimensões continentais, clima tropical e com um dos solos mais ricos e produtivos do mundo. A nossa diversidade territorial, ambiental e cultural contribui para estimular o empreendedorismo. O Planalto Norte Catarinense (PNC) se caracteriza como uma das principais regiões produtoras de erva-mate do Brasil e uma das únicas regiões do país com significativa produção a partir de ervais nativos. Dessa forma, configura-se como uma atividade fortemente ligada às tradições e à história das famílias. Produz uma renda segura, com poucos investimentos, assumindo uma importante função de reserva de valor e de estabilização das unidades familiares. A erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil.), por sua vez, sendo uma espécie nativa de grande importância sócio-econômica na região, produz vários tipos de produtos (chimarrão, chás) todos com histórico diferenciado e que podem ser facilmente reconhecidos pelos mercados consumidores. Observa-se o aumento da autoestima dos produtores ou prestadores de serviços com a Indicação Geográfica (IG) registrada e a ampliação do turismo, o que integra um conjunto de efeitos positivos na economia e na sociedade no plano local. O selo de origem proporciona benefícios não só para o produtor e consumidor, mas para toda a região. Para o consumidor, o produto com IG é a garantia de um produto único, com diferenciais de qualidade e sustentabilidade. Para a região, a IG estimula o desenvolvimento da governança local, promove o turismo e as atividades culturais locais. As IGs projetam uma imagem associada à qualidade, reputação e identidade do produto ou serviço. Assim, o registro pode conferir maior competitividade nos mercados nacional e internacional, melhorando a comercialização dos produtos ou a oferta dos serviços por meio de um diferencial competitivo. O Sebrae apoia a estruturação das IGs desde a formalização das entidades que vão solicitar o pedido de registro até a realização de estudos, como levantamento histórico e demarcação de área, que comprovam a notoriedade do território vinculado ao produto. Dessa forma, considerando a característica específica da erva-mate produzida no Planalto Norte Catarinense, aliada a tradição, cultura e importância econômica, surge então a proposta de implantação de uma indicação geográfica, cujo projeto está em andamento, pelo Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento (MAPA), com parceria da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), com início em 2011 e término previsto para o ano de 2017. Essa especificidade tende a contribuir com a agregação de valor a esses produtos, com impactos no desenvolvimento territorial. O projeto busca, em sua essência, a maior participação dos atores da cadeia produtiva na sensibilização, na tomada de decisões, na viabilização de políticas públicas locais e territoriais, na resolução de gargalos estruturais e na construção de acordos coletivos em prol de um bem comum. Os impactos do projeto estão relacionados a disponibilidade de dados para a implantação da IG, e com ela os benefícios tanto para os produtores, quanto as ervateiras e na economia dos municípios envolvidos.

Palavras-chave: indicação geográfica, ervais nativos; *Ilex paraguariensis*; diferenciais de qualidade.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA EM AMOSTRAS DE ERVA-MATE CANCHEADA (IIEX PARAGUARIENSIS) PROCESSADA POR UMA ERVATEIRA DO MUNICÍPIO DE CANOINHAS – SC

Mariana Wrublevski De Carvalho, Juliane S. Brehmer, Andressa M. M. Babirescki, Silvana F. Sant'ana

Farmácia - Universidade do Contestado - campus Canoinhas (mariana@unc.br).

Resumo: A erva-mate é uma planta nativa da América do Sul, com propriedades nutritivas e fisiológicas, consumida na forma de chimarrão, tereré e chá mate. Por ser um alimento o controle de qualidade e higiene é fundamental, pois o produto deve ser seguro para quem produz, consome e para o meio ambiente. Antes de ser consumida a erva-mate passa por dois processos de produção o cancheamento e o beneficiamento. O cancheamento se refere às etapas de sapeco, secagem e cancheamento, e o beneficiamento as etapas de secagem, separação e mistura (formação dos tipos especiais de erva-mate para comercialização). O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade microbiológica da erva-mate cancheada processada por uma ervateira no município de Canoinhas – SC, sendo realizado a contagem de Coliformes totais e termotolerantes e a contagem de bolores e leveduras. Foram obtidas seis amostras de erva-mate cancheada, sendo três amostras de erva-mate verde e três amostras de erva-mate descansada, e que seriam posteriormente beneficiadas pela empresa em questão. As amostras de erva-mate cancheada verde foram aprovadas nas análises microbiológicas e as amostras de erva-mate cancheada descansada foram reprovaram nas análises microbiológicas para contagem de coliformes totais e termotolerantes e presença de *E. coli*. Quanto à contagem de bolores e leveduras, todas as amostras estão dentro do limite estabelecido pelo Uruguai e Chile, países importadores deste produto. A má qualidade microbiológica pode indicar más condições higiênicas de produção, no armazenamento ou no transporte, sabe-se que uma alta contagem destes grupos de microrganismos nos alimentos significa que houve uma falha na manipulação e higienização na produção do produto, na embalagem, podendo vir a oferecer riscos ao consumidor.

Palavras-chaves: Erva-mate cancheada. Coliformes totais e termotolerantes. *Escherichia coli*. Bolores e leveduras.

DESARROLLO DE UN METODO PARA DETECCION DE OCRATOXINA A EN MUESTRAS COMERCIALES DE YERBA MATE

Gladis Jerke¹, Marta A. Horiński¹

¹ Profesor/Investigador: módulo de Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de Misiones, UNaM. Mariano Moreno 1375, 3300, Posadas, Misiones, Argentina. Email: micro.inmuno@yahoo.com.ar

Resumen: La ocratoxina A (OTA) es una micotoxina nefrotóxica, inmunosupresora y con demostrada capacidad carcinogénica en animales. Se ha comunicado la detección de OTA en alimentos de características organolépticas similares a yerba mate, tales como café verde y cacao. Esta toxina es termoestable e hidrosoluble; de hallarse en la hoja verde de yerba mate (YM), no sería eliminada durante su elaboración o por la temperatura del agua empleada en el mate caliente y mucho menos en el agua fría del tereré, formas habituales de su consumo. Hasta el presente, en nuestro país, no se han realizado análisis de micotoxinas en YM, desconociéndose la probable incidencia de las mismas en éste producto. No existen metodologías adaptadas a la extracción/detección de micotoxinas en YM. La evaluación de un método apropiado, requiere del ensayo de diversos sistemas de extracción/detección y su adaptación a las características organolépticas del sustrato, lo cual implica un proceso investigativo minucioso. Se necesitan métodos altamente sensibles debido a que las cantidades de micotoxinas a ser detectadas son del orden de las ppB (partes por billón). Por tal motivo se han desarrollado métodos inmunológicos muy sensibles, como el ELISA (Enzyme linked inmuno sorbent assay), capaces de detectar estas ínfimas cantidades en sustratos de origen vegetal, disímiles de la yerba mate tales como maní, leche, cereales. El objetivo del trabajo, fue investigar la detección de ocratoxina A en YM elaborada comercial (YMEC), empleando la combinación de un método de extracción por solventes en medio ácido y el método de detección con ELISA. Se ensayaron 6 muestras de YMEC, empleándose como controles, muestras de YMEC y arroz, sin contaminar (SC) y contaminadas artificialmente con 50 ppb de estándar de OTA (Sigma Aldrich). Para la extracción de la toxina, se empleó un método de extracción por solventes en medio ácido adaptado al sustrato yerba mate por nuestro equipo de trabajo, en base al Método AOAC 49.5.01: *AOAC official method 973.37 ochratoxins in barley*. Los residuos de los eluatos obtenidos por dicho método, se resuspendieron en bicarbonato de sodio 0,13M y se aplicó el test de ELISA (RIDASCREEN Ochratoxin A 30/15). Las lecturas de las absorbancias se realizaron a 450 nm utilizando un lector de ELISA (Kayto, microplate reader RT-2100C). Los valores de las absorbancias obtenidas de la curva de calibración y muestras, se evaluaron con el software RIDA[®]SOFT Win. Todas las muestras de YMEC ensayadas arrojaron resultados negativos así como, los controles SC de arroz y YMEC. El porcentaje de recuperación para las muestras de YM y arroz contaminados artificialmente fue de 33% y 83% respectivamente. Podemos concluir que la combinación de los métodos, empleados en el presente trabajo, permitiría detectar OTA en YMEC. Serían necesarios ensayos adicionales que permitan establecer la sensibilidad, precisión, y límites de detección de este método combinado.

Palabras-claves: Ocratoxina A. Yerba mate. Método AOAC. ELISA.

EMPLEO DE MEDIOS ÁCIDOS PARA LA EXTRACCIÓN DE OCRATOXINA DE YERBA MATE

Gladis Jerke, Horiński Marta A.

Ciencia y tecnología de los alimentos - Facultad de ciencias exactas químicas y naturales. Universidad Nacional de Misiones (diskega@gmail.com).

Resumen: En yerba mate elaborada y en diversas formas comerciales de la misma, se encontró una elevada contaminación fúngica, con importante incidencia del género *Aspergillus*. A su vez, se aislaron mohos pertenecientes a especies micotoxigenicas detectándose “in vitro”, cepas con capacidad de biosintetizar aflatoxinas y ocratoxinas resaltando la importancia de investigar estas micotoxinas. La ocratoxina A es una micotoxina hidrosoluble. Su ingesta frecuente implicaría un potencial riesgo de desarrollar carcinoma hepático y/o renal como micotoxicosis crónica. Hasta el presente no existen metodologías adaptadas para la extracción y detección de ocratoxinas en yerba mate. La evaluación de un método apropiado, requiere el ensayo de diversos sistemas de extracción/detección y su adaptación a las características organolépticas del sustrato lo cual implica un proceso investigativo minucioso. El objetivo del presente trabajo fue investigar el empleo de medios ácidos para la extracción de ocratoxina A en muestras de yerba mate elaborada contaminadas artificialmente. Se ensayaron muestras de yerba mate elaborada comercial, contaminadas artificialmente con 50 y 100 ppb de ocratoxina A (Sigma Aldrich), y muestras de arroz como controles. Los métodos de extracción con solventes ensayados fueron: 1) Método AOAC 49.5.01. “AOAC official method 973.37 ochratoxins in barley” y 2) Método AOAC 49.5.03. “AOAC official method 991.44 ochratoxin A in corn and barley”. Se evaluó la recuperación de la toxina por cromatografía en capa delgada empleando cromatoplasmas de sílica gel 60, sin marcador de fluorescencia, bajo luz UV a 365 nm, empleando como sistema de solventes: cloroformo:éter etílico:ácido acético (17:3:1). Con el Método AOAC 49.5.01, se obtuvo una mejor limpieza de los eluatos de yerba mate lo que permitió, la visualización de la fluorescencia de ocratoxina A en las muestras contaminadas, tanto de arroz como de yerba mate, con igual intensidad fluorescente en las cromatoplasmas. Mediante el método AOAC 49.5.03, no se visualizó fluorescencia en ninguna de las muestras sembradas en la cromatoplasma. Este último método resultó más complejo y no permitió eliminar satisfactoriamente los pigmentos de muestras de yerba mate. Podemos concluir que el Método AOAC 49.5.01, en las condiciones ensayadas, resulta apropiado para la extracción de ocratoxina A en yerba mate contaminada artificialmente. Actualmente se proyecta ensayar métodos de base inmunológica, a fin de lograr la detección de ocratoxina a niveles inferiores de 50 ppb, en yerba mate.

Palavras-chaves: Ocratoxina A. Yerba mate. Metodo AOAC. Cromatografia en capa delgada.

ESPECIES DE ASPERGILLUS CON POTENCIAL MICOTOXIGENICO AISLADOS DE YERBA MATE SABORIZADA, DE POSADAS, MISIONES

Veronica Andrea Martinez

Ingeniería y Tecnología - Universidad de la cuenca del plata (andreaveronicamartinez@gmail.com).

Resumen: Las micotoxinas son productos del metabolismo secundario de mohos pertenecientes a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Cuando son ingeridas por animales y/o el hombre, causan micotoxicosis luego de una ingesta crónica de alimentos o bebidas conteniendo concentraciones muy pequeñas de la misma. En los alimentos la presencia de estas sustancias tóxicas disminuyen su valor nutritivo y en concentraciones elevadas son de alto riesgo para la salud humana. La exposición a altas concentraciones de aflatoxinas produce una respuesta hepatocelular intensa con necrosis, daño agudo al hígado, edema, alteración en la digestión, absorción o metabolismo de nutrientes. La ingesta crónica de aflatoxinas es responsable de cirrosis y cáncer de hígado con hemorragia. La exposición a ocratoxinas, produce daño renal agudo con pérdida de funcionalidad del órgano y carcinoma renal. El objetivo de este trabajo es investigar la presencia de especies aflatoxigénicas y ocratoxigénicas pertenecientes al género *Aspergillus* aisladas a partir de muestras de yerba mate saborizada. Se han caracterizado un total de 70 aislados del género *Aspergillus*, agrupándolos por secciones y especies. La caracterización a nivel de especies se realizó empleando baterías taxonómicas propuestas por Klich 2002 y Pitt, 2009, consistentes en realizar siembras monospóricas de aislados de *Aspergillus* en cuatro medios de cultivo dispuestos a dos temperaturas diferentes. CYA (Agar Czapeck Extracto de Levadura, a 25 y 37°C), MEA (Agar Malta Extracto de levaduras, a 25 °C), CZ (Agar Czapeck, a 25 °C) y CY20S (Agar Czapeck con 20% Sacarosa, a 25°C). La inoculación se realiza con ansa aguja en tres puntos equidistantes sobre el medio agarizado. Se incuban por 7 días. Se realizan las observaciones macroscópicas: tamaño y color de las colonias, presencia de cleistotecios, exudado y/o pigmento soluble. Se describen características microscópicas: cabeza uniseriada o biseriada; tamaño forma y textura de vesículas, conidióforo y conidias. Se ingresa a tablas taxonómicas que permiten clasificar las especies de *Aspergillus*. Los resultados obtenidos permitieron identificar 21 aislados (30%) de la especie *A. fumigatus* del subgénero *Fumigati* sección *Fumigati*. El 70 % de los aislados perteneció al subgénero *Circumdati* correspondiendo 12 (25%) a la sección flavi y 37 (75%) a la sección nigri. En la sección flavi se identificaron 5/5/1/1 aislados de *A. flavus*/*A. parasiticus*/*A. oryzae*/*A. tamarii*. Las dos primeras especies poseen alto potencial aflatoxigenico. De la sección nigri se identificaron 12/9/9/4/3 aislados de *A. niger* var *awamori* / *A. foetidus* / *A. japonicus* var *japonicus* / *A. japonicus* var *aculeatus* y *A. niger* var *niger* respectivamente. A algunas de estas especies se le ha atribuido potencial ocratoxigenico. Resaltamos la importancia de continuar los estudios acerca de la capacidad micotoxigenica de los aislados in vitro y la detección de estas micotoxinas en yerba mate.

Palavras-chaves: Yerba mate saborizada. Especies micotoxigenicas. *Aspergillus*. Aflatoxinas. Ocratoxinas.

FREE CHOICE PROFILING OF COMMERCIAL ELABORATED AND COMPOSITE YERBA MATE

Fabián M. Drunday¹; Augusto E. García¹; Sabrina J. Gueller¹; Amalia M. Calviño²

¹ Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Departamento de Ciencias Biológicas. Cátedra de Fisiología. Buenos Aires. Argentina Email: fdrunday@ffyb.uba.ar

² Universidad de Buenos Aires. CONICET. Instituto de la Química y Metabolismo del Fármaco (IQUIMEFA). Buenos Aires. Argentina. Email: amalia1055@gmail.com

Abstract: Yerba mate with antioxidant and energizing properties has a great number of therapeutic applications. Recent trend to the consumption of blends of yerba mate and different aromatic natural herbs arouse additional properties to improve digestive, relaxing and well-being state. Free-choice profiling was applied to develop a sensory space with respect to appearance and odor for eighteen Argentinean commercial yerba mate samples, alone or mixed with herbs as peppermint, cedron, chamomile, peperine, boldo. Twenty panelists, consumers of the mate infusion, performed the sensory analysis. Six sessions were realized to develop the terminology, to check the score sheets and to evaluate the commercial samples (balanced incomplete block design). First, the Grid method was applied to obtain the individual list of descriptors. In two sessions three triads of samples were presented, so that the panelists noted the similarities and differences. The triads presented well-differentiated physical and odor characteristics, in order to raise as many attributes as possible regarding the appearance, and aroma of the yerba mate samples. Second, after the survey of attributes and discussion, separately, with each judge, the list of attributes specific to the judge were evaluated three times. It was obtained a similar number of descriptors for appearance (52%) and odor (48%) but the number of attributes developed for each judge vary from five to twenty with a median of 10. When Generalized Procrustes Analysis were applied it was observed good discrimination between the samples. Yerbas were differentiated mainly by odor attributes (yerba, herbaceous note, peppermint), correlated with dimension 1 (54,01% of variance), and appearance attributes (stick size, stick variety, green and yellow color), associated with dimension 2 (18,18% of variance). Detection of the main attributes enables to differentiate the sensory properties of elaborated and composite yerba mate samples.

Key words: Free profile. Yerba mate. Composite Yerba Mate. Appearance. Odor.

PERFIL DE SABOR DE YERBA MATE: CARACTERIZACIÓN TEMPORAL CON UN PANEL DE JUECES SENSORIALES

Ana Giménez¹, L. Vidal¹, M. Cladera²

¹ Profesor investigador. Sensometría y Ciencia del Consumidor. Instituto Polo Tecnológico de Pando. Facultad de Química. Universidad de la República (UdelAR). By Pass de Pando y Ruta 8, C.P. 91000, Pando, Uruguay.

² Departamento de Calidad. Canarias S.A. Brigadier Gral. Juan A. Lavalleja, Km. 30500. Pando, Uruguay
agimenez@fq.edu.uy

Resumen: La infusión de yerba mate clásicamente se ha caracterizado desde el punto de vista sensorial empleando el análisis descriptivo cuantitativo. Este tipo de evaluación proporciona información acerca de las características sensoriales percibidas en un único momento en el tiempo. Considerando que la situación habitual de consumo involucra una serie de ingestiones repetidas, la evaluación en un único sorbo puede resultar insuficiente para percibir todas las características sensoriales y cómo estas evolucionan durante el consumo. En ese sentido, una metodología como TCATA (marque-todo-lo-que-corresponda temporal, por sus siglas en inglés) en sorbos múltiples puede proporcionar mayor información. El objetivo de este trabajo fue aplicar esta metodología para caracterizar cinco muestras de yerba mate del mercado uruguayo con un panel de quince jueces. Las características sensoriales de las muestras fueron evaluadas durante cinco sorbos por un período de 45 segundos, registrando todas las sensaciones percibidas en función del tiempo. Para ello, los participantes debían seleccionar todas las características que percibían mientras transcurrían los 45 segundos de cada sorbo. Los atributos evaluados fueron sabor típico, sabor verde, amargo, astringente, ahumado/tostado, dulce, ácido y viejo. Los perfiles sensoriales obtenidos muestran diferencias en el tiempo para cada muestra, así como entre las diferentes muestras evaluadas. Este tipo de herramienta permitió evaluar la dinámica de la percepción de sabor de la infusión de yerba mate y visualizar información acerca de los aspectos temporales de la percepción de sabor que no proporciona el análisis descriptivo tradicional, en una situación similar a la de consumo habitual. Cabe destacar además su potencial de aplicación sobre otras herramientas por su sencillez, fácil implementación y tiempos cortos de entrenamiento, lo que hace de esta metodología una herramienta de elección para caracterizar un producto sensorialmente complejo como la infusión de yerba mate.

Palabras clave: yerba mate. caracterización sensorial. marque-todo-lo-que-corresponda temporal.

PERFILES QUÍMICOS Y CONTENIDO TOTAL DE POLIFENOLES EN INFUSIONES DE YERBA MATE Y TÉ DE MATE

María Victoria Panzl Araújo, Caterina. Rufo ², Alejandra Rodriguez-Haralambides 1. ¹

¹Professor. Facultad de Química, Instituto Polo Tecnológico de Pando, UdelaR FQ. By Pass D'Elia s/n, Pando-Canelones, Uruguay. Email: ale@fq.edu.uy

²Graduando. Facultad de Química, Instituto Polo Tecnológico de Pando, UdelaR FQ. By Pass D'Elia s/n, Pando-Canelones, Uruguay. Email: crufo@fq.edu.uy

Resumen: En la actualidad, la yerba mate se consume en diferentes modalidades; la más conocida y utilizada es el “Maté caliente”, luego el “Mate frío” o “Tereré” y el “Mate Cocido” o “Té de mate”. La preparación del “Mate caliente” y el “Mate frío” es muy similar, se diferencian únicamente por la temperatura del agua, pero ambos utilizan el sistema de mate y bombilla. En cambio, el “Mate Cocido” o “Té de Mate”, se prepara únicamente con las hojas y se consume como un té o infusión tradicional. Puede agregarse azúcar (“mate dulce”) o tomarse tal cual, amargo (“mate cimarrón”). En términos reglamentarios, la definición de “yerba mate” y sus productos bebibles derivados presentan diferencias entre Uruguay, Argentina y Brasil. En algunos casos, se permite el agregado de aditivos (azúcar, especias, saborizantes), mientras que en Uruguay sólo se puede comercializar el producto sin aditivos. Esto se traduce en una gran diversidad de productos, cuyo aporte a la dieta es difícil de evaluar. Al tratarse de un producto de origen natural, dependiendo de la región el perfil químico de las yerbas mate presenta variabilidad, ya que el cultivo y la cosecha de la yerba no es un procedimiento uniforme y se lleva a cabo mediante diversos métodos. En particular, el proceso de secado de la yerba mate tiene gran influencia en el sabor y en los perfiles químicos de los productos. La estrategia de esta investigación implica determinar los perfiles químicos de las infusiones acuosas de yerba mate de mayor consumo en Uruguay (6 muestras) y de otros productos consumidos en la región tal como el “mate cocido” (4 muestras) de origen Argentino, y el té de mate tostado (1 muestra) de origen Brasileiro. En esta presentación, se detallará el análisis cuantitativo de los compuestos más relevantes (cafeína, teobromina y ácidos dicafeoilquinicos) de las infusiones realizado por cromatografía líquida de ultra-alta presión (UHPLC), el perfil cualitativo de las infusiones, y la determinación del contenido total de polifenoles mediante la técnica de Folin-Ciocalteu. Los resultados se discutirán en referencia a la(s) forma(s) habituales de consumo de cada tipo de producto en la región, y como se traduce este consumo en términos del aporte dietario de compuestos antioxidantes. Si bien todos los productos tienen un perfil cualitativo similar, la cantidad de xantinas y polifenoles es mucho mayor en la infusión de yerba mate que en la de yerba mate tostada. El aporte de la porción de yerba mate en cafeína es equivalente a una o dos tazas de café, mientras que el del té de mate es un 10% de una taza de café y el del té de mate tostado es un 1%.

Palavras-chaves: *Ilex paraguariensis*. Polifenoles. Uhp lc. Folin-ciocalteu. Nutrición.

POTENCIALIDADES DA ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PARA O MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO DA ERVA-MATE

Manuella Schneider¹; Marcos Flores Ferrão²; Claudimar Sidnei Fior ¹ Bolsista/Mestrado.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Brasil. Email: manuellasch@hotmail.com ² Professor. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Brasil. Email: marco.ferrao@ufrgs.br ³ Professor. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Brasil. Email: csfior@ufrgs.br

Resumo: A técnica de espectrometria na região do infravermelho em conjunto com a análise multivariada tem sido amplamente aplicada à indústria alimentícia para fins de autenticação uma vez que é uma análise simples, rápida e não-destrutiva. O objetivo deste estudo preliminar é verificar a potencialidade de discriminação entre diferentes produtos de erva-mate através da análise por espectroscopia na região do infravermelho em conjunto com análise exploratória multivariada. Foram coletadas seis amostras de erva-mate na ervateira: folhas diretamente da árvore; erva-mate beneficiada, com e sem adição de açúcar; pura folha, palitos e erva cancheada. As amostras foram moídas em moinho e analisadas em espectrômetro na região do infravermelho Cary (Agilent) na faixa de 650 a 4000 cm⁻¹ com resolução de 4 cm⁻¹ e 16 scans. As análises exploratórias (análise por componentes principais - PCA e análise de agrupamentos hierárquicos - HCA) foram realizadas com os dados na faixa de 1800 – 650 cm⁻¹ no software Chemostat®, aplicando-se os pré-tratamentos de suavização (Savitz-Golay, 13 pontos), normalização, SNV (Standard Normal Variate) e 1ª derivada (13 pontos). Observou-se a formação de seis grupos distintos no HCA, correspondentes aos seis grupos de amostras analisados. Este comportamento também foi observado no gráfico da PC1xPC2, representativo de 78,75% da variância total dos dados. A PC1 foi responsável pela separação das amostras processadas de palitos, com escores positivos, e pura folha, com escores negativos. Já a PC2, separou a erva beneficiada com adição de açúcar, com escores positivos, das folhas de erva-mate, com escores negativos. Os grupos representativos da erva-mate cancheada e da beneficiada sem adição de açúcar apresentaram-se pouco distantes devido a maior semelhança química entre estes produtos. Estes resultados apontam para uma adequada aplicação do infravermelho para avaliar os produtos da erva-mate, sendo uma técnica rápida e não destrutiva.

Palavras-chaves: Erva-mate. Análise exploratória. Infravermelho.

ESTUDIO DE PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DE EXTRACTOS DE ILEX PARAGUARIENSIS ST. HIL. (YERBA MATE) SOBRE BACTERIAS PORTADORAS DE MECANISMOS DE RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS

Ilana J. Cortese¹; Fernando J. Bobadilla¹; Marina G. Novosak¹; Aanalía V. Kachuk²; Fernando L. Kramer³; Margarita E. Laczeski³; Marina I. Quiroga³

¹Becaria Doctoral Conicet. Instituto de Biotecnología Misiones “dra. María ebe reca” (Inbiomis). Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Ruta 12 km 7,5. Posadas, Misiones, Argentina. Cp 3304. Email: cortesejulietta@gmail.com

²Email: kachuk.analia@gmail.com

³Email: fernandokramer@gmail.com

Resumo: *Ilex paraguariensis* (yerba mate) es una especie vegetal de interés agronómico y consumo cotidiano en países de América del Sur. Diversos estudios atribuyen a la yerba mate propiedades antioxidantes, anti-inflamatorias, anti-mutagénica y de reducción de lípidos. Considerando tendencias a nivel mundial de aparición de resistencia a los antimicrobianos disponibles, se incrementó la búsqueda de alternativas al uso de los mismos, incluyendo la investigación de metabolitos de plantas que puedan presentar propiedades antimicrobianas. El objetivo de este trabajo fue estudiar las propiedades antimicrobianas de extractos de yerba mate sobre bacterias portadoras de mecanismos de resistencia a antibióticos: productoras de carbapenemasas (KPC), metilino resistencia (MR), beta-lactamasas de espectro extendido (BLEE), productoras de AmpC y resistencia a Vancomicina (Van B). Hojas de *I. paraguariensis* se colectaron en Apóstoles, Misiones (27°53'0,1''S-55°45'15,1''O). Los extractos se obtuvieron por digestión controlada a 37°C durante 24h para el acuoso y 48h para el alcohólico. Las pruebas de susceptibilidad antibacteriana se realizaron por el método de difusión con discos con un inóculo bacteriano de $1,5 \times 10^8$ UFC mL⁻¹ en agar Muller-Hinton. La concentración inhibitoria mínima (CIM) se realizó por el método de dilución en medio sólido, de acuerdo a las recomendaciones del Instituto para la Estandarización de Laboratorios Clínicos (CLSI, 2015). Los ensayos se realizaron por triplicado. Las cepas bacterianas ensayadas fueron: *Klebsiella pneumoniae* 84 CTX-M15 y *K. pneumoniae* ATCC 700603 (BLEE), *K. pneumoniae* 25 (KPC), *E. coli* 2530 CMY-2 (AmpC), *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 (MR) y *Enterococcus faecalis* ATCC 51299 (Van B). Se incluyeron las cepas patrones *E. coli* ATCC 25922 y *P. aeruginosa* ATCC 27853. El extracto alcohólico mostró actividad antimicrobiana frente a *S. aureus* ATCC 43300 y *E. faecalis* ATCC 51299, por el método de difusión con discos, con halos de inhibición de 10 mm y 9 mm, respectivamente; registrándose valores de CIM entre 1-2,5 mg mL⁻¹. No se observaron diferencias significativas en los valores de CIM entre las cepas que presentaron halos de inhibición y las que no. El extracto acuoso no mostró efecto antimicrobiano con halos de inhibición de 6 mm y CIM ≥ 30 mg mL⁻¹. Concluimos que el extracto alcohólico de yerba mate presentó actividad antibacteriana frente a bacterias Gram positivas portadoras de mecanismos de resistencia a antibióticos, mientras que todas las bacterias Gram negativas ensayadas fueron resistentes. Los resultados indican la necesidad de continuar con los estudios y avanzar en la identificación y caracterización de principios activos de *I. paraguariensis*, para anticipar su aplicación biotecnológica y farmacéutica teniendo como objetivo su aprovechamiento a largo plazo en salud humana, veterinaria y en agronomía frente a fitopatógenos, buscando de esta manera nuevos usos y alternativas económicas que agreguen valor al producto.

Palavras-chaves: *Ilex paraguariensis*. Extractos vegetales. Bacterias resistentes. Antimicrobianos. Mecanismos de resistencia.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HILL. (ERVA-MATE)

Taize. Caroline Dreyer¹; Bruno. Nascimento¹; Chaiane. Rodrigues Schneider¹; Gustavo. Da Silva Oliveira¹; Jéssica. Talheimer Aguiar¹; Maycon. Thuan Saturnino da Silva¹; Tarik. Cuchi¹; Maria. Raquel Kanieski²

¹ Pós-Graduando. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC Lages. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages-SC, Brasil. Email: taize_dreyer@hotmail.com

² Professor/Pesquisador. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC Lages. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages-SC, Brasil. Email: raquel.kanieski@udesc.br

Resumo: O gênero *Ilex*, da família Aquifoliaceae, é distribuído em regiões temperadas, tropicais e subtropicais. Uma das espécies mais importantes neste gênero é *Ilex paraguariensis* St. Hil. Popularmente conhecida como erva-mate. A Erva-mate possui grande importância econômica, ambiental, social e cultural, é encontrada de forma nativa e amplamente cultivada na região sul do Brasil, bem como no nordeste da Argentina e leste do Paraguai. Suas utilidades são observadas também na indústria farmacêutica e, com o passar dos anos, tem sido difundida ainda mais por este setor. Adicionalmente, a espécie apresenta baixa capacidade de propagação causada pelos efeitos da maturação diminuindo seu potencial de enraizamento. Desta forma, evidente é a importância e toma-se como objetivo observar a distribuição desta espécie e caracterizar seu potencial de distribuição. A confecção da base de dados baseou-se nas coordenadas depositadas em herbários, na pesquisa das coleções científicas indexadas na rede *SpeciesLink*. A rede *SpeciesLink* é um sistema distribuído de informação que integra em tempo real, dados primários de coleções científicas e foi desenvolvido graças ao apoio de algumas instituições. Desta forma, com uso da plataforma R gerou-se o mapa de distribuição geográfica da espécie *Ilex paraguariensis*. De acordo com o banco de dados disponível e, com o mapa obtido é possível observar que os exemplares da espécie se concentram na região sul-americana, em latitude de 30 à 15° e, longitude entre 60 e 40°. Também pode-se observar que há ocorrências isoladas da espécie principalmente no território Brasileiro, o que remete a analisar de que maneira a espécie atingiu tais coordenadas ou adaptou-se a essas regiões fitogeográficas. Esta informação não supõe que a ocorrência da espécie é somente nestas condições, visto que pode haver mais exemplares ainda não contabilizados pela rede *SpeciesLink*. Vale ressaltar, que esta informação de distribuição da Erva-mate pode ainda promover o reconhecimento da distribuição especificamente para garantir da manutenção da biodiversidade, além de incentivar o desenvolvimento de trabalhos que auxiliem na ampliação do conhecimento do patrimônio biológico dos países envolvidos.

Palavras-chave: Base de dados, Espécie, Biodiversidade.

**EFICÁCIA DOS EXTRATOS DE FRUTOS IMATUROS DE *Ilex paraguariensis* A. St-Hil.
COMO ALTERNATIVA NO CONTROLE DO CARAMUJO *Pomacea canaliculata*
(Gastropoda, AMPULLARIIDAE)**

Fabiano Brito¹ ; Grace Gosmann²; Guendalina T. Oliveira³

- 1- Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Zoologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Porto Alegre, Brasil - Laboratório de Fisiologia da Conservação. Email: me.fabianobrito@gmail.com
2- Professora/Pesquisadora da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, Brasil. Email: grace.gosmann@ufrgs.br
3- Professora/Pesquisadora da Faculdade de Biociências da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Porto Alegre, Brasil - Laboratório de Fisiologia da Conservação.
Email: guendato@pucrs.br

Resumo: No presente trabalho foi avaliada a eficácia de extratos vegetais de frutos imaturos de *Ilex paraguariensis* no controle químico do caramujo *Pomacea canaliculata* em condições laboratoriais. A fim de verificar a toxicidade sobre um organismo não alvo, foram também desenvolvidos ensaios em alevinos da espécie *Rhamdia quelen*. Foram determinados a Concentração Letal Média (CL50) e o Tempo Letal Médio (TL50) através do teste PROBIT (i.c.: 95%). Os valores de CL50 obtidos estão na faixa entre 17,6 e 26,6 mgL⁻¹ e os valores de TL50 obtidos estão na faixa entre 11,9 e 25 h. As análises da regressão linear mostram correlações positivas dos extratos com o óbito dos animais com valores de R² acima de 0,66. Os parâmetros abióticos mensurados (oxigênio dissolvido, condutividade, sólidos totais dissolvidos, salinidade, resistividade, pH, temperatura e potencial de oxirredução) apresentaram mudanças ao longo do experimento nas concentrações iniciais em relação às finais (p<0,05). Nos moluscos submetidos aos extratos de decocto e butanólico observamos uma intensa secreção de muco e comportamento de rigidez, retração imediata, deriva e óbito. A presença desse muco foi observada nos grupos experimentais de todas as concentrações; já nos grupos controles não observamos a presença de muco. Nos alevinos observou-se um efeito pronunciado do extrato de decocto em relação aos animais dos grupos controles. Em todas as concentrações, observamos nos alevinos hiperventilação e deriva na água antes do óbito. Este conjunto de observações, tanto nos caramujos como nos alevinos, reforçam o potencial tóxico destes extratos em sua relação com a mortalidade dos animais. Contudo, experimentos adicionais devem ser realizados para compreender os mecanismos de ação, tanto em nível bioquímico como funcional destes extratos sob estes animais. Os resultados aqui apresentados comprovam a eficácia dos extratos vegetais dos frutos imaturos de erva-mate no controle químico, mostrando-se assim uma possível alternativa ao controle de *P.canaliculata*, sendo esta espécie considerada praga do cultivo de arroz, além de ser invasora em muitos outros países. Tendo em vista que os frutos são rejeitos industriais vinculados à produção de erva-mate, o aproveitamento destes proporcionaria um novo enfoque tecnológico como uma nova fonte de extratos eficazes para o controle químico desta praga.

Palavras-chave:. *Ilex paraguariensis*. Frutos imaturos. Moluscicida. *Pomacea canaliculata*. Controle químico.

AVALIAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DO SISTEMA GLUTAMATÉRGICO NO EFEITO NEUROPROTETOR E TIPO - ANTIDEPRESSIVO DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO DE *ILEX PARAGUARIENSIS*

Fabiana. Ludka¹; Lori. Tandler²

¹ Professor/Pesquisador. Universidade do Contestado, Campus Canoinhas, SC.
Bolsista Graduando. Universidade do Contestado, Canoinhas, SC

Resumo: Extratos a base de erva-mate *Ilex paraguariensis* St.Hilaire, tem sido utilizado com sucesso em diversos estudos e têm-se relatado efeitos promissores na memória e aprendizado em camundongos. Além disso, achados etnofarmacológicos sugerem a utilização do “mate” como coadjuvante em transtornos psicológicos. A depressão é um transtorno psicológico cujo tratamento é muitas vezes pouco efetivo, de forma que novas estratégias farmacológicas vem sendo exploradas. Contudo a participação do sistema glutamatérgico no mecanismo de ação de antidepressivos de ação rápida e sustentada tem impulsionado a pesquisa de substâncias que modulem tal sistema. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito tipo-antidepressivo do extrato hidroalcoólico de *Ilex paraguariensis* (EHIp) em camundongos. Os animais receberam EHIp por via oral (p.o.), utilizando métodos de gavagem, em diferentes concentrações (0,1 – 10 mg/kg). Fluoxetina (10 mg/kg, p.o.) foi utilizada como controle positivo. Decorrida uma hora do tratamento os animais foram submetidos à análise comportamental: Teste de Suspensão pela Cauda (TSC) e Teste do Campo Aberto (TCA). Para avaliar a participação do receptor NMDA, utilizou-se dois antagonistas do receptor (MK-801 e cetamina) que foram administrados em doses sub-ativas (0,001 mg/kg, i.p. e 0,01 mg/kg, i.p. respectivamente) juntamente com uma dose subativa do EHIp (0,01 mg/kg, p.o.) Para avaliar o efeito neuroprotetor do EHIp, os animais foram tratados com as mesmas doses capazes de desencadear efeito tipo-antidepressivo. Decorrida 1h da administração, os animais foram sacrificados e fatias de hipocampo e córtex frontal foram obtidos. As fatias foram submetidas a toxicidade por glutamato (10mM, por 2h). A viabilidade celular foi avaliada pelo método da redução do MTT. Os dados obtidos foram apresentados como média $\pm$ SEM e submetidos a análise estatística de variância (ANOVA) de uma ou duas vias seguida do teste de Tukey. Foram considerados significativos valores com $P < 0,05$. Os resultados demonstraram que EHIp (0,1 - 10 mg/kg, p.o.) exerce um efeito tipo-antidepressivo semelhante ao resultado exercido pela fluoxetina (10 mg/kg, i.p.) nos animais. Tal efeito tipo antidepressivo depende da modulação do receptor de NMDA, uma vez que observou-se um efeito combinatório usando, doses sub-eficazes de EHIp (0,01 mg/kg, p.o.) e cetamina (0,01 mg/kg, i.p.) ou EHIp (0,01 mg/kg, p.o.) e MK-801 (0,001 mg/kg,i.p.). O efeito tipo-antidepressivo observado é associado a um efeito neuroprotetor, uma vez que a toxicidade induzida por glutamato (10 mM) não foi capaz de diminuir a viabilidade das células em fatias de hipocampo ou córtex dos camundongos tratados com EHIp (0,1 mg/kg, p.o.).

Palavras-chave: EHIp. Efeito tipo-antidepressivo. Efeito neuroprotetor. Sistema glutamatérgico.

DETERMINACION DEL EFECTO FUNGICIDA *IN VITRO* DE EXTRACTOS ACUOSOS DE YERBA MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HILAIRE) FRENTE A HONGOS FILAMENTOSOS DEL GENERO *ASPERGILLUS*

Liliana A. Irrazabal; Isabel A. Seňuk; María V. Askenazi; María C. Vedoya;

Laboratorio de Micología "Dra. Martha G. Medvedeff" Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales.
Universidad Nacional de Misiones. Av. Mariano Moreno 1375. Posadas (3300). Misiones. Argentina.
liliana_@hotmail.com

Resumen: Las plantas medicinales representan un recurso biodegradable alternativo para encontrar sustancias químicas con efectos farmacológicos como la actividad antifúngica frente a hongos fitopatógenos que participan en el biodeterioro de frutas y hortalizas. Considerando que la extracción con disolventes acuosos sobre drogas vegetales es uno de los métodos que se emplea con mayor frecuencia para la obtención de principios activos más concentrados en formas de extractos y que Misiones posee la mayor plantación de yerba mate del país. Estos datos incentivaron esta investigación con el objetivo de determinar el efecto fungicida *in vitro* de extractos acuosos de yerba mate (*Ilex Paraguariensis* ST. Hilaire) frente a cepas de *Aspergillus niger* y *A. parasiticus*. El tipo de estudio fue experimental, prospectivo y descriptivo. Las soluciones extractivas de las hojas verdes maduras de *I. paraguariensis* recolectadas en el periodo primavera-verano, fueron obtenidas por el método discontinuo decocción y se concentraron en estufa a 70°C durante 72 horas. El extracto seco así obtenido se utilizó en la preparación los medios de cultivos de concentraciones crecientes de 50 mg/mL, 100mg/mL, 200mg/mL, 300mg/mL, 400mg/mL y 500mg/mL a partir de extractos acuosos de yerba mate, a los que se adicionó agar papa dextrosa (APD). Como control positivo se utilizaron los conservantes sintéticos, sorbato de potasio (400 ppm) y benzoato de sodio (400 ppm) que sustituyeron al extracto de yerba mate y el control negativo fue solamente el medio APD sin aditivos, ni extracto. El método físico de esterilización que fueron sometidos fue vapor húmedo. Se utilizaron cepas *Aspergillus niger* y *Aspergillus parasiticus* de la micoteca del laboratorio de Micología de la UNaM. De los cultivos de los mencionados hongos, se prepararon suspensiones a la escala 0,5 Mc Farland en cajas Petri aplicando la técnica de difusión en pocillos de agar. Las placas fueron incubadas a 28±2°C hasta que en el control negativo se observó crecimiento micelial en toda la placa, momento en el cual se midieron los halos de inhibición y se analizaron mediante el ensayo de inhibición micelial de Bautista - Baños. Así mediante los resultados obtenidos se determinó que a mayor concentración del extracto de yerba mate (500mg/mL) se observaron mayores porcentajes de inhibición micelial de la cepas de *A. niger* y *A. parasiticus*, información que sirve como dato preliminar de la acción fungicida que contiene uno o más componentes presentes en los extractos de *I. paraguariensis* frente a estas cepas fitopatógenas.

Palabras claves: Extractos Acuoso. Efecto fungicida. Inhibición micelial.

ENSAYO PRELIMINAR ANTIFÚNGICO DE EXTRACTO ACUOSO DE *ILEX PARAGUARIENSIS* FRENTE A CEPAS CAUSANTES DE FUSARIARIOSIS

Isabel A. Señuk; Liliana A. Irrazabal; María V. Askenazi; María C. Vedoya

Laboratorio de Micología. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Av. Mariano Moreno 1375. Posadas (3300). Misiones. Argentina.
liliana_@hotmail.com

Resumen: La creciente necesidad de buscar alternativas antifúngicas, que sean menos tóxicas y más amigables con el ambiente, motiva a realizar experimentos con microorganismos como hongos frente a extractos acuosos de vegetales, en general y de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire, en particular. Fue objetivo del presente ensayo determinar la actividad antifúngica de extractos acuosos de *Ilex paraguariensis* frente a tres cepas fúngicas de *Fusarium* sp. aisladas, de frutas y hortalizas de producción zonal. Para la recolección de las muestras se seleccionaron plantaciones de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire, al azar sometidos a tratamiento con agroquímicos, y se recolectaron hojas verdes del estrato medio-superior, las muestras fueron obtenidas en el periodo de otoño-invierno. Se seleccionaron las hojas y se elaboraron los extractos secos según Farmacopea Argentina por el método de decocción. El aislamiento de los hongos fitopatógenos presentes en las frutas y hortalizas, se realizó mediante la técnica de cámara húmeda de acuerdo con Gilchrist-Saavedra 1.995; y en agar con dextrosa y papa. El ensayo de inhibición micelial se realizó por el procedimiento de Bautista - Baños. El extracto seco obtenido fue utilizado en la preparación del medio de cultivo que se utilizó en los ensayos de inhibición micelial, constituido por agar papa dextrosa (APD), agua y diferentes cantidades del extracto seco de yerba mate con el fin de obtener seis concentraciones (50, 100, 200, 300, 400 y 500 mg/mL). Como control positivo se utilizó una solución acuosa de sorbato de potasio (400 ppm) y benzoato de sodio (400 ppm) que sustituyó al extracto de yerba mate; el control negativo fue el medio APD sin aditivos. Las 3 cepas de *Fusarium* ensayadas mostraron sensibilidad frente a *I. paraguariensis*. Se observó una mayor inhibición del crecimiento micelial a mayores concentraciones de extracto acuoso de yerba mate, siendo los porcentajes de inhibición medios correspondientes a las 6 concentraciones estudiadas en orden creciente 31,1 %, 51,8 %, 61,1 %, 67,0 %, 68,5 % y 72,2 %, respectivamente. Asimismo, pudo observarse que a concentraciones de extracto iguales o mayores a 100 mg/mL, los porcentajes de inhibición micelial fueron iguales o mayores a los del control positivo ensayado. Los resultados del ensayo de inhibición se obtuvieron tras días de incubación a 28°C (+/- 2°C) -considerando como punto final de incubación al equivalente al crecimiento completo de la placa de control negativo- el diámetro de desarrollo micelial se promedió y se calculó el porcentaje de inhibición ocupando la fórmula citada por Bautista - Baños. Estos resultados demuestran el potencial de los extractos acuosos de yerba mate para ser utilizados como agentes antifúngicos en el control de la Fusariosis.

Palabras claves: antifúngica. *Ilex paraguariensis*. *Fusarium* sp.

ANÁLISE QUANTITATIVA DE CAFEÍNA EM AMOSTRAS DE *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL (PLANTA IN NATURA) NATIVAS E CULTIVADAS DO PARANÁ E SANTA CATARINA

Ana F. Nunes¹; Lualis E. de David²

¹ Lualis Edi de David/Pesquisadora. Instituto Federal do paraná, IFPR Palmas Av. Bento Munhoz da Rocha Neto, PRT 280, Palmas-PR, Brasil. Email: lualis.david@ifpr.edu.br

² Ana Flávia Nunes/Graduanda. Instituto Federal do paraná, IFPR Palmas Av. Bento Munhoz da Rocha Neto, PRT 280, Palmas-PR, Brasil. Email: ana.flavia.nunes@outlook.com

Resumo: Erva mate é o produto composto exclusivamente pelas folhas de *Ilex paraguariensis* St. Hil., utilizada para o preparo de bebidas como chimarrão e terer , que apresenta sua originalidade na América do Sul. Exibe em sua composição química vitaminas, aminoácidos, saponinas, taninos, flavonóides e, principalmente metilxantinas, sobressaindo-se a cafeína. A composição química a torna um alimento nutritivo, possui propriedades farmacológicas, estimulantes, antioxidantes, cicatrizante, digestiva e diurética. As condições ambientais são fatores que envolvem a biosíntese na interface química entre as plantas e o ambiente circulante, as quantidades de circunspetos bioativos podem variar por diversos fatores, como, a sazonalidade, temperatura, disponibilidade hídrica e de nutrientes, radiação ultravioleta, ritmo circadiano, poluição, entre outros. O clima propicio da região Sul para o cultivo de *Ilex paraguariensis*   caracterizado como Subtropical  mido Mesotérmico, ou seja, temperado com verões frescos e invernos com ocorrência de geadas severas, sem estação seca. Existem indícios de distinção fitoquímica da erva-mate produzida em cada um dos sistemas, nativa e cultivada. Há uma grande variação na composição química da erva-mate em um mesmo lote, sendo necessários mais pesquisas para determinar o que causa essas variações e tentar minimizá-las com a finalidade de padronizar os extratos de erva-mate. Por ser uma planta de importância econ mica e cultural, com grande variação em sua composição química por diversos fatores, com ênfase nas metilxantinas, objetivou-se, avaliar quantitativamente a presença de cafeína em amostras de erva-mate nativas e cultivadas de Santa Catarina e Paraná. Para a extração de cafeína utilizou-se 5g de planta seca moída em água com temperatura aproximadamente 70  C, isolou-se a cafeína do extrato em fase clorofórmica. A quantificação foi realizada através de espectrofotometria na faixa UV 274 nm. Em amostras nativas de Santa Catarina e Paraná apresentaram concentração de cafeína 3,76 mg/mL e 4,25 mg/mL, valor este, superior às cultivadas, com valores 1,93 mg/mL e 3,18 mg/mL. A espectrofotometria no ultravioleta, não permite distinção entre cafeína e teobromina, visto que ambas absorvem em comprimentos de onda muito próximos (274/270 nm). Desta forma, cafeína e teobromina foram quantificadas concomitantemente, apresentando-se os resultados em metilxantinas totais, expressos em cafeína, ($y = 0,0555x - 0,0011$; $R^2 = 0,9971$). Existem poucos estudos que falam sobre a distinção da composição fitoquímica referente a localização geográfica. E somente com estudos mais profundo poderá revelar características peculiares sobre a mesma.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Cafeína. Distinção fitoquímica.

GENOTIPIFICACIÓN ISSR DE MATERIALES ARGENTINOS DE YERBA MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.)

Di paiva¹; J Cascales²; Me Gauchat³; Ra Scherer⁴; Am Gottlieb⁵.

1 Estudiante doctorado. EEA-INTA Montecarlo-Misiones, Argentina. Email: paiva.daniela@inta.gob.ar

2 Estudiante doctorado. LACyE, Departamento de Ecología, Genética y Evolución, FCEN-UBA; IEGEBA (UBACONICET).

Email: jcascales@ege.fcen.uba.ar

3 Investigadora. EEA-INTA Montecarlo-Misiones, Argentina. Email: gauchat.maria@inta.gob.ar

4 Gerente. Pindo S.A. (Pto. Esperanza, Misiones). Email: rafaelscherer@pindosa.com.ar

5 Investigadora. LACyE, Departamento de Ecología, Genética y Evolución, FCEN-UBA; IEGEBA (UBACONICET).

Email: gottlieb@ege.fcen.uba.ar

Resumen: El objetivo del presente estudio fue cuantificar la variación genética existente en un conjunto de plantas cultivadas de yerba mate. Para ello, se genotipificaron 159 plantas procedentes de cuatro sitios representativos de la región yerbatera en la Argentina. Las plantas analizadas derivan de un proceso de selección basado en características morfológicas con relevancia agronómica. Debido al tipo de manejo, una de estas plantaciones (sitio B) posee una composición más homogénea a campo respecto de las plantaciones de los sitios restantes (A, C y D). Para la caracterización molecular se emplearon cinco marcadores ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*) cuyos patrones de bandas fueron visualizados mediante electroforesis en geles de alta resolución teñidos con nitrato de plata. Las matrices binarias generadas fueron procesadas con diferentes herramientas informáticas a fin de analizar la varianza molecular (AMOVA), y obtener agrupamientos a través del análisis discriminante de componentes principales (DAPC) y de métodos basados en distancias genéticas como el *Neighbor-joining* (NJ). Estos análisis se realizaron con el paquete *adegenet* en R, y los programas GenAlEx y PAUP*. Se obtuvo una proporción de bandas polimórficas mayor al 70%. El AMOVA reportó que más del 90% de la variación se encontró dentro de cada plantación. Según el marcador considerado, el DAPC identificó 3 a 5 grupos (*clusters*). El análisis simultáneo de todos los marcadores (matriz combinada) identificó 3 *clusters* cuya composición de individuos fue similar a los grupos derivados del análisis del marcador ISSRYM5, que estaría sesgando los resultados por presentar un 86% más de bandas. El presente estudio reveló que las plantaciones de yerba mate analizadas poseen una gran variación genética dado que los *clusters* identificados involucraron representantes de los cuatro sitios. Sin embargo, en un caso (sitio A) el 44% de las plantas se diferenciaron al formar un grupo aparte. Los agrupamientos obtenidos de la matriz combinada no sesgada (es decir, excluyendo al marcador ISSRYM5) evidenciados en el NJ, mostraron notables semejanzas con los obtenidos a través del DAPC. Así, los resultados obtenidos hasta el momento indican que existiría una heterogeneidad genética considerable en este grupo de plantas. Esta información tiene una relevancia aplicable como punto de partida para la diagramación de programas de mejoramiento de la yerba mate.

Palabras claves: genotipificación, ISSR, variación genética, agrupamiento.

PRESENCIA DE *CARINETA DIARDI* (HEMIPTERA: CICADIDAE) EN LOTES DE YERBA MATE CONSOCIADO CON *TOONA CILIATA*

Diana V. Ohashi¹; Ramón M. Mayol¹; Sandra P. Molina¹; Maricel G. Bálsamo¹; Guillermo M. Arndt¹; Matías M. Skromeda¹; Hipólito Kuzdra¹, Germán Kimmich²;

¹ Investigador. Equipo Yerba Mate y Té. EEA Cerro Azul INTA. Ruta Nac. 14 km 836. Misiones. Email: ohashi.diana@inta.gob.ar.

² Extensionista Programa Cambio Rural,

Resumen: *Carineta diardi* (Guérin-Ménéville, 1829) (Hemiptera: Cicadidae) fue detectada en tres lotes de yerba mate consociado con cedro australiano, visitados por pedido de sus dueños; Victor Tonn de Colonia Aurora (27°18'53.90"S, 54°28'43.00"O) en noviembre de 2014, Eduardo Gonzalez de Dos Arroyos (27°40'46.3"S, 55°17'9.1"O) a fines de agosto de 2015 y en noviembre de 2016 en la chacra de Leopoldo Gross (27°36'31.19"S, 55°16'25.29"O). Los productores realizaron consulta por daños en brotes quebrados de yerba mate y alta densidad de chicharras. Los mayores daños en brotes de yerba mate, se evidenciaron en lotes consociados con cedro australiano de más de 14 años. A campo se observaron parejas de *C. diardi* en cópula, hembras ovipositando en brotes de yerba mate y rebrotes de cedro australiano, como brotes quebrados colgados de ramas de ambas especies o caídos al suelo. En el suelo se detectaron los orificios de salida a nivel superficial bajo la hojarasca y debajo se identificaron estadios inmaduros, ninfas en distintos estados de desarrollo hasta unos 15-20 cm de profundidad. Las ninfas se reconocen por sus características patas anteriores adaptadas para cavar. Por otro lado, sobre troncos lindantes de yerba mate y cedro australiano, se encontraban las exuvias (mudas) adheridas, luego de la emergencia del adulto. Los brotes con daño, verdes y secos, colgados y caídos al suelo fueron llevados al laboratorio. Con lupa estereoscópica se observó la existencia de huevos alargados blanquecinos agrupados bajo las heridas detectadas en brotes. El macho y la hembra tienen el abdomen rojizo. La hembra se reconoce por poseer el aparato reproductor en forma de lanza, con extremo aserrado que utiliza para realizar la oviposición. Esta especie es fácilmente reconocida por su tamaño y coloración llamativa (cuerpo rojizo con manchas negras y verdes), aunque mayormente está relacionada a datos de biodiversidad. Esta sería la primera referencia de este tipo de daño en yerba mate en consociación con cedro australiano. Según los productores, la presencia de *C. diardi* fue aumentando paulatinamente año tras año, agravándose en lotes con mayores densidades de cedro australiano.

Palavras-chave: *Carineta diardi*. *Ilex paraguariensis*. Cedro australiano. Daños brotes.

PRODUTIVIDADE DE DUAS PROCEDÊNCIAS DE *Ilex paraguariensis* St. Hil. EM SISTEMA DE MINIJARDIM CLONAL

Régis A. Uebel¹; Nilton Mantovani²; Edison R. Perrando²; Hilda H. Soriani³

¹ Engenheiro Florestal. Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen. Linha 7 de setembro s/n, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen-RS, Brasil. Email: uebel.engenhariaflorestal@gmail.com

² Professor/Pesquisador. Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen. Linha 7 de setembro s/n, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen-RS, Brasil. Email: mantovani.nilton@gmail.com

³ Professora/Pesquisadora. Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen. Linha 7 de setembro s/n, BR 386 Km 40, Frederico Westphalen-RS, Brasil. Email: hildasoriani@gmail.com

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), pertencente à família Aquifoliaceae, é uma espécie de grande importância social, cultural, ambiental e econômica no Brasil, Argentina e Paraguai. Devido às dificuldades em se ter produção de plantas seminais com características silviculturais e genéticas homogêneas e, comercialmente viáveis, técnicas de propagação vegetativa estão sendo estabelecidas e aprimoradas para se obter uma produção em alta escala e com menor intervalo de tempo. O presente estudo teve como objetivo analisar a produtividade de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) de dois materiais seminais de diferentes procedências, quanto à formação de brotos e produção de miniestacas em sistema de minijardim clonal. Assim, foram plantadas 20 mudas de Cambona IV procedente do município de Machadinho/RS e outras 20 mudas nativas procedentes do município de Chapada/RS, denominando-as de tratamento 1 (T1) e tratamento 2 (T2), respectivamente. As mudas com aproximadamente 12 meses de idade e com altura média de 20,6 cm foram plantadas em tanques suspensos de minijardim clonal com espaçamento de 30x30 cm. Os tanques constituídos de fibra de vidro (dimensão de 5 m de comprimento, 0,7 m de largura e 0,5 m de profundidade) foram preenchidos com seixo rolado, 10 cm de brita de construção e uma camada de 25 cm de areia média, alocados dentro da casa de vegetação revestida de polipropileno transparente e sob tela de sombreamento de cor preta. Após 60 dias do plantio das mudas no minijardim clonal realizou-se a primeira poda para a conformação das minicepas, deixando-se apenas o ramo principal das plantas com 10 cm de altura a partir do colo. Após 60 dias da primeira poda, fez-se então a primeira avaliação, considerando-se o comprimento dos brotos (cm), o número de brotos (maiores que 1,0 cm) e o número de miniestacas produzidas (com 6 cm de comprimento). Após cada avaliação realizava-se a poda de todas as minicepas para induzir a produção de novos brotos para a avaliação seguinte, sendo realizadas ao todo três avaliações a cada 60 dias, ao final dos meses de junho, agosto e outubro. O ganho em produtividade de cada procedência foi calculado em porcentagem, definido pelo número de miniestacas produzidas por m². Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey (P≤0,05) no programa ASSISTAT. Observou-se diferença significativa entre os tratamentos apenas para a variável número de brotos, com T1 (Cambona IV) apresentando um incremento de 96,4% em relação ao T2 (nativa), já o comprimento dos brotos e o número de miniestacas por minicepa foram em média 5,70 cm e 2,47, respectivamente. O número de miniestacas variou entre os períodos de coleta, com maior produção entre os meses de setembro a outubro, com T1 apresentando valores superiores a T2. Constatou-se um ganho em produtividade (miniestacas de 6 cm) no T1, de 17,6% sobre T2, tornando-se perceptível a seleção de árvores matrizes superiores da procedência de Machadinho, denominada de Cambona IV.

Palavras-chave: Erva-mate. Cambona IV. Nativa. Miniestaca.

ESTRATEGIAS DEL PROGRAMA DE MEJORA DE YERBA MATE (*Ilex paraguariensis* Saint - Hilaire) EN EL INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIAAGROPECUARIA, ARGENTINA.

María E. Gauchat¹; Mario A. Krivenki²; Ector C. Belaber³; Hipólito J. Kuzdra⁴

¹Investigador. INTA - EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, Montecarlo, Misiones, Argentina. Email: gauchat.maria@inta.gob.ar; ² Investigador. INTA EEA Cerro Azul, Misiones, Argentina. Email: krivenki.mario@inta.gob.ar; ³ Investigador. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, Montecarlo, Misiones, Argentina. Email: belaber.ector@inta.gob.ar; ⁴ Técnico. INTA EEA Cerro Azul, Misiones, Argentina. Email: kuzdra.hipolito@inta.gob.ar

Resumen: El programa de mejora de INTA para yerba mate tuvo inicio en la década del '70 y basó sus evaluaciones de progenies y clones en la instalación de numerosos ensayos comparativos a lo largo de 6 ciclos de selecciones. De esta manera, el programa se ha basado en evaluaciones fenotípicas de caracteres como producción de hoja verde, tolerancia a plagas y enfermedades. Esto, si bien ha permitido la selección fenotípica de los materiales, no permitió la estimación de parámetros genéticos. Es necesario comenzar a exploración de la variabilidad individual de caracteres de productividad y de componentes químicos básicos como polifenoles, cafeína y saponina. Así como también, estudiar las correlaciones genéticas entre estos caracteres y otros rasgos con menor costo e medición y la generación de conocimientos básicos sobre los procesos fisiológicos ligados a las variables productivas de manera de apoyar el mejoramiento genético y manejo de la especie. En cada población seleccionada se observaron diferencias morfológicas que deberán ser utilizadas adecuadamente en beneficio de la conservación y el mejoramiento genético. Dada la variabilidad existente, las ganancias del programa podrían ser optimizadas con la aplicación de modelos mixtos de plantas individuales utilizados en otros programas de yerba y otras especies forestales. Estos modelos permiten la estimación de los parámetros genéticos necesarios para el diseño de una estrategia de mejora genética eficiente con base en criterios objetivos de selección de materiales. Durante Agosto de 2016, se realizó la cosecha individual de un ensayo de progenies y un ensayo de clones evaluando el peso de hoja verde. Si bien los resultados obtenidos son preliminares muestran heredabilidades en sentido amplio entre 0,25 y 0,34 con coeficientes de variación genético aditivo entre 8,04 y 25,79 para el ensayo de progenies y de clones, respectivamente. Los niveles de variación genética aditiva observada permitirán obtener importantes ganancias mediante la selección de progenitores para la producción de semillas. La implementación de ensayos clonales provenientes de cruzamientos controlados, permitirán una estimación más exacta de las varianzas no aditivas, lo cual puede ser relevante para el desarrollo de clones. De manera general el programa de mejora genética que INTA lleva adelante para la especie tenderá a desarrollar materiales de propagación mejorado con alto potencial productivo y de adaptabilidad a los diferentes ambientes de cultivo a través de:- Evaluación del comportamiento a nivel individual de la población de mejora disponible conformada por procedencias, progenies. Selección en yerbales para el aumento de la variabilidad genética de la población de mejora existente.

Palabras-claves: Estrategia de mejora, parámetros genéticos, heredabilidad, varianza genética.

LA VÍA METABÓLICA DEL ÁCIDO CLOROGÉNICO EN LA YERBA MATE: UN ESTUDIO DE PROSPECCIÓN *IN SILICO* SOBRE EL TRANSCRIPTOMA

Denisse M. Sánchez¹, Ezequiel Sosa², Germán Burguener³, Carlos Modenutti⁴, Adrián Turjanski⁵, Dardo A. Marti⁶

¹ Becaria Doctoral, Consejo Nacional de Investigaciones, Científicas y Técnicas (CONICET) – Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT), sanchez_denisse@hotmail.com

² CPA CONICET, Plataforma Bioinformática Argentina (BIA), UBA, info@biargentina.com.ar

³ Becario Doctoral, IQUIBICEN, BIA, UBA, info@biargentina.com.ar

⁴ Becario Posdoctoral, CONICET, IQUIBICEN, UBA. cmodenutti@qb.fcen.uba.ar

⁵ Investigador Independiente CONICET, BIA, UBA adrian@qi.fcen.uba.ar

⁶ Investigador Independiente CONICET, Instituto de Biología Subtropical. Laboratorio de Genética Evolutiva, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. CP: 3300. darmarti@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: La yerba mate es consumida como infusión y preparada a partir de hojas, ramas jóvenes y pedúnculos florales de *Ilex paraguariensis* A. St. Hilaire, Esta especie se exporta a todo el mundo, incluyendo Europa, Estados Unidos y Japón, donde se comercializa la molienda de sus hojas y palos tiernos, secos y estacionados industrialmente o extractos utilizados en formulaciones a base de hierbas y productos alimenticios funcionales. El ácido clorogénico (CGA) es el compuesto fenólico más importante del extracto de yerba mate. Este polifenol posee propiedades beneficiosas para la salud, incluyendo actividad anti-oxidante, anti-inflamatoria, anti-lipémico, anti-diabético y anti-hipertensivo, además de poseer actividad antimicrobiana y prebiótica. También es utilizado como precursor de la síntesis de Oseltamivir (Tamiflu® Roche). Con el fin de analizar los genes de la vía metabólica del CGA y genes relacionados, utilizamos una base de datos on line de vías metabólicas de plantas (KEGG) y seleccionamos cinco enzimas candidatas que estarían involucradas en el metabolismo del CGA en *I. paraguariensis*, estas son: *PAL*, EC: 4.3.1.24; *4CL*, EC: 6.2.1.12; *CYP73A*, EC: 1.14.13.11; *HCT*, EC: 2.3.1.133 y *CYP98A*, EC: 1.14.13.36. Para realizar una búsqueda blast de dichas enzimas en el transcriptoma de *I. paraguariensis* utilizamos como templatado las correspondientes ortólogas de *Arabidopsis thaliana*. A partir de dicho blast seleccionamos un hit de *Ilex* para cada enzima antes mencionada según su largo (L), identidad (Id) y E-value (EV). Luego con cada uno de estos *hits*, se realizó una búsqueda blast contra enzimas curadas de la base de datos Uniprot: *PAL*, Id:63.1 contra P26600; *4CL*, Id:82.1 contra O24146; *CYP73A*, Id:92.2 contra Q43054; *HCT*, Id:85.3 contra Q8GSM7; *CYP98A*, Id:78.1 contra O48922. Finalmente, realizamos un análisis comparativo entre las secuencias de aminoácidos, obteniendo una aproximación de las relaciones evolutivas con especies modelo no emparentadas. En el presente trabajo mostramos por primera vez la vía completa del CGA en *Ilex paraguariensis* y la estructura de las enzimas involucradas.

Palabras-clave: Ácido Clorogénico. *Ilex paraguariensis*. Vía Metabólica. Genómica. Transcriptómica.

ESTIMACIÓN DEL DAÑO CROMOSÓMICO INDUCIDO EN POBLACIONES CELULARES T24 POR *Ilex paraguayensis* EN INFUSIÓN A DISTINTAS TEMPERATURAS

P. Bracesco¹, B. Mechoso¹, L. Blanc¹, D. Alem², V. Sosa¹, W. Martinez², N. Bracesco¹

1 Laboratorio de Radiobiología - Departamento de Biofísica - Facultad de Medicina UdelaR. Montevideo – Uruguay

2 Laboratorio de Epigenética e Inestabilidad Genómica– IIBCE – Montevideo - Uruguay

Resumen: En 1991 la OMS a través de su agencia internacional para investigación en cáncer, difundía un informe categorizando a la *Ilex paraguayensis* (IP) como categoría 3 (inocuidad) y a la infusión de mate caliente como probable causante de cáncer (categoría 2A), en el año 2016 la IARC recategorizó la infusión de yerba mate para el consumo a temperaturas mayores de 65°C como categoría 2A y por debajo de ese límite categoría 3. Utilizando un modelo eucariota como *Sacharomices cerevisiae* en nuestro laboratorio observamos que la infusión de IP no incrementa la tasa de mutaciones comparada con la tasa de mutaciones que se dan de forma espontánea. Cuando se analizó con el mismo modelo la inducción de mutagénesis en tratamientos con peróxido de hidrogeno y radiaciones ionizantes se observó aumento de la tasa de mutaciones para estos tratamientos lo que era revertido parcialmente cuando se realizaban en presencia de infusión de yerba mate. También se observó que ciertos componentes presentes en la infusión de mate tiene acción moduladora a nivel de las cascadas de transducción, pudiendo regular la reparación del ADN. Recientemente un grupo de Investigadores de la Universidad Nacional de Misiones evaluó la influencia sobre la temperatura de la cantidad de yerba utilizada (30g, 40g, 50g), temperatura del agua (70°C, 80°C, 90°C). Encontraron que los parámetros cantidad de yerba, temperatura del agua y frecuencia de cebada influyen significativamente sobre la temperatura alcanzada por el pico de la bombilla. La temperatura máxima alcanzada en el pico de la bombilla no superó los 60°C. Las mismas variaron entre 42°C y 60°C. Los valores medio de temperatura del agua consumida variaron entre 55°C y 37°C. En tal sentido, hemos realizado experimentos in vitro con líneas celulares humanas tratadas con IP en el rango de temperaturas en el cual se ingiere habitualmente el mate. Se realizó estudio de micronúcleos que es proporcional al daño cromosómico producido; el tratamiento fue realizado con PBS a diferentes temperaturas, con y sin Mate (45°C, 50°C y 70°C). El mismo fue dejado actuar por 30 segundos (tiempo de deglución 3 segundos), luego de 6 horas de tratamiento se agregó 50 µL de Citocalacina-B (3.0 µg/ml concentración final) incubándose durante 24-28 horas. Datos preliminares mostraron que la frecuencia de células binucleadas disminuyó con el incremento de la temperatura tanto en presencia como en ausencia de mate. A su vez, se observó un incremento de la muerte celular por apoptosis, especialmente con la temperatura más elevada y en presencia de mate. Si consideramos que extractos de la infusión de yerba mate analizados con micro arrays mostraron regulación negativa de decenas de genes involucradas en la cascada de la inflamación (datos no publicados), podríamos aseverar que la infusión de mate consumida en límites de seguridad como lo informa la IARC se trata de una bebida que no induce mutagénesis, mostrando evidencias de que algunos de sus componentes en concentraciones particulares poseen propiedades antiinflamatorias y antimutagénicas en nuestro modelo de investigación.

Palabras Clave: Hipertermia, infusión de yerba mate, daño celular, apoptosis, Mutagénesis.

Conservação, Melhoramento Genético e Multiplicação

SUSTRATOS PARA EL ENRAIZAMIENTO DE CLONES DE *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. (HIL.)

Sandra P. Molina¹; Ramón M. Mayol¹; Diana V. Ohashi¹; Maricel G. Bálsamo¹; Guillermo M. Arndt¹;
Matías M. Skromeda¹

¹ Investigador. Equipo Yerba Mate y Té. EEA Cerro Azul – INTA. Ruta Nac. 14 km 836. Misiones,
Argentina. Email: molina.sandra@inta.gob.ar

Resumen: La yerba mate (*Ilex paraguariensis*) es una especie perenne nativa de Sudamérica. El bajo porcentaje de germinación de sus semillas conducen a buscar otros sistemas alternativos para la producción de plantas. Tal es el caso de la propagación vegetativa por medio de estacas. El mayor obstáculo es cuando se quiere propagar material adulto, debido a su baja capacidad de enraizamiento. Entre los factores externos que influyen en la formación de raíces en la base de los esquejes, se encuentra el sustrato. En el presente trabajo, diferentes sustratos (cáscara de pino, perlita, vermiculita, cáscara de arroz carbonizada, turba y sus mezclas) fueron evaluados en cuanto a su capacidad para el enraizamiento de estacas en distintos clones de yerba mate. Los parámetros analizados fueron supervivencia (%), enraizamiento (%), número de raíces primarias y longitud de la raíz más larga (cm). En general, se observó que el sustrato a base de cáscara de arroz carbonizada, sola o en mezcla con vermiculita, presentó los mejores resultados en la mayoría de los parámetros estudiados. En el sustrato “Prozono” se registró la mayor longitud radicular, con un promedio de 5,83 cm. En el caso de los materiales genéticos evaluados, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ellos, para todos los parámetros analizados. El clon 9/74 es el que mejor comportamiento presentó durante la propagación. Se concluye que la cáscara de arroz carbonizada es un sustrato adecuada para la propagación vegetativa de yerba mate. El material genético influye en el proceso de enraizamiento de estacas de yerba mate. Es preciso adecuar el sistema de enraizamiento para cada material genético.

Palabras clave: Yerba mate. Propagación. Estacas. Medios de enraizamiento.

Introducción

La yerba mate (*Ilex paraguariensis*) es una especie perenne nativa de Sudamérica, cuya multiplicación se realiza a través de semillas. El bajo porcentaje de germinación de las mismas conducen a buscar otros sistemas alternativos para la producción de plantas. Tal es el caso de la propagación vegetativa por medio de estacas, que resulta en una alternativa de gran valor para la multiplicación de materiales selectos. Pero, como sucede con la mayoría de las especies leñosas, la capacidad de enraizamiento es una característica relacionada con la juvenilidad del material y que se pierde con la maduración. Este es el mayor obstáculo cuando se quiere propagar plantas adultas en yerba mate.

La propagación vegetativa por medio de estacas es un proceso en el que participan múltiples factores, los cuales llevan a la formación de raíces en la base de los esquejes para obtener así una planta completa, idéntica a la planta madre (Hartmann y Kester, 1999).

Debido a la dificultad de enraizamiento de las estacas adultas de yerba mate, se hace indispensable ajustar los factores que pueden influir para aumentar la eficiencia en la multiplicación.

Entre los factores exógenos, el medio de propagación o sustrato afecta la capacidad de enraizamiento dependiendo de sus propiedades químicas y físicas principalmente (Hartmann y Kester, 1999; Cárdenas y López, 2011). En especies que enraízan con dificultad, el medio de enraizamiento puede tener gran influencia no solamente en el porcentaje de estacas enraizadas, sino también en la calidad del sistema radicular formado (Castrillón *et al.*, 2008).

Debido a que el sustrato es el sustento físico de la estaca durante el período de enraizamiento, debe proporcionar el tenor de humedad adecuado para prevenir la deshidratación de la base de la estaca y el espacio poroso para facilitar el crecimiento radicular y prevenir el desarrollo de enfermedades, además de presentar baja densidad de partículas (Couvillon, 1988; Marco *et al.*, 1998).

Al no existir un sustrato ideal o universal, se debe buscar la mezcla que más se adapte a los requerimientos de cada especie, tipo de estaca, época y sistema de propagación (Hartmann y Kester, 1999). Normalmente, se busca una combinación de componentes orgánicos y minerales que otorguen distintas características al medio y que sean adecuadas para el enraizamiento de la especie en cuestión (Hartmann y Kester, 1999; Iglesias *et al.*, 2009).

Por lo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de distintos sustratos sobre las variables que caracterizan el proceso de propagación (supervivencia, porcentaje de enraizamiento, número y longitud de raíces y brotación) de estacas adultas, en distintos materiales genéticos de yerba mate.

Metodología

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul (INTA), localizada en Misiones (Argentina). Se evaluaron tres materiales genéticos identificados como 8/74, 9/74 y 76/77. Las estacas se obtuvieron de plantas adultas de aproximadamente 35 años.

Los sustratos evaluados fueron: cáscara de pino compostada de granulometría gruesa (CP-testigo), sustrato comercial a base de cáscara de pino compostada de granulometría fina (Proz), turba comercial para propagación vegetativa (Dyn), cáscara de arroz carbonizada (CAC), perlita (P), vermiculita (V), perlita+vermiculita (P+V, 70/30), cáscara de arroz carbonizada+vermiculita (CAC+V, 80/20).

Las estacas fueron confeccionadas de tal manera de conseguir una longitud de 5-6 cm, con por lo menos un nudo y una hoja reducida a un tercio de su tamaño. Previo a la instalación del ensayo, las estacas fueron tratadas con un fungicida de contacto (Captan, 2,0 gL⁻¹).

Se utilizaron bandejas de plástico rígido, de 40 celdas con 90 cm³ de capacidad por celda. El ambiente de propagación consistió de media sombra aluminizada al 80%, con riego por microaspersión y nebulización para lograr 90% de humedad ambiente.

El diseño experimental usado fue en bloques completos al azar, con los tratamientos distribuidos en un esquema factorial de 8 x 3, con 4 repeticiones. Las parcelas estuvieron constituidas de 10 estacas cada una.

La evaluación se realizó a los 6 meses desde el momento de estaqueo, registrando los siguientes parámetros: supervivencia (%), enraizamiento (%), brotación (%), número de raíces y longitud de la raíz más larga (cm).

Los datos se analizaron mediante el análisis de la variancia (ANOVA) y las comparaciones de las medias fueron hechas usando el test de Tukey, con un nivel de significancia del 95%.

Resultados y Discusión

Analizando el factor sustrato, para la mayoría de los parámetros evaluados se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los sustratos. El porcentaje de enraizamiento, junto con el número y longitud de raíces fueron los más afectados por el tipo de sustrato. En todas las variables analizadas, los sustratos compuestos por CAC presentaron los mayores valores (**Figura 1**).

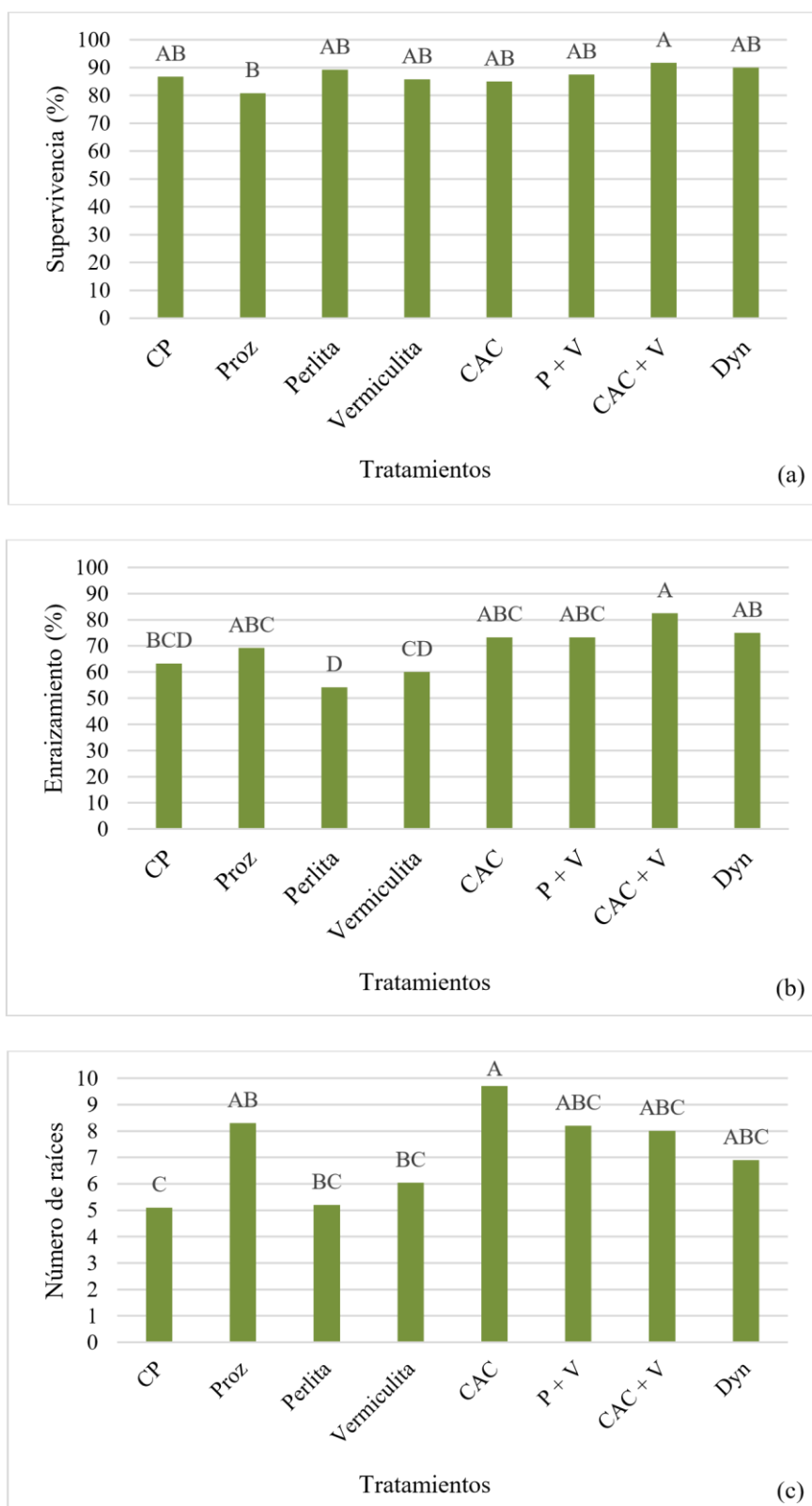


Figura 1. Efecto de los diferentes sustratos sobre los parámetros: (a) porcentaje de supervivencia, (b) porcentaje de enraizamiento, (c) número de raíces y (d) longitud de la raíz más larga, en estacas de yerba mate.

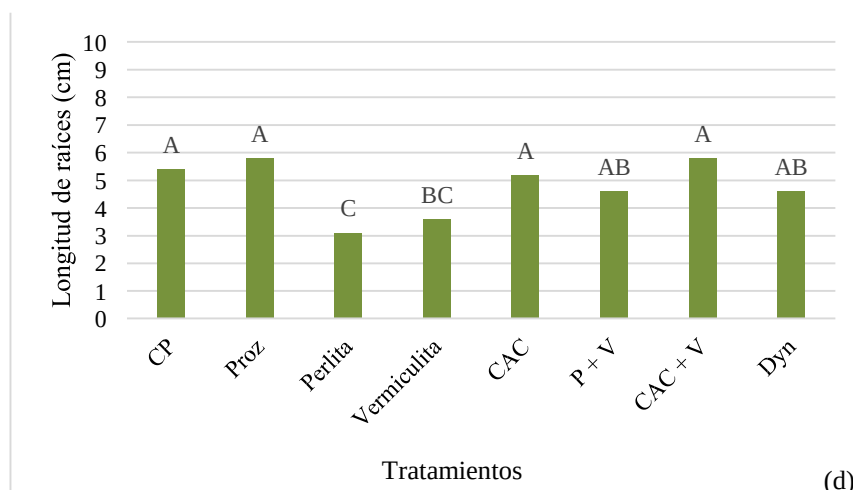


Figura 1. Efecto de los diferentes sustratos sobre los parámetros: (a) porcentaje de supervivencia, (b) porcentaje de enraizamiento, (c) número de raíces y (d) longitud de la raíz más larga, en estacas de yerba mate.

La “CAC” permitió obtener valores promedio, en todos los clones, de entre 73,3 y 82,5% de enraizamiento (**Figura 1b**). El otro sustrato que tuvo buen comportamiento en esta variable fue “Dyn”, que es un sustrato a base de turba con fines de propagación, con el que se logró un promedio de 75% de enraizamiento. Resultados similares fueron encontrados por Molina y Mayol (2011) en miniestacas de yerba mate.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de supervivencia, entre los diferentes sustratos (**Figura 1a**).

En cuanto al número de raíces, se registraron mayores diferencias entre los tratamientos pero los sustratos a base de cáscara de arroz carbonizada fueron los que mejor se comportaron, alcanzando valores promedio de 9,7 raíces por estaca (**Figura 1c**).

Con respecto a la longitud de la raíz más larga (**Figura 1d**), los mayores valores se registraron en los sustratos a base de cáscara de pino y cáscara de arroz carbonizada, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos. El sustrato “Proz” a base de cáscara de pino compostada, con un valor promedio de 5,83 cm, fue seguido por CAC+V con raíces de 5,75 cm de longitud, CP con 5,42 cm y CAC con raíces de 5,16 cm.

Los resultados muestran que cuando la perlita y la vermiculita se usan en mezcla tienden a mejorar la calidad del sistema radicular, comparado a su uso por separado (**Figura 1 b, c, d**). Esto podría deberse a la baja capacidad de absorber agua que tiene la perlita y la poca estabilidad estructural de la vermiculita (Landis *et al.*, 1990). Al usarse en la mezcla, se compensan ambas características, lo que podría influir positivamente en las raíces.

Tabla 1. Comportamiento de los clones con respecto a los parámetros supervivencia, enraizamiento, brotación, número y longitud de raíces.

Tratamiento	Supervivencia (%)	Enraizamiento (%)	Brotación (%)	Número de raíces	Longitud de raíces (cm)
Clon 8/74	88,1 ^a	71,6 ^a	10,0 ^c	7,7 ^b	5,9 ^a
Clon 9/74	92,2 ^a	76,9 ^a	76,6 ^a	9,2 ^a	5,3 ^a
Clon 76/77	80,9 ^b	58,1 ^b	30,3 ^b	4,6 ^c	3,1 ^b

Letras distintas en el sentido de las columnas indican diferencias significativas por el test de Tukey al 5% de probabilidad.

En el caso de los materiales genéticos evaluados, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre ellos, para todos los parámetros analizados (**Tabla 1**). Si bien la supervivencia fue alta en los tres clones evaluados, en el resto de los parámetros sobresale el material 9/74. Por otro lado, el clon 76/77 presentó los valores más bajos en la mayoría de los parámetros evaluados en el sistema de propagación por estacas. Estos resultados indican que existe una fuerte influencia del genotipo en la propagación vegetativa. Resultados similares fueron encontrados por Lima *et al.* (2005) en estacas de acerola.

El clon 9/74, además de presentar un elevado porcentaje de enraizamiento, registró el mayor porcentaje de brotación (76,6%). Esto favorecería el proceso de rejuvenecimiento en cascada y acortaría el tiempo necesario para la producción de plantas (**Tabla 1**).

Cuando se compara el porcentaje de enraizamiento alcanzado por los tres materiales genéticos se observa que, en la mayoría de ellos, el clon 9/74 es el que mejor responde en la mayoría de los sustratos. En tanto que en otros dos (“Proz” y la mezcla CAC+V), el clon 8/74 es el que registra los mayores porcentajes. Sólo en el medio de enraizamiento “Dyn”, el clon 76/77 alcanza un elevado porcentaje de enraizamiento, incluso superando al clon 9/74 (**Figura 2**).

Estos resultados estarían indicando que existe un sustrato ideal para cada material genético, que permite expresar su potencial en el proceso de propagación.

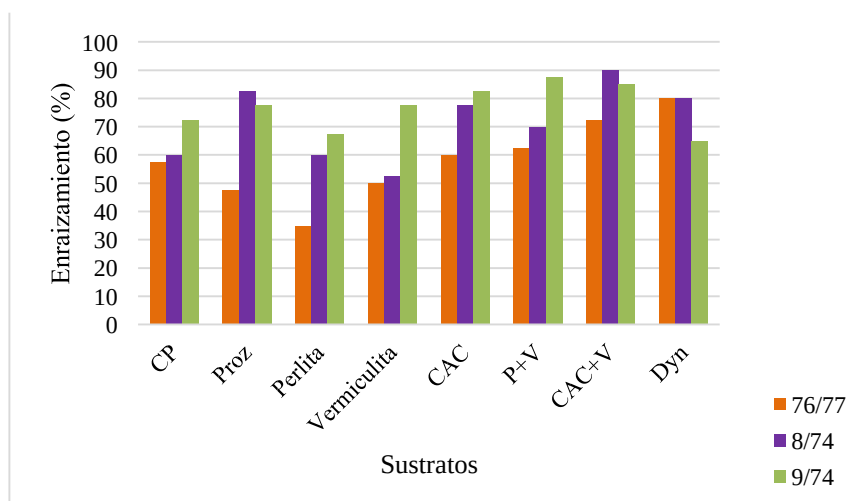


Figura 2. Enraizamiento (%) alcanzado por los tres materiales genéticos evaluados en los distintos sustratos.

Conclusiones

Los sustratos en cuya composición participa la cáscara de arroz carbonizada, son los que mejores respuestas lograron en las estacas de yerba mate, en los tres clones evaluados.

El material genético influye en el proceso de enraizamiento de estacas de yerba mate. El clon 9/74 es el que mejor respondió al estaqueo. Independientemente del sustrato, el clon 76/77 es el material con menos aptitud para la propagación vegetativa.

Es preciso adecuar el proceso de enraizamiento para cada material genético.

Agradecimientos

A los proyectos que financian, en parte, las actividades de propagación vegetativa en yerba mate: Proyectos Regionales PRET 1242101, PRET 1242102, PRET 1242103 y el Proyecto Específico PNIND-1108073 del Programa Nacional de Cultivos Industriales.

Referencias Bibliográficas

- CÁRDENAS-NAVARRO, R.; LÓPEZ-PÉREZ, L. Propagación vegetativa de rosa: efecto del sustrato, luminosidad y permanencia de la hoja. *Scientia Agropecuaria* 2, p. 203211, 2011.
- CASTRILLÓN, J.C.; CARVAJAL, E.; LIGARRETO, G.; MAGNITSKIY, S. El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos. *Agronomía Colombiana* v. 26, n. 1, p. 16-22, 2008.
- COUVILLON, G.A. Rooting responses to different treatments. *Acta Horticulturae* 227, p. 187-196, 1988.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. Propagación de Plantas. Principios y prácticas. Compañía Editorial Continental, México. 760p., 1999.
- IGLESIAS-DÍAZ, M.I.; LAMOSA, S.; RODIL, C.; DÍAZ-RODRÍGUEZ, F. Root development of *Thuja plicata* in peat-substitute rooting media. *Scientia Horticulturae* 122, p. 102-108, 2009.
- LANDIS, T.D.; TINUS, R.W.; MC DONALD, S.E.; BARNETT, J.P. The container tree nursery manual. Handbook 674. Washington, DC. USDA, Forest Service. 85p. 1990.
- LIMA, R.L.S.; SIQUEIRA, D.L.; WEBER, O.B.; BUENO, D.M.; CECON, P.R. Enraizamento de estacas caulinares de acerola em função da composição do substrato. *Ciências Agrárias* v. 26, n. 1, p. 27-32, 2005.
- MARCO, C.A.; KERSTEN, E.; DA SILVA, J.G.C. Influência do ethephon e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Ciência Rural*, v. 28, n. 2, p. 221-224, 1998.
- MOLINA, S.P.; MAYOL, R.M. Miniestacas de material adulto de yerba mate – Efecto del sustrato. *Actas V Congreso Sudamericano de la Yerba Mate*, p. 43, 2011.

SOBREVIVÊNCIA DE PROGÊNIES DE ERVA-MATE PLANTADAS À PLENO SOL NO SUDOESTE DO PARANÁ

Ítalo M. G. Amaral¹; Eleandro J. Brun²; Ana C. Ricardi³; Raiza Abati³; Diego Rodrigues³

¹ Eng. Florestal/Mestrando em Agroecossistemas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR Dois Vizinhos. Estr. p/ Boa Esperança, S/n - Zona Rural, Dois Vizinhos-PR, Brasil. Email:italo.maykee@gmail.com

² Professor/Pesquisador. Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR Dois Vizinhos. Estr. p/ Boa Esperança, S/n - Zona Rural, Dois Vizinhos-PR, Brasil. E-mail: eleandrobrun.utfpr@gmail.com

³ Graduando. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR Dois Vizinhos. Estr. p/ Boa Esperança, S/n - Zona Rural, Dois Vizinhos-PR, Brasil.

Resumo: A erva-mate é uma planta que tem importância cultural, social, econômica e ambiental, sendo utilizada na região Sul Brasil principalmente na forma de chimarrão e chás. Desta forma saber manejar e determinar técnicas de cultivo são importantes para a sua produção. O objetivo do presente trabalho, foi identificar a taxa de sobrevivência de 18 progênies no primeiro mês pós plantio. O plantio foi realizado na cidade de Dois Vizinhos, região sudoeste do Paraná, em área experimental do campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. As mudas foram plantadas em pleno sol, em delineamento experimental de blocos ao acaso, sendo 4 blocos, com 5 repetições de cada progênie por bloco. Após um mês de plantio foi analisado a taxa de sobrevivência das progênies, no qual 9 progênies apresentaram de 10 a 15% de taxa de mortalidade, sendo um valor aceitável para plantio de ervais, no entanto mais estudos devem ser realizados para determinar se as variações existentes se devem a variabilidade genética ou práticas de manejo empregadas.

Palavras-chave: Silvicultura. Adaptação. Mortalidade.

Introdução

Com o intuito de valorizar e ampliar as áreas de cultivo em Dois Vizinhos-PR e região, e considerando a formação histórica e cultural da mesma, este trabalho poderá dar embasamento inicial sobre sobrevivência em plantios de erva-mate.

A região sudoeste do Paraná é caracterizada por pequenas propriedades rurais onde, na agropecuária, tem predomínio o plantio de grãos como o milho, soja e feijão. Na produção animal destacam-se os suínos, as aves e bovinocultura de leite (SEAB, 2003). Esse fato se deve a modernização tecnológica ocorrida no campo a partir da década de 50, potencializando o trabalho agrícola em algumas atividades. No entanto, caracterizou-se com estreitamento de relações entre a agricultura e a indústria, dando origem ao padrão de produção agrícola atual (MELO; SILVA, 2004).

Por outro lado, atualmente em âmbito nacional busca-se a valorização de culturas alternativas às tradicionais e de produção sustentável (ASSIS, 2005), assim podendo utilizar a erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) como uma espécie com grande potencial para as pequenas e médias propriedades rurais da região, que busquem outras vertentes de produção e renda, dentro da realidade já existente na família. A espécie é nativa e com crescente demanda de mercado, possibilitando que, com técnicas de cultivo e manejo corretas, os produtores alcancem a rentabilidade desejada.

Sendo típica das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, é encontrada no Brasil, Paraguai e Argentina. É amplamente difundida na região sul do país, e desempenha um papel importante, para as regiões que produzem. Sua distribuição predominante, considerando áreas de ocorrência natural, baseado no mapeamento climático de Koeppen, concentra-se nos tipos climáticos Cfb (temperado úmido, com temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C), seguido pelo Cfa (temperado úmido, com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C). Entretanto, a espécie também ocorre em áreas onde os tipos climáticos são Cwa (temperado ou subtropical com

inverno seco) e Aw (tropical com inverno seco). A precipitação pluvial média anual gira em torno de 1500 mm (OLIVEIRA; ROTTA, 1985).

Desta forma, apresentando ocorrência natural no município de Dois Vizinhos, onde ocorre, de acordo com a classificação climática de Koeppen o tipo climático Cfa, sendo um clima pluvial temperado (mesotérmico), com a temperatura do mês mais frio entre 18° e – 3° C, sendo frequentes as geadas. O clima é sempre úmido, sem estação seca, com chuvas distribuídas em todos os meses do ano, numa média anual de 2025 mm, com a temperatura do mês mais quente acima de 23°C.

Apesar da ocorrência natural no município de Dois Vizinhos, os materiais genéticos usados na maioria das áreas de produção não tem produtividade satisfatória, pela baixa qualidade genética das mudas produzidas atualmente na maioria dos viveiros florestais. Isto se deve a exploração predatória da erva-mate nativa, associado ao desmatamento das florestas, pela expansão da agropecuária e exploração de madeira, ocorrendo os riscos de erosão genética, o que colocou a espécie em risco de extinção em populações naturais. Sendo assim, selecionar matrizes de qualidade genética superior, produzir mudas e realizar plantios experimentais a campo são etapas fundamentais do processo de busca de melhoria da produtividade dos ervaais, gerando a partir disso a melhoria da renda dos produtores, sendo socialmente justo, respeitando o tradicionalismo e cultura regional, e ambientalmente preservando os solos, água, reservas legais e dentre outros fatores.

Com base nesse enfoque, o objetivo deste trabalho foi a avaliação da sobrevivência inicial de progênies de várias regiões do Sul do Brasil, plantadas a pleno sol em Dois Vizinhos-PR.

Metodologia

Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. A universidade fica localizada no sudoeste do Paraná. Dois Vizinhos tem seu clima classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) com verões quentes com faixa de temperatura mínima entre -3°C e 18°C e máxima $\geq 22^\circ\text{C}$, com temperatura média anual de 19°C e precipitação média anual de 1900 mm (ALVARES et al., 2013).

Com base em avaliação prévia, constatou-se que a área possuía grande incidência de formigas cortadeiras, o que levou a decisão da realização de controle prévio utilizando iscas granuladas. Previamente ao plantio, foi realizada a limpeza da área quanto à ocorrência de vegetação espontânea através de roçada mecanizada e o preparo do solo, em área total, com uso de escarificador, até 30 cm de profundidade.

Sendo assim, a área onde foi plantado o experimento é homogênea em relação aos fatores externos e possui as mesmas características de solo e relevo.

Delineamento Experimental e Amostragem

As mudas que foram utilizadas para a implantação do trabalho, tem por base várias localidades de ocorrência natural da erva-mate no Sul do Brasil (estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), tendo sido produzidas em Chapecó-SC pelo viveiro Eco Empreendimentos Ambientais. Foram utilizadas 18 progênies, as quais constituíram os tratamentos do estudo, com 20 mudas para cada uma, distribuídas em 4 blocos (repetições) de 5 mudas cada, formando um delineamento em blocos ao acaso totalizando 360 plantas. O espaçamento de plantio é de 1,5 m x 1,5 m.

O plantio foi realizado no mês de outubro de 2016, não sendo considerada época mais adequada para o plantio de erva-mate, no entanto, as mudas foram irrigadas com auxílio de regadores com solução de hidrogel, e sendo dispostas com ripas de madeira de 15 x 50 cm ao lado oeste das mudas,

para que fossem protegidas do sol do período da tarde. Estes dois aspectos tiveram como objetivo minimizar os efeitos do calor e luminosidade excessiva nas mudas.

Coleta de Dados

A avaliação da sobrevivência foi realizada 30 dias após o plantio, onde as mudas plantadas foram analisadas individualmente, em três aspectos: sobrevivência (Sv), onde a mesma apresentava-se estável e com características morfológicas satisfatórias (com folhas e ramos verdes), e mortas (M), mudas sem folhas e com ramos secos.

Resultados e Discussão

No geral, as progênes apresentaram taxas de sobrevivência superior a 70% (**Tabela 1**). Considerando que foram submetidas a um devido estresse causado por serem plantadas fora da época indicada de plantio para a espécie.

Tabela 1. Porcentagem de sobrevivência (Sv) e mortalidade (M) aos 30 dias após plantio.

Progênie	% Sv	% M
1	80	20
2	90	10
3	85	15
4	80	20
5	65	35
6	80	20
7	90	10
8	75	25
9	90	10
10	80	20
11	90	10
12	80	20
13	95	5
14	85	15
15	70	30
16	85	15
17	80	20
18	85	15

Por se tratar de uma espécie perene, é de grande importância que durante a implantação e condução seja feito o manejo adequado e que as mudas tenham um padrão de qualidade para que ocorra sucesso no plantio e desenvolvimento das mudas (SENAR, 2004).

Segundo DANIEL (2009) a observação da necessidade do replantio deve ser aos 30 dias, tendo viabilidade quando as taxas de mortalidade se encontram de 10 a 15%. Desta forma, neste trabalho, com os dados já dispostos e seguindo técnicas de manejo descritas, 9 progênes se enquadraram dentro da porcentagem aceita economicamente em grandes ervais, sendo que, para ervais menores o produtor poderá rever conforme sua necessidade e uso da terra.

Sabendo-se disso, levam-se em conta dois aspectos importantes no estudo que poderiam aumentar os índices de sobrevivência, sendo que para a retirada das mudas de erva-mate do viveiro, deveria iniciar a adaptação, inicialmente retirando-se, gradativamente, a cobertura, até chegar a pleno sol, este tempo poderia durar em torno de 30 dias. Outro fator que pode ter sido limitante foi à utilização de somente uma tábua de proteção ao invés de duas, que protegeria as mudas do sol nascente e poente.

Segundo PES et., al (1995) a erva-mate deve ser cultivada ou terá melhor adaptação em plantios que se assemelhem ao seus povoamentos naturais, que são áreas mais sombreadas e que apresentam ambiente umbrófilo, em seu estudo comparando o plantio de erva-mate em 3 sistemas consorciados diferentes, obteve porcentagens de sobrevivência de 78,66% com o sombreamento de Pinus, 81,33% com Bracatinga e 18,66% em capoeira.

Sendo que, no estabelecimento de plantios a campo, é considerada fase mais crítica de sobrevivência das mudas os primeiros meses após o plantio. Saidelles et al. (2003) aos 5 meses após plantio obteve taxas de sobrevivência entre 51 a 64% , em 3 diferentes sítios em pleno sol, e determinou como fator importante a possibilidade da falta de chuvas nas estações primavera/verão.

No entanto, na presente pesquisa os fatores genéticos ainda não foram levados em consideração no estudo, sendo observados a partir do teste de progênie e de outras variáveis que vão determinar se esses resultados são devido à adaptação genética ao ambiente ou são características resultantes do manejo empregado. Assim, identificando características específicas relacionadas à produtividade e à qualidade da erva-mate.

Conclusões

As mudas da erva-mate apresentaram boa sobrevivência e adaptação ao município de Dois Vizinhos aos 30 dias após plantio a pleno sol.

As progênies destacadas como 2, 7, 9, 11 e 13 apresentaram as melhores porcentagens de sobrevivência, enquanto 5, 8 e 15 apresentaram taxas de sobrevivência igual ou menor a 75%.

Deverão ser realizadas correlações entre o desenvolvimento das progênies e as suas características de origem nas diferentes regiões de ocorrência delas.

São necessários estudos mais aprofundados quanto à variabilidade genética para determinar quais progênies podem obter maior desenvolvimento considerando as mesmas técnicas de plantio e manejo.

Agradecimentos

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos pelo apoio e logística na implantação e condução do estudo e ao Viveiro Florestal da empresa Eco Empreendimentos Ambientais pela cedência das mudas para execução da pesquisa.

Referências Bibliográficas

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 2013, v. 22, n. 6, p. 711–728.
- ASSIS, R. L; Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Econ. Aplic.**, 10(1): 75-89, jan-mar 2006
- DANIEL, O; Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial . Dourados, MS : UFGD ; UEMS, 2009.
- MELO, C. O; SILVA, G. H; Caracterização do setor agrícola da região sudoeste do Paraná. *Faz Ciência*, v. 6, p. 255-273, 2004.

- OLIVEIRA, Y. M. M. de; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 1983, Curitiba. **Anais....**Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1985. p.17-36. (EMBRAPA-CNPQ Documentos, 15).
- PES, L; HOPPE, J.M; STORCK, L; OLIVEIRA, O. S; Comportamento da erva-mate em consórcio silvicultural. **Ciência Florestal.**, Santa Maria, v.5, n.1, p, 19-32, 1995.
- SEAB, Secretaria da agricultura e do abastecimento. PERFIL DA AGROPECUÁRIA PARANAENSE, Curitiba, 2003. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/revista.pdf> acesso dia: 05/04/17
- SENAR, Serviço nacional de aprendizagem rural. **Trabalhador no cultivo de plantas industriais – erva-mate: produção.** Curitiba, 2004.

SANIDADE DE SEMENTES DE ERVA-MATE DURANTE O PROCESSO DE ESTRATIFICAÇÃO

Gabriela F. Souza¹; Luciana M. Oliveira²; Ricardo T. Casa²; Anieli C. Souza¹; Louise Z. Puchale³; Lenita Agostineto⁴

¹ Eng. Florestal/ Estudante de Pós-Graduação. Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV-UDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages-SC, Brasil. E-mail: gabisouza93@hotmail.com; anielicioato@hotmail.com

² Professor/ Pesquisador. Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV-UDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages-SC, Brasil. E-mail: luciana.oliveira@udesc.br

³ Bolsista IC/Graduanda. Universidade do Estado de Santa Catarina, CAV-UDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages-SC, Brasil. Email: louise_zp@hotmail.com

⁴ Professora/ Pesquisadora. Universidade do Planalto Catarinense, UNIPLAC. Av. Castelo Branco, 170, Lages-SC, Brasil. Email: leagostineto@yahoo.com.br

Resumo: A estratificação é o método mais utilizado para a superação de dormência de sementes de erva-mate; entretanto, poucos trabalhos relatam a incidência fúngica durante esse processo. Objetivou-se nesse trabalho analisar a ocorrência de fungos em sementes durante o processo de estratificação. Sementes, oriundas do município de Urupema-SC, foram submetidas ao processo de estratificação durante os períodos de 0, 90 e 180 dias entre duas camadas de areia autoclavada e mantidas a temperaturas intercalando de 35 °C por 8 horas e 15 °C por 16 horas. Após cada período de estratificação, analisou-se a sanidade de 200 sementes previamente desinfestadas utilizando-se o meio de cultura BDA e incubação por sete dias em temperatura de 22 °C e fotoperíodo de 12 horas. Os principais fungos identificados foram *Fusarium graminearum*, *Fusarium oxysporum* e *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp.; *Penicillium* sp., *Curvularia* sp.; *Alternaria* sp.; *Bipolaris* sp. e *Cladosporium* sp. De maneira geral, a incidência fúngica apresentou uma redução no final do processo de estratificação, assim como uma diminuição dos tamanhos das colônias, provavelmente devido à redução de nutrientes disponíveis no substrato ao final do período.

Palavras-chave: Patologia de Sementes. Superação de Dormência. *Ilex paraguariensis*.

Introdução

A cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) está presente no cotidiano da maioria da população do Sul do Brasil e países como Argentina e Uruguai, contribuindo ainda com a geração de renda de pequenos e médios agricultores regionais que cultivam a espécie principalmente em sistemas agroflorestais (MACCARI JUNIOR, 2005; STURION; RESENDE, 2010).

Atualmente, grande parte da propagação da espécie é realizada por meio de mudas oriundas de sementes, fazendo com que a produção de sementes de qualidade seja de grande importância para o sucesso de implantação de novas áreas ou mesmo, da conservação da espécie.

Grande parte das sementes de erva-mate apresenta dormência devido à presença de embrião imaturo (dormência embrionária), necessitando de tempo maior para germinação. Um processo amplamente utilizado por viveiristas, que visa superar a dormência e, consequentemente, uniformizar a germinação da espécie é a estratificação, onde as sementes são expostas a areia úmida, com variação de temperatura, por períodos de 4 a 6 meses (CROCE; FLOSS, 1999; STURION; RESENDE, 2010).

Durante o processo de estratificação, no entanto, pode ocorrer a incidência de fungos (Grigoletti Junior et al., 1999). Croce; Floss (1999) consideraram que o controle fitossanitário é dificultado durante esse processo, devido ao elevado grau de umidade e a grande concentração de sementes no mesmo local. Entretanto, de acordo com Grigoletti Junior et al. (1999), alguns fungos associados às sementes de erva-mate no processo de estratificação apresentam um efeito de degradação do endocarpo. Este fato favorece a germinação das sementes da espécie, e a utilização de

fungicidas durante a estratificação poderia diminuir este efeito positivo para a espécie. Assim, torna-se importante a identificação de fungos que podem ocorrer durante a superação da dormência de erva-mate, por meio da estratificação.

Diante do exposto, objetivou-se analisar a ocorrência de fungos em sementes de erva-mate submetidas ao processo de estratificação.

Metodologia

As sementes de erva-mate foram colhidas matrizes localizadas em Urupema – SC.

O município de Urupema, SC, localiza-se no Planalto Catarinense, onde o clima é quente e temperado. Segundo Köppen e Geiger, o clima é classificado como Cfb. A temperatura média anual em Urupema é 14.1 °C. A média anual de pluviosidade é de 1634 mm e a altitude de 1324 m (CLIMATE, 2016).

As coletas foram realizadas por meio de anteparos colocados abaixo das matrizes, durante os meses de março e abril de 2016. Para o experimento, foram utilizados apenas frutos maduros, com coloração arroxeada escura, classificados como cor 2,5/1 F: 5Y pela Tabela de Munsell. As sementes foram extraídas em peneira e água corrente, e beneficiadas manualmente para retirada das impurezas. O experimento foi desenvolvido nos Laboratórios de Sementes e de Fitopatologia do CAV/UDESC.

A avaliação da sanidade inicial do lote de sementes, recém colhido, foi realizada com 200 sementes. As mesmas foram desinfestadas em hipoclorito de sódio a 1% por 30 segundos e álcool 70%, após foram lavadas três vezes em água destilada para remover o resíduo do hipoclorito de sódio. Após a desinfestação, as sementes foram postas para secar sobre papel-filtro e, em seguida, plaqueadas. A desinfestação foi realizada com o objetivo de reduzir a incidência de fungos contaminantes.

Utilizou-se o meio agarizado BDA (Extrato de 200 gramas de batata + 20 gramas de dextrose + 20 gramas de ágar/L) para a detecção dos fungos. Quatro repetições de 25 sementes foram dispostas em placas de Petri e acondicionadas a 22 ± 2 °C em câmara climatizada com fotoperíodo de 12 horas durante sete dias.

Outras 200 sementes foram submetidas ao processo de estratificação, realizado em caixas gerbox, onde uma camada de sementes ficou entre duas camadas de areia autoclavada, com 01 cm cada, e foram mantidas a temperaturas intercalando de 35 °C por 8 horas e 15 °C por 16 horas. Duzentas sementes permaneceram em processo de estratificação durante 90 dias e outras 200 sementes, durante 180 dias. Quando alcançado o período de estratificação, as sementes foram submetidas à avaliação de sanidade, como descrito anteriormente.

A identificação fúngica foi feita por meio de comparação com as características descritas em literatura específica (BARNETT; HUNTER, 1972), baseando-se na análise de estruturas fúngicas, com auxílio de microscópio estereoscópico e ótico. Para a identificação de *Fusarium graminearum* realizou-se análise morfológica, por meio do sequenciamento da região ITS (Internal Transcribed Spacer).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, verificou-se a normalidade dos dados e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, no programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

Externamente, pode-se perceber que, ao final do período de estratificação, as sementes adquiriram coloração escurecida, em relação ao início do processo (**Figura 1**). Para Grigoletti Júnior et al. (1999), esta mudança na coloração das sementes se deve ao processo de decomposição do endocarpo, causado na maioria das vezes pela ação de microrganismos como os fungos.

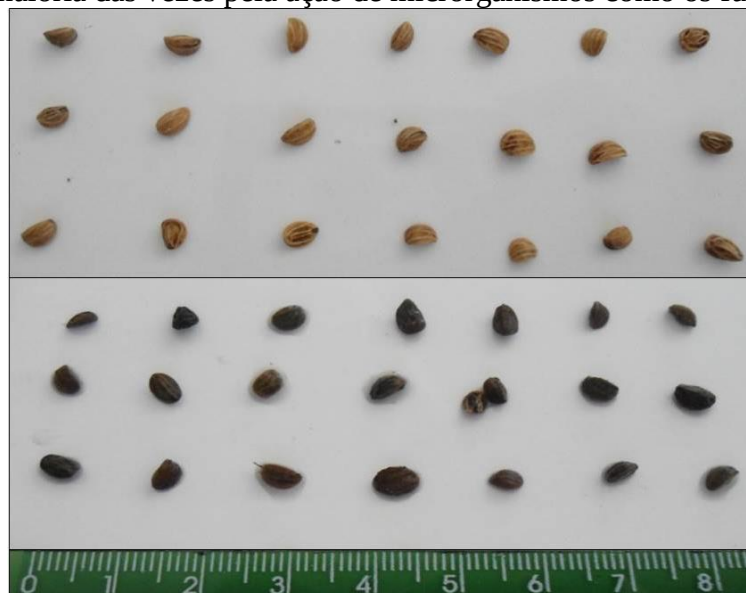


Figura 1. Aspecto superficial de sementes de erva-mate. A = sementes não submetidas ao processo de estratificação; B = sementes submetidas ao período de 180 de estratificação.

Foram identificados em sementes de erva-mate submetidas à estratificação os seguintes fungos: *Fusarium gramineareum*, *Fusarium oxysporum* e *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp.; *Penicillium* sp., *Curvularia* sp.; *Alternaria* sp.; *Bipolaris* sp. e *Cladosporium* sp. Foi observado ainda, em menor incidência, *Trichoderma* sp. (**Tabela 1**).

Oliveira et al. (2015), avaliando lotes de sementes de erva-mate provenientes do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, apontaram a incidência de *Penicillium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp., *Alternaria* sp. e *Phomopsis* sp. detectados pelo método de Papel Filtro e meio de cultura BDA.

Tabela 1. Incidência fúngica em sementes de erva-mate, oriundas de Urupema – SC, submetidas a diferentes períodos de estratificação.

Fungo	Período de estratificação (dias)		
	0	90	180
<i>Fusarium oxysporum</i>	12,0 a ¹	0,0 b	0,0 b
<i>Fusarium</i> sp.	27,0 a	8,0 b	0,0 c
<i>Fusarium gramineareum</i>	9,0 a	0,0 b	0,0 b
<i>Aspergillus</i> sp.	0,0 a	5,5 a	0,0 a
<i>Penicillium</i> sp.	2,5 a	1,0 a	7,5 a
<i>Curvularia</i> sp.	0,0 b	38,0 a	0,0 b
<i>Alternaria</i> sp.	0,0 a	3,5 a	0,0 a
<i>Bipolaris</i> sp.	0,0 b	3,0 a	0,0 b
<i>Cladosporium</i> sp.	4,5 a	0,0 b	0,0 b

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As incidências de *Fusarium oxysporum*, *Fusarium* sp. e *F. gramineareum* apresentaram comportamentos decrescentes ao longo do processo de estratificação, demonstrado por médias

maiores em sementes não submetidas a estratificação e pela ausência dos mesmos aos 180 dias do processo.

O gênero *Fusarium* é um dos causadores do problema mais comum em sementeiras e mudas de erva-mate, a podridão radicular. Na maioria dos casos, esses fungos estão inicialmente associados às sementes e podem causar baixa germinação ou a morte de plântulas (POLETTTO et al., 2006).

Já para *Curvularia* sp. houve um aumento até os 90 dias e um decréscimo no período subsequente, o que também foi verificado para *Bipolaris* sp. Para os demais fungos, não houve diferenças significativas.

De maneira geral, observou-se a redução do tamanho das colônias com o aumento do tempo de estratificação, principalmente aos 180 dias, assim como uma diminuição da rapidez com que as mesmas adquiriram suas colorações características.

Já Grigoletti Junior et al. (1999) observaram o aumento da incidência de fungos até os 150 dias de estratificação e um posterior decréscimo dessas ocorrências, assim como se observou para *Curvularia* sp. e *Bipolaris* sp. Os mesmos autores indicam que esse fato ocorreu devido à diminuição dos nutrientes disponíveis no substrato para o desenvolvimento dos fungos.

Conclusões

Os fungos que apresentaram maiores incidências para sementes de erva-mate durante o processo de estratificação foram *Curvularia* sp., *Fusarium gramineareum*, *Fusarium oxysporum* e *Fusarium* sp.

As incidências de *Fusarium gramineareum*, *Fusarium oxysporum* e *Fusarium* sp. apresentaram redução durante o processo de superação de dormência.

Para os gêneros *Curvularia* e *Alternaria* houve um aumento até os 90 dias e posterior diminuição das incidências aos 180 de estratificação.

Agradecimentos

A FAPESC, pelo apoio financeiro e a FAPESC Termo nº: 2015 TR 645. Processo nº: FAPESC 00001882/2014.

Referências Bibliográficas

- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. Illustred genera of imperfect fungi. 3 nd ed. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1972.
- CLIMATE. Dados Climáticos para cidades mundiais. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/>> Acesso em: 09 de set. 2016.
- CROCE, D. M. da; FLOSS, P. A. Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 1999. 81 p.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000. Anais... São Carlos, SP: SIB, p. 255-258, 2000.
- GRIGOLETTI JUNIOR, A.; ZANON, A.; AUER, C. G.; FOWLER, J. A. P. Efeito de fungicidas aplicados nas sementes, na emergência de plântulas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Boletim de Pesquisa Florestal. Colombo, n. 39, p.31-39, jul./dez. 1999.
- MACCARI JUNIOR, A. Análise do pré-processamento da erva-mate para chimarrão. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2005.

- POLETTTO, I.; MUNIZ, M. F. B.; CECONI, D. E.; SANTIN, D.; WEBER, M. N.; BLUME, E. Zoneamento e identificação de *Fusarium* spp. causadores de podridão de raízes em plantios de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) na região do vale do Taquarí, RS. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2006.
- STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. de. Melhoramento genético de erva-mate. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 274 p.
- TANAKA, M. A. S.; MAEDA, J. A.; PLAZAS, I. H. A. Z. Microflora fúngica de sementes de milho em ambientes de armazenamento. Scientia Agricola, v.58, n.3, p.501-508, jul./set. 2001

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E HISTOLÓGICA DO ENRAIZAMENTO ADVENTÍCIO DE MINIESTACAS DE ERVA-MATE

Nathalia Pimentel¹; Kelen H. Lencina²; Marina F. Pedroso³; Dilson A. Bisognin⁴; João M. S. de Oliveira⁵

¹Pós-graduanda. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: nathaliapimentel@outlook.com

²Pesquisador. Pós-Doutorando no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: khaygert@hotmail.com

³Graduando/Bolsista IC. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: marinafengflorestal@gmail.com

⁴Professor/Pesquisador do CNPq. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Departamento de Fitotecnia, Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: dilson.bisognin@ufsm.br

⁵Professor/Pesquisador. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Departamento de Biologia, Av. Roraima, 1000, Prédio 16, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: linneau@yahoo.com.br

Resumo: Diante da dificuldade de enraizamento de miniestacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil) e da escassez de informações referentes aos fatores que afetam esta característica, o objetivo deste trabalho foi analisar a presença de amido e compostos fenólicos e da estrutura anatômica das miniestacas de clones de erva-mate e relacioná-los com a sua capacidade de enraizamento adventício. Para a caracterização anatômica e histológica, miniestacas foram coletadas aos 0, 30 e 60 dias de cultivo em câmara úmida e fixadas em solução contendo 1% de glutaraldeído e 4% de formaldeído e seccionadas em micrótomo rotativo. A solução de lugol foi utilizada para detectar os grãos de amido e o cloreto férrico para identificação de compostos fenólicos. O processo de formação do tecido calogênico resultou no aumento do diâmetro da miniestaca de erva-mate na região do corte, rompendo o tecido esclerenquimático na região do periciclo e gerando a perda de continuidade da camada esclerificada. As miniestacas do clone 10SM07 apresentaram menor distribuição de amido quando comparadas àquelas do clone 06SM15, em todas as avaliações realizadas. Assim, as diferenças da capacidade rizogênica dos clones de erva-mate estudados não é dependente da barreira anatômica (camada esclerificada das miniestacas) e nem do acúmulo de compostos fenólicos, mas podem estar associadas ao armazenamento de amido.

Palavras-chave: Anatomia vegetal. *Ilex paraguariensis*. Propagação vegetativa. Miniestaquia.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. - Hil), pertencente à família Aquifoliaceae, é uma espécie arbórea nativa das regiões subtropicais da América do Sul, abrangendo 540.000 km² do território do Brasil, Paraguai e Argentina (ESMELINDRO et al., 2002). Esta espécie apresenta relevante potencial econômico devido a ser amplamente consumida nos países sul-americanos por meio do chimarrão ou tereré, bem como em infusão de folhas secas, ou seja, na forma de chá, o qual está ganhando uma rápida expansão nos mercados mundiais, incluindo os Estados Unidos (SMALL e CATLING 2001; GRIGIONI et al., 2004).

Comercialmente a produção de mudas de erva-mate é realizada via sexuada, (WENDLING, 2004), o que resulta em plantas com relação genética de meio-irmãos, as quais, produzem mudas de baixa qualidade genética e consequentemente plantios com baixo rendimento (SANTIN et al., 2008). Diante deste cenário, a miniestaquia pode ser uma técnica alternativa para a produção de mudas de erva-mate (WENDLING et al., 2007), possibilitando a obtenção de material homogêneo, com características desejáveis e em tempo reduzido. No entanto, Pimentel (2016) constatou que entre as miniestacas de diferentes clones de erva-mate, denominados de 10SM07 e 06SM15, houve taxas de

enraizamento adventício variando de 2,49 a 63,39%, não havendo na literatura informações referentes aos fatores que poderiam estar influenciando nesta diferença de comportamento entre os mesmos.

A formação de raiz adventícia é um processo complexo e dependente de diversos fatores, entre os quais se destaca a presença de carboidratos (SMART et al., 2003) e de compostos fenólicos (XAVIER et al., 2013), bem como as características estruturais dos propágulos vegetativos (HARTMANN et al., 2011). A presença de carboidratos é importante para o enraizamento, por ser fonte de carbono para a síntese de substâncias essenciais à formação das raízes (ARAUJO et al. 2004). Estacas com concentrações mais elevadas de carboidratos normalmente apresentam melhores taxas de enraizamento (HARTMANN et al., 2011), bem como a formação dos primórdios radiculares é dependente da inibição da oxidação do ácido indolacético que é realizada pelos compostos fenólicos denominados de o-difenóis, p-difenóis e polifenóis (LEE et al., 1982). Além disso, existe uma relação direta entre a dificuldade de enraizamento de algumas espécies e o grau de continuidade da camada de esclerênquima, uma característica estrutural dos propágulos vegetativos (ONO e RODRIGUES, 1996; HARTMANN et al., 2011).

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a presença de amido e compostos fenólicos, bem como da estrutura anatômica das miniestacas de clones de ervamate e relacioná-los com a capacidade de enraizamento dos mesmos.

Metodologia

As miniestacas de erva-mate foram coletadas de minicepas de dois clones de ervamate (10SM07 e 06SM15) com aproximadamente 3 anos de idade. O minijardim foi estabelecido em sistema fechado de cultivo sem solo, em casa de vegetação climatizado do Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas, Universidade Federal de Santa Maria, município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. As minicepas do clone 06SM15 são originárias da extração de embriões zigóticos, conforme metodologia descrita por Horbach et al. (2011). Já as minicepas do clone 10SM07 são provenientes de mudas obtidas por estaquia de brotos epicórmicos emitidos no colo de árvores matrizes de ervamate com, aproximadamente, 20 anos de idade.

Para o enraizamento, brotações de erva-mate foram coletadas em Julho de 2014 e seccionadas em miniestacas de gema única com, aproximadamente, 2,0 cm de comprimento e uma folha reduzida em 50% da sua área original. Posteriormente, as miniestacas foram cultivadas em bandejas de isopor contendo substrato comercial à base de casca de pinus, vermiculita média e areia de granulometria grossa (1:1:1 v/v) e mantidas em câmara úmida com umidade relativa do ar de, aproximadamente 85%, fornecida por nebulização automatizada 8 vezes ao dia por 1 minuto. As miniestacas foram coletadas para a caracterização anatômica e histológica, aos 0, 30 e 60 dias de cultivo nas condições descritas anteriormente.

Para a análise anatômica e histológica, o material botânico foi fixado numa solução contendo 1% de glutaraldeído e 4% de formaldeído em tampão de fosfato de sódio 0,1 M, pH 7,2 (McDOWELL e TRUMP, 1976; GABRIEL, 1982), seguido de lavagem no mesmo tampão, lavagem em água destilada e finalmente desidratação em séries com álcool etílico (O'BRIEN e McCULLY, 1981). O material foi pré-infiltrado em (2-hidroxietil)-metacrilato

(HEMA) e solução de etanol 99,6% (1:1) durante 12 h, seguido de infiltração em HEMA durante aproximadamente 4 h e incorporação em suporte de Teflon até a polimerização estar completa. As amostras foram seccionadas a 3 e 5 µm de espessura utilizando um micrótomo rotativo Leica RM2245. A solução de Lugol foi utilizada para detectar amido e o Cloreto Férrico para identificação de compostos fenólicos (JOHANSEN, 1940).

A documentação e análise fotográfica foram realizadas utilizando um microscópio Leica® DM 2000 com um sistema de captura de imagem DFC295.

Resultados e discussão

Aos 30 e 60 dias de cultivo, independentemente do clone analisado, foi possível observar que a porção basal das miniestacas de erva-mate, as quais foram expostas pelo seccionamento, apresentaram formação de xilema neoformado (xnf) entre os tecidos calogênicos, a partir do qual emergem raízes adventícias. A formação de calo resulta em miniestacas com aspecto cônico, gerado por meio da proliferação de células, as quais possibilitaram um incremento radial e tangencial da base e consequentemente o alargamento da porção basal das miniestacas de erva-mate (**Figura 1**).

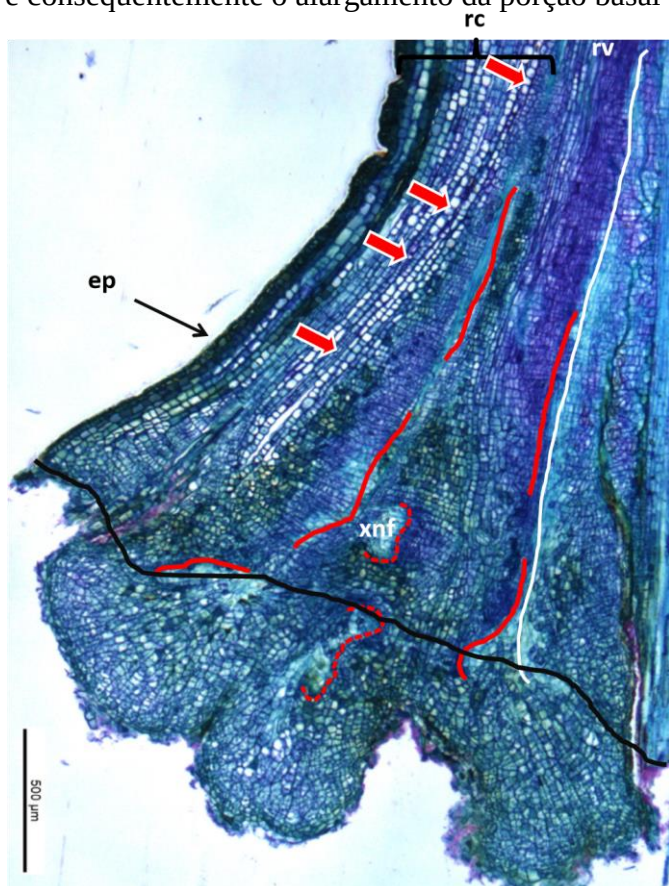


Figura 1. Descrição anatômica do aspecto cônico da porção basal das miniestacas de erva-mate, aos 30 dias de cultivo.

Barra = 500 µm. rc = região cortical; rv = região vascular; ep= epiderme; xnf = xilema neoformado. Setas vermelhas indicam regiões de descontinuidade de fibras da barreira mecânica.

Este processo de formação do tecido calogênico resultou no aumento do diâmetro da miniestaca de erva-mate na região cortical, fato que gerou a descontinuidade da barreira mecânica (**Figura 1**), e o preenchimento dos respectivos espaços com tecidos parenquimáticos. Esta característica confirma que a barreira anatômica descrita por diversos autores (HARTMANN et al., 2011; BRYANT e TRUEMAN, 2015; MAYER et al., 2008) não é um fator limitante ao enraizamento dos clones de erva-mate no presente estudo. Peixe et al. (2007) também verificaram que em estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) existe a presença de um anel de esclerênquima descontinuo, o qual não é determinante da dificuldade de enraizamento de algumas cultivares desta espécie. Resultados similares foram obtidos por Sachs et al. (1964), os quais afirmaram que as diferenças na capacidade de enraizamento de variedades de espécies arbóreas frutíferas ocorre devido à facilidade destas em formar as raízes iniciais, não sendo dependente da restrição mecânica da camada esclerificada.

O teste histoquímico com a solução de cloreto férrico revelou a presença de compostos fenólicos nas miniestacas tanto do clone 10SM07 quanto do clone 06SM15, não sendo observada diferença qualitativa entre os diferentes clones, aos 0, 30 e 60 dias de cultivo. Testes específicos seriam necessários para distinguir a classificação destes compostos fenólicos, já que a presença de monofenóis estimula o enraizamento enquanto os polifenóis inibem a formação do sistema radicial nos propágulos vegetativos (ONO e RODRIGUES, 1996).

A análise com ênfase na verificação da distribuição de grãos de amido mostrou acúmulo na medula e no xilema secundário, principalmente no sistema radial, no floema primário e na epiderme das miniestacas de erva-mate (**Figura 2**).

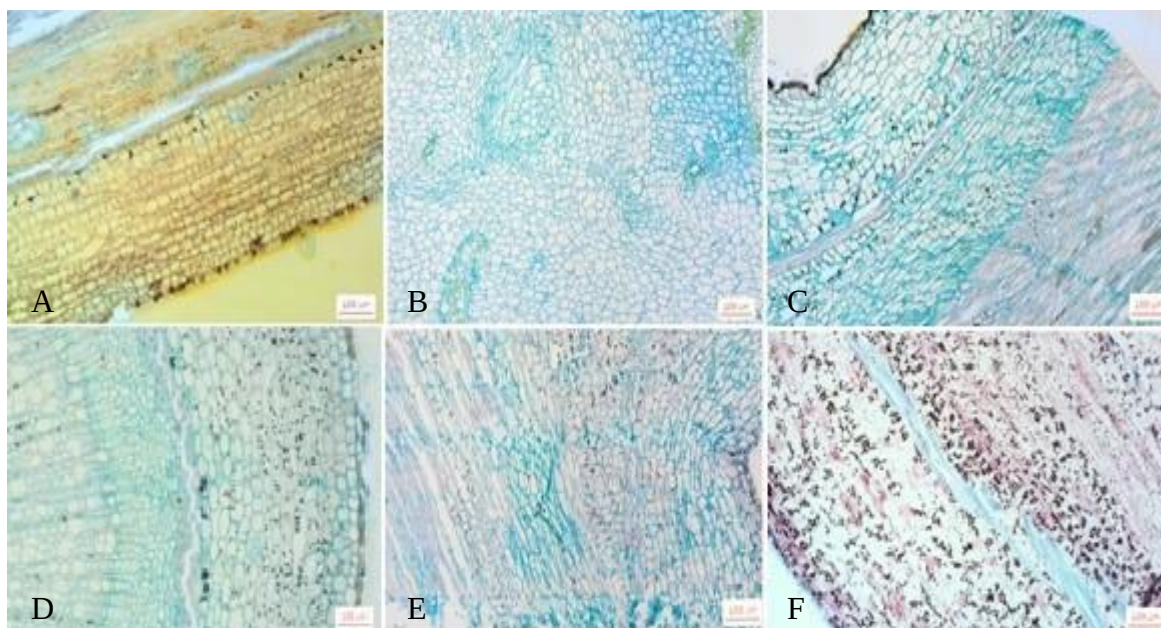


Figura 2. Seções da base das miniestacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil) de dois clones 10SM07 (A,B e C) e 06SM15 (D, E e F), aos 0 (A e D), 30 (B e E) e 60 dias de cultivo (C e F). Barra = 100 µm.

O teste histoquímico com lugol permitiu verificar claramente que há diferença na distribuição dos grãos de amido nas miniestacas dos dois clones de erva-mate estudados. As miniestacas do clone 10SM07 apresentaram menor quantidade de grãos de amido, os quais apresentaram menor tamanho e distribuição quando comparadas as miniestacas do clone 06SM15, em todas as avaliações realizadas (**Figura 2**), principalmente aos 60 dias de cultivo. Este resultado provavelmente justifica a dificuldade de enraizamento adventício observada nas miniestacas do clone 10SM07, concordando com Paiva e Gomes (1993) e Hartmann et al. (2011), os quais afirmam que para se obter elevada taxa de enraizamento adventício é necessário um alto teor de carboidratos nos propágulos vegetativos. Resultados semelhantes foram verificados em estacas de calliandra (*Calliandra tweedii* Benth.), nas quais a baixa porcentagem de enraizamento foi associada à ausência de grãos de amido (MAYER et al., 2008).

Conclusões

A diferença da capacidade rizogênica dos clones de erva-mate estudados não é dependente da barreira anatômica (camada esclerificada nas miniestacas) e nem do acúmulo de compostos fenólicos, mas pode estar associada ao armazenamento de amido.

Referências Bibliográficas

- ARAUJO, J.P.C.; SCARPARE FILHO, J. A.; RODRIGUES, A. Alporquia em Lichia: épocas e concentrações de carboidratos solúveis em ramos. Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Florianópolis, 2004.
- BRYANT, P.H.; TRUEMAN, S.J. Stem Anatomy and Adventitious Root Formation in Cuttings of *Angophora*, *Corymbia* and *Eucalyptus*. *Forests*, v.6, p. 1227-1238, 2015.
- ESMELINDRO, M. C.; TONIAZZO, G.; WACZUK, A.; DARIVA, C.; OLIVEIRA, D. Caracterização físico-química da erva-mate: influência das etapas do processamento industrial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, p. 193-204, 2002.
- GRIGIONI, G.; CARDUZA, F.; IRURUETA, M.; PENSEL, N. Flavour characteristics of *Ilex paraguariensis* infusion, a typical Argentine product, assessed by sensory evaluation and electronic nose. *J. Sci. Food Agric.*, v. 84, n. 5, p. 427-432, 2004.
- GABRIEL, B.L. Biological Electron Microscopy. New York, Van Nostrand Reinhold Company. 264p., 1982.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F.T.; GENEVE, R.L. Plant propagation: principles and practices. 8 ed. New Jersey: Prentice Hall, 915p., 2011.
- HORBACH, M. A.; BISOGNIN, D.A.; KIELSE, P.; QUADRO, K. M.; FICK, T.A. Micropropagação de plântulas de erva-mate obtidas de embriões zigóticos. *Revista Ciência Rural*, v. 41, n. 1, p. 113-119, 2011.
- JOHANSEN, D.A. Plant Microtechnique. New York, McGraw-Hill Book Company Inc. 523p., 1940.
- LEE, T.T.; STARRATT, A.N.; JEVNIKAR, J.J. Regulation of enzymic oxidation of indole 3-acetic acid by phenols: structure-activity relationships. *Phytochemistry*, v.21, n.3, p.517-523, 1982.
- MAYER, J. L. S.; CARDOSO, N. A.; CUQUEL, F.; BONA, C. Formação de raízes em estacas de duas espécies de *Calliandra* (leguminosae - mimosoideae). *Rodriguésia*, v.59, n.3, p. 487-495, 2008.
- MCDOWELL, E. M.; TRUMP, B.F. Histologic fixatives suitable for diagnostic light and electron microscopy. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, v. 100, n. 8, p. 405-414, 1976.
- O'BRIEN, T.P.; MCCULLY, M.E. The study of plant structure principles and selected methods. Melbourne, Termarcaphi Pty Ltd., 357p., 1981.
- ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares. Jaboticabal: Funep. 81p., 1996.
- PEIXE, A.; SERRAS, M.; CAMPOS, C.; ZAVATTIERI, A.; DIAS, A.S. Estudo histológico sobre a formação de raízes adventícias em estacas caulinares de oliveira (*Olea europaea* L.). *Revista de Ciências Agrárias*, v.30, n.1, 2007.
- PIMENTEL, N. Miniestaquia e qualidade de mudas de erva-mate. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, RS. 2016, 122p.
- SACHS, R.M.; LORETI, F.; DE BIE, J. Plant rooting studies indicate sclerenchyma tissue is not restricting factor. *California Agriculture*, v. 18, n. 9, p. 4-5, 1964.
- SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BRONDANI, G. E.; REISSMANN, C. B.; ORRUTÉA, A. G.; ROVEDA, L. F. Crescimento de mudas de erva-mate fertilizadas com N, P e K. *Scientia Agraria*, v. 9, n. 1, p. 59-66, 2008.
- SMALL, E.; CATLING, P.M. Blossoming treasures of biodiversity: Mate (*Ilex paraguariensis*) - better than Viagra, marijuana, and coffee. *Biodiversity*, v.2, n.4, p. 2627, 2001.
- SMART, D.R.; KOCSIS, L.; WALKER, M.A.; STOCKERT, C. Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, v.21, p. 296-314, 2003.
- WENDLING, I. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire): estado da arte e tendências futuras. Colombo: Embrapa Florestas. 46 p., 2004.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007.
XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 279 p., 2013.

SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE ERVA-MATE PRODUZIDAS POR MINIASTAQUIA EM DIFERENTES RECIPIENTES

Mhaiaandry B. Rodrigues¹; Nathalia Pimentel²; Kelen H. Lencina³; Marina F. Pedroso⁴; Dilson A. Bisognin⁵

¹Pós-Graduanda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: mhayforest@gmail.com

²Pós-Graduanda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: nathaliapimentel@outlook.com

³Pesquisadora, Pós-Doutoranda no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: khaygert@gmail.com

⁴Graduanda/Bolsista IC. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: marinafengflorestal@gmail.com

⁵Professor/Pesquisador do CNPq. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Departamento de Fitotecnia. Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: dilson.bisognin@ufsm.br

Resumo: Os plantios de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) vêm enfrentando dificuldades de implantação devido à utilização de mudas seminais, as quais resultam em povoamentos de baixa qualidade e produtividade. Uma alternativa viável para contornar este problema é a utilização da miniestaquia, que produz mudas com padrão homogêneo de desenvolvimento e crescimento. Após o enraizamento das miniestacas, o crescimento das mudas produzidas vai depender, entre outros fatores, do tipo e tamanho do recipiente adequado, o que será determinante no estabelecimento dessas mudas no campo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade morfológica das mudas de erva-mate produzidas por miniestaquia em sacos de polietileno (500, 1500 e 3000 cm³) e em tubetes de polietileno rígido (100 cm³). As mudas foram avaliadas antes do plantio e após um ano de instalação do experimento quanto à porcentagem de sobrevivência, número de folhas, altura da parte aérea, diâmetro de colo e a relação entre altura da parte aérea e diâmetro de colo. Após um ano de cultivo, as mudas de erva-mate apresentaram valores de sobrevivência entre 72,74 e 51,49%. No momento do plantio, as mudas de erva-mate cultivadas em tubetes de polietileno rígido de 100 cm³ apresentaram menor qualidade morfológica. No entanto, após um ano de cultivo a campo, as mudas produzidas em tubetes apresentaram semelhante crescimento inicial aos sacos de polietileno de 1500 e 3000 cm³.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Propagação vegetativa. Qualidade morfológica. Tubetes. Sacos plásticos.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.), pertencente à família Aquifoliaceae, é uma espécie arbórea nativa da América do Sul e ocorre naturalmente na Argentina, Paraguai e Brasil, sendo este último detentor de 80% da área de ocorrência natural da cultura (Lorenzi e Matos, 2002).

Nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul, a erva-mate possui grande importância socioeconômica na geração de renda e empregos aos pequenos produtores rurais (Maccari e Santos, 2000), com destaque para o Rio Grande do Sul, o qual é o maior produtor brasileiro de folha verde e possui cinco pólos ervateiros, com aproximadamente 250 ervateiras no estado (Oliveira e Waquil, 2014). Os principais usos da matéria-prima da erva-mate são a produção de bebidas (chimarrão, chá e tererê) e a utilização pela indústria química e farmacêutica para fabricação de corantes e medicamentos (Bondarik et al., 2006; Wendling et al., 2007;).

A extração da erva-mate no Brasil ocupa posição de destaque em caráter comercial desde o início do século XIX, tanto para consumo interno, como exportação aos países platinos que não possuíam ocorrência natural da planta (Brandt e Silva, 2014). No entanto, nas últimas décadas, os ervaís vêm sofrendo sérios prejuízos provavelmente em função da baixa qualidade das mudas utilizadas na implantação dos povoamentos. Uma das razões para esse declínio é a utilização de mudas produzidas por sementes, as quais produzem plantios desuniformes, com baixa produtividade e qualidade da massa foliar (Santin et al., 2015; Wendling, 2004).

Dessa forma, uma alternativa viável para minimizar o problema no setor ervateiro é a utilização de mudas propagadas vegetativamente pela técnica de miniestaquia (Santin et al., 2015; Wendling et al., 2007; Wendling, 2004; Wendling e Souza Júnior, 2003). A técnica consiste no enraizamento adventício de miniestacas, oriundas de brotações produzidas em minicepas, as quais, por sua vez, são mantidas em sistema de minijardim clonal (Assis, 1996; Xavier et al., 2013). Após a formação do sistema radicial, as plantas produzidas são mantidas em substrato adequado para completar seu desenvolvimento antes do plantio a campo.

O sucesso na implantação de programas florestais exige esforço permanente na produção de mudas de qualidade, devendo atender à demanda cada vez maior. Os parâmetros morfológicos, baseados nos aspectos fenotípicos, são os mais utilizados para definir o padrão de qualidade das mudas que serão selecionadas para o plantio (Gomes et al., 2002), visando aumentar o seu potencial de sobrevivência e crescimento após o plantio no campo. Entre as práticas capazes de aumentar a qualidade morfológica das mudas, pode-se citar o tipo e as dimensões do recipiente, os quais influenciam na disponibilidade de água e nutrientes minerais para o crescimento das plantas (Luna et al., 2009). Além disso, o tamanho do recipiente determinará a quantidade de substrato utilizado, o espaço ocupado no viveiro, o transporte e a quantidade de insumos e irrigação necessária, características essas que definirão o custo final das mudas produzidas (Queiroz e Melém Júnior, 2001).

Avaliando os recipientes ideais para a produção de mudas seminais de erva-mate, estudos recomendam o uso de tubetes com volume entre 75 e 110 cm³ (Wendling e Santin, 2015). Já Pimentel (2016) afirma que mudas de erva-mate com alta qualidade morfofisiológica poderão ser produzidas por miniestaquia em sacos de polietileno, independente do volume (500, 1500 e 3000 cm³). No entanto, ambos os trabalhos avaliaram a qualidade da muda em condições de viveiro, não abordando o principal objetivo, que é a resposta dessas mudas quando levadas para o plantio no campo (Abreu et al., 2015). Diante disso, cabe ressaltar a importância de estudos que comparem a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas antes e após o cultivo a campo, uma vez que o desempenho dessas mudas será determinante para suportar as condições adversas encontradas em ambiente natural, de maneira a obter maior uniformização e êxito no empreendimento florestal.

O presente trabalho tem como objetivo verificar a qualidade morfológica no momento e após um ano do plantio das mudas de erva-mate produzidas por miniestaquia em sacos de polietileno (500, 1500 e 3000 cm³) e em tubetes de polietileno rígido (100cm³).

Metodologia

O presente estudo foi conduzido entre agosto de 2015 e agosto de 2016, em área experimental localizada no município de Ilópolis, Rio Grande do Sul, Brasil. As mudas de erva-mate foram produzidas por miniestaquia no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas (MPVP), Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Miniestacas de gema única foram enraizadas em bandejas de isopor contendo substrato comercial à base de casca de pinus, vermiculita média e areia de granulometria grossa (1:1:1 v/v), em condições de câmara úmida com umidade relativa do ar de, aproximadamente, 85%, fornecida por nebulização automatizada 8 vezes ao dia durante 1 minuto.

Após 60 dias de cultivo, as miniestacas enraizadas de erva-mate foram cultivadas em substrato comercial à base de casca de pinus e terra de subsolo (2:1 v/v) em diferentes recipientes com os seguintes volumes e dimensões (altura e largura): tubete de polietileno rígido de 100 cm³ (14 x 4 cm), sacos de polietileno de 500 cm³ (10 x 13 cm), 1500 cm³ (22 x 15 cm) e 3000 cm³ (25 x 20 cm). As mudas foram acomodadas em bancadas e protegidas com tela de 30% de sombreamento durante todo o período experimental. As irrigações foram realizadas três vezes por semana, com auxílio de um regador manual.

Após sete meses de aclimação e rustificação, as mudas de erva-mate foram plantadas manualmente em área sem adubação e nem irrigação, no espaçamento de 3,0 x 1,5 m, no município de Ilópolis, Rio Grande do Sul, Brasil.

As mudas de erva-mate foram avaliadas antes do plantio e após um ano de instalação do experimento quanto à porcentagem de sobrevivência, número de folhas, altura da parte aérea, diâmetro de colo e a relação entre altura da parte aérea e diâmetro do colo. A altura da parte aérea foi medida utilizando régua milimetrada do substrato até o ápice da última folha formada, e o diâmetro de colo foi avaliado ao nível do substrato, com auxílio de paquímetro digital.

O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (tipos de recipientes) contendo 5 repetições de 4 mudas por repetição. Para atender à normalidade, os dados de porcentagem foram transformados para $\arcseno \sqrt{x/100}$, e de contagem e comprimento para $\sqrt{x+0,5}$, ambos submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos com diferenças significativas ($p < 0,05$) foram comparadas pelo Teste de Tukey, com o auxílio do programa ESTAT (UNESP – Jaboticabal).

Resultados e Discussão

Para a porcentagem de sobrevivência não foi observada diferença significativa entre os tipos de recipiente avaliados na produção de mudas de erva-mate, tanto no momento do plantio, quanto após um ano do seu estabelecimento a campo. No pós-plantio as mudas de erva-mate apresentaram porcentagens de sobrevivência entre 72,74 e 51,49% (**Tabela 1**). Resultados semelhantes foram verificados em mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell. Morong), as quais apresentaram porcentagens de sobrevivência variando de 100 a 58,0% quando cultivadas em sacos de polietileno (1.248 cm³) e tubetes (180 cm³), respectivamente (Abreu et al., 2015).

O tipo e volume dos recipientes tiveram efeito significativo para o número de folhas (NF), altura da parte aérea (HPA) e diâmetro de colo (DC), em ambas as avaliações (**Tabela 1**). No momento do plantio, as mudas de erva-mate produzidas em sacos de polietileno de maior volume (1500 e 3000 cm³) apresentaram número de folhas e altura da parte aérea significativamente superior às dos tubetes. No entanto, essa diferença não se manteve um ano após o plantio a campo, podendo-se observar que a emissão de folhas e crescimento da parte aérea das mudas produzidas em tubetes de polietileno rígido se equiparou estatisticamente às plantas cultivadas em sacos de polietileno de maior volume.

As mudas de erva-mate produzidas em sacos de polietileno (1500 e 3000 cm³) apresentaram maiores valores de diâmetro de colo, sendo estatisticamente superior ao tubete de 100 cm³ no momento do plantio. Essa diferença se manteve após um ano de plantio em condições de campo (**Tabela 1**). Resultados similares foram observados em mudas de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud) e de jacarandá (*Jacaranda micranta* Cham.), em que os recipientes com maiores volumes de substrato possibilitaram maior diâmetro do colo, no plantio e após 180 dias de avaliação em condições de campo (Malavasi e Malavasi, 2006).

Tabela 1. Sobrevivência (S), número de folhas (NF), altura da parte aérea (HPA), diâmetro de colo (DC) e relação altura da parte aérea/diâmetro de colo (HPA/DC) de mudas de erva-mate produzidas por miniestaquia em diferentes recipientes, avaliadas no momento do plantio e após 1 ano do plantio.

Recipiente	S (%)	NF	HPA (cm)	DC (mm)	HPA/DC
Avaliação no momento do plantio					
TB (100 cm ³) ²	100,00 a	9,88 c	4,57 c	2,72 c	1,87 c
SP (500 cm ³)	100,00 a	15,21 b	10,38 b	3,38 b	3,23 b
SP (1500 cm ³)	100,00 a	20,07 a	18,18 a	4,33 a	4,36 a
SP (3000 cm ³)	100,00 a	20,53 a	17,01 a	4,62 a	3,87 a
Média	100,00	16,43	12,53	3,76	3,33
CV (%)	-	7,63	10,95	8,13	8,12
Avaliação 1 ano após o plantio					
TB (100 cm ³) ²	51,49 a	13,42 ab	17,16 ab	3,69 b	4,53 a
SP (500 cm ³)	52,18 a	12,79 b	16,90 b	4,10 b	3,49 a
SP (1500 cm ³)	63,50 a	22,55 ab	25,65 ab	5,63 ab	4,61 a
SP (3000 cm ³)	72,74 a	26,71 a	30,18 a	6,70 a	4,51 a
Média	59,98	18,87	22,47	5,03	4,29
CV (%)	33,13	33,49	32,61	29,55	29,22

¹Valores seguidos da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

²TB = tubete de polietileno rígido e SP = sacos de polietileno (arrumar na tabela a numeração)

No momento do plantio, quanto à relação altura da parte aérea e diâmetro do colo (HPA/DC), verificou-se superioridade estatística dos sacos de polietileno de maior volume (1500 e 3000 cm³) quando comparados aos demais recipientes estudados (**Tabela 1**). Entretanto, após um ano do plantio não houve diferença para a mesma variável entre os recipientes utilizados. Cabe destacar que valores de HPA/DC inferiores a 10 indicam mudas com satisfatória qualidade morfológica (José et al., 2005). Assim, no presente estudo, as mudas de erva-mate produzidas tanto nos sacos de polietileno quanto em tubete, apresentaram valores na faixa ideal, o que indica que o crescimento nos quatro recipientes ocorreu de forma balanceada, em ambas as avaliações.

O tubete apresentou menor qualidade morfológica quando comparados aos sacos de polietileno no momento do plantio, o que foi evidenciado pelo menor número de folhas, altura da parte aérea e diâmetro do colo nas mudas de erva-mate. No entanto, estas diferenças observadas foram minimizadas no decorrer do crescimento das mudas a campo. Esse resultado provavelmente ocorreu devido às plantas produzidas em recipientes de pequeno volume, como em tubetes, as quais são mantidas em condições de restrição radicial, além de passarem por um processo de aclimação e rustificação no viveiro. Essa condição pode ter propiciado o desenvolvimento de mecanismos de tolerância às condições de estresse no campo e assim contribuído para o aumento no desempenho pós-plantio das mudas (Reis et al., 1989).

Conclusões

No momento do plantio, as mudas de erva-mate cultivadas em tubetes de polietileno rígido de 100 cm³ apresentaram menor qualidade morfológica.

Após um ano de cultivo a campo, as mudas produzidas em tubetes apresentaram semelhante crescimento inicial aos sacos de polietileno de 1500 e 3000 cm³.

Referências Bibliográficas

- ABREU, A.H.M.; LELES, P.S. dos S.; MELO, L.A.; FERREIRA, D.H.A.A.; MONTEIRO, F.A.S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell. Morong). Floresta, v. 45, n. 1, p. 141-150, 2015.
- ASSIS, T.F. Melhoramento genético do eucalipto. Informe Agropecuário, v. 18, n. 185, p. 32-51, 1996.
- BONDARIK, R., KOVALESKI, J.L.; PILATTI, L.A. A produção de erva-mate e o início da atividade industrial no estado do Paraná. In: II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. Ponta Grossa, 2006.
- BRANDT, M.; SILVA, N.S. A coleta da erva-mate pela população cabocla do Vale do Rio do Peixe e oeste de Santa Catarina: apropriação privada da terra e rupturas (décadas de 1900 a 1940). Sociedade e Natureza, v. 26 n. 3, 2014.
- GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. Revista Árvore, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- JOSÉ, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebentifolius* Raddi) para recuperação de áreas pela mineração de bauxita. Cerne, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 512p., 2002.
- LUNA, T.; LANDIS, T.D.; DUMROESE, R.K. Containers. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Ed.). Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries. Nursery management. Agriculture Handbook 730. Washington. D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, v. 1, p. 95-111, 2009.
- MACCARI, A.J.; SANTOS, A.P.R. Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate. MCT/CNPq/PADCT, Curitiba, 160p., 2000.
- MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* Vell. Arrab. Steud e *Jacaranda micranta* Cham. Revista Ciência Florestal, v. 16, n. 1, 2006.
- OLIVEIRA, S.V de.; WAQUIL, P.D. Dinâmica de produção e comercialização da erva-mate no Rio Grande do Sul, Brasil. Ciência Rural, v. 45, n. 4, p. 750-756, 2015.
- PIMENTEL, N. Miniestaquia e qualidade de mudas de erva-mate. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, RS. 2016, 122p.
- QUEIROZ, J.A.L.; MELÉM JÚNIOR, N.J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Revista Brasileira de Fruticultura, v. 23, n. 2, p. 460-462, 2001.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloesiana* sob diferentes níveis de restrição radicular. Revista Árvore, v. 13, n. 1, p. 1-18, 1989.
- SANTIN, D., WENDLING, I.; BENEDETTI, E.L.; MORANDI, D.; DOMINGOS, D.M. Sobrevivência, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes. Revista Ciência Florestal, v. 25, n. 3, 2015.
- WENDLING, I. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire): estado da arte e tendências futuras. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. (Embrapa Florestas. Documentos, 91).
- WENDLING, I.; SANTIN, D. Propagação e nutrição de erva-mate. Brasília, DF: Embrapa, 195p., 2015.

- WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007.
- WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., 2003, Chapecó; FEIRA DO AGRONEGÓCIO DA ERVA-MATE, 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. 8p. CD-ROM.
- XAVIER, A.; WENDLING, L.; SILVA, R.L. **Silvicultura clonal**: princípios e técnicas. Viçosa, MG: Ed. UFV, 220p., 2013.

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ERVA-MATE POR MINIESTAQUIA EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Denise Gazzana¹; Nathalia Pimentel¹; Kelen H. Lencina²; Dilson A. Bisognin³

¹ Pós-Graduanda. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: denygazzana@hotmail.com e nathaliapimentel@outlook.com

² Pesquisadora. Pós-Doutoranda no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: khaygert@hotmail.com

³ Professor/Pesquisador do CNPq. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Departamento de Fitotecnia, Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: dilson.bisognin@ufsm.br

Resumo: O conhecimento a respeito da propagação vegetativa da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) ainda apresenta carências, principalmente quanto aos fatores que influenciam na qualidade da muda produzida por miniestaquia, destacando-se as composições de substrato. Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito das composições de substratos na qualidade morfo-fisiológica das mudas de erva-mate produzidas por miniestaquia. Miniestacas enraizadas foram cultivadas em sacos de polietileno de 1500 cm³ contendo as seguintes composições de substratos: substrato comercial à base de casca de pinus (S), solo de subsolo (SO) e vermiculita de granulometria média (V) (2:1: 1 v/v); substrato comercial à base de casca de pinus (S) e solo de subsolo (S) (2:1 v/v); e solo de subsolo (SO), esterco bovino (EB) e casca de arroz carbonizada (CC) (2:1:1 v/v). Após 30, 60, 90 e 120 dias de cultivo, as mudas de erva-mate foram avaliadas quanto à porcentagem de sobrevivência, diâmetro do colo (mm), altura da parte aérea (cm), relação entre altura da parte aérea e diâmetro de colo e número de folhas. Também, aos 120 dias de cultivo, foram determinados o comprimento total, a área superficial, o volume total e o número de extremidades das raízes, a relação massa seca parte aérea e raízes e o índice de qualidade de Dickson. As composições de S+SO (2:1 v/v) e SO+EB+CC (2:1:1 v/v) favoreceram o crescimento e desenvolvimento da parte aérea, bem como possibilitaram o equilíbrio da distribuição da biomassa da parte aérea e do sistema radicial das mudas de erva-mate produzidas por miniestaquia.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Propagação vegetativa. Miniestacas. Qualidade morfo-fisiológica.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil), pertence à família Aquifoliaceae, é uma espécie perene, nativa da floresta ombrófila mista (CARVALHO, 2003), a qual apresenta importância socioeconômica para a Região sul do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai (PASINATO, 2003), encontrando-se integrada em diversos sistemas produtivos (SOUZA et al., 2008). As folhas da erva-mate são utilizadas para o preparo do chimarrão, tereré, e chás, para a fabricação de xaropes e óleos essenciais (WENDLING, 2004), bem como matéria-

prima para a indústria farmacêutica (MAZUCHOWSKI; RUCKER, 1997; WENDLING et al., 2007).

Atualmente a maioria das mudas de erva-mate é propagada por sementes, o que dificulta esta atividade, já que a porcentagem de germinação é baixa e desuniforme, devido à imaturidade do embrião e as dificuldades para a superação da dormência tegumentar (CUQUEL et al., 1994), tornando a propagação vegetativa uma alternativa para a multiplicação desta espécie (FOWLER; STURION, 2000).

Dentre as técnicas de propagação vegetativa, a miniestaquia proporciona incrementos em termos de enraizamento, além de favorecer o desenvolvimento de sistema radicial de melhor qualidade em termos de vigor, uniformidade e volume, o que reflete positivamente na sobrevivência e no desempenho das mudas no campo (XAVIER et al., 2009). Contudo, diversos fatores interferem na qualidade da muda que será produzida, tais como o tipo de recipiente, o substrato, a adubação e o manejo das plantas, sendo a composição do substrato um fator de grande importância, devido ao desenvolvimento das mudas, tanto radicial quanto da parte aérea, estarem diretamente ligados às características químicas, físicas e biológicas do substrato (CALDEIRA et al., 2000). Entretanto, é difícil encontrar todas as características ideais em um único componente, sendo normalmente recomendada a mistura de materiais para a elaboração do substrato (SMART et al., 2003). Assim, diversos materiais orgânicos e inorgânicos têm sido utilizados na composição dos substratos, tanto na sua constituição original como também combinados, havendo necessidade de se determinar os mais apropriados para cada espécie, de forma a atender sua demanda quanto ao fornecimento de nutrientes (LIMA et al., 2006; LACERDA et al., 2006).

Estudos indicam que a composição de solo de subsolo, esterco bovino e casca de arroz carbonizada (2:2:1 v/v) possibilita a obtenção de mudas de erva-mate via sexuada com satisfatória qualidade morfo-fisiológica (ZAVISTANOVICZ et al., 2016). No entanto, não há na literatura estudos que abordem a composição de substrato ideal para o desenvolvimento de mudas propagadas vegetativamente desta espécie.

Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da composição do substrato na qualidade morfo-fisiológica das mudas de erva-mate produzidas por miniestaquia.

Metodologia

As mudas de erva-mate foram produzidas por miniestaquia no período de julho de

2014 a abril de 2015, em casa de vegetação climatizada do Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Para a produção das mudas foram utilizadas brotações retiradas de minicepas mantidas em minijardim clonal, as quais foram seccionadas em miniestacas de gema única com, aproximadamente, 2,0 cm de comprimento e uma folha reduzida em 50% da sua área original. Para o enraizamento, as miniestacas foram cultivadas em bandejas de isopor contendo substrato comercial à base de casca de pinus, vermiculita média e areia de granulometria grossa (1:1:1 v/v) e mantidas por 150 dias em câmara úmida com umidade relativa do ar de, aproximadamente, 85%, fornecida por nebulização automatizada, 8 vezes ao dia, por 1 minuto.

Posteriormente, as miniestacas enraizadas foram cultivadas em sacos de polietileno de 1500 cm³ contendo as seguintes composições de substratos: substrato comercial à base de casca de pinus (S), solo de subsolo (SO) e vermiculita de granulometria média (V) (2:1:1 v/v); substrato comercial à base de casca de pinus (S) e solo de subsolo (S) (2:1 v/v); e solo de subsolo (SO), esterco bovino (EB) e casca de arroz carbonizada (CC) (2:1:1 v/v). Estas mudas foram acomodadas em bancadas e protegidas com tela de nylon 30% de sombreamento durante todo o período experimental. As irrigações foram realizadas diariamente com auxílio de um regador manual. As avaliações foram realizadas aos 30, 60, 90 e 120 dias de cultivo para a porcentagem de sobrevivência, o diâmetro do colo (mm), a altura da parte aérea (cm), a relação entre altura da parte aérea e o diâmetro de colo e o número de folhas formadas nas mudas de erva-mate. A altura da parte aérea foi medida do substrato até o ápice da última folha formada e o diâmetro de colo foi medido ao nível do substrato, com auxílio de paquímetro digital.

Também, aos 120 dias de cultivo, foram tomadas ao acaso 3 mudas de cada tratamento para avaliação da massa seca da parte aérea e das raízes, e análise do sistema radicial. As mudas foram lavadas em água corrente e seccionadas na altura de colo, sendo a parte aérea e o sistema radicular

acondicionados separadamente em sacos de papel, os quais foram mantidos em estufa a 105 °C até a obtenção de massa constante. Posteriormente, as raízes foram digitalizadas no equipamento Epson 11000 XL e a análise realizada com o auxílio do Software WinRhizo Pro®, sendo determinados o comprimento total, a área superficial, o volume total e o número de extremidades das raízes. Em seguida realizou-se o cálculo da relação entre a massa seca da parte aérea e do sistema radicular (RAR) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) conforme a seguinte equação $IQD = TDM / (RHD + RAR)$ (DICKSON et al., 1960), na qual o TDM representa a massa seca total enquanto RHD refere-se à relação entre altura da parte aérea e diâmetro de colo.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições de 4 mudas. Para atender a normalidade, os dados de porcentagem foram transformados para $\arcsin \sqrt{x/100}$ e de contagem e comprimento para $\sqrt{x} + 0,5$ e submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo Teste de Tukey, em nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Aos 30 dias de cultivo, as variáveis analisadas não diferiram significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Já aos 60 dias, houve diferença estatística significativa das composições de substratos para a altura da parte aérea, sendo observada mudas com maior altura quando cultivadas nas composições de S+SO (2:1 v/v) e SO+EB+CC (2:1:1 v/v) (Tabela 1).

Tanto aos 90 quanto aos 120 dias de cultivo, as composições de S+SO (2:1 v/v) e SO+EB+CC (2:1:1 v/v) possibilitaram mudas de erva-mate com maiores médias de altura da parte aérea e número de folhas, quando comparados com a composição de S+SO+V (2:1:1 v/v). Este resultado poderá ter ocorrido devido a estas misturas de substratos possuírem 100 e 75% de sua composição contendo compostos orgânicos, respectivamente. Resultado semelhante também foi observado na produção de mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), as quais apresentaram maior altura da parte aérea quando cultivadas em composições de substrato contendo de 20 a 60% de composto orgânico (CALDEIRA et al., 2008).

Independente da composição de substrato, os valores da relação altura da parte aérea e diâmetro do colo (HPA/DC) variaram entre 2,34 e 3,86, aos 120 dias de cultivo (Tabela 1). Valores de HPA/DC menor que 10 indicam que as mudas produzidas apresentam equilíbrio de desenvolvimento da parte aérea e do diâmetro de colo e, conseqüentemente, adequado padrão de qualidade (BIRCHLER et al., 1998; ARTUR et al., 2007). Sendo assim, analisando esta variável, as três composições de substrato estudadas permitiram a produção de mudas de erva-mate com satisfatória qualidade.

Tabela 1. Porcentagem de sobrevivência (S), diâmetro de colo (DC), altura da parte aérea (HPA), relação entre a altura da parte aérea e diâmetro do colo (HPA/DC) e número de folhas (NF) em mudas de erva-mate produzidas por miniestaquia e cultivadas em diferentes composições de substrato, aos 30, 60, 90 e 120 dias de cultivo.

Tratamento	S (%)	DC (mm)	HPA (cm)	HPA/DC	NF
30 dias					
S+SO+V (2:1:1 v/v)**	98,75 a*	2,33 a	1,57 a	0,63 a	3,76 a
S+SO (2:1 v/v)	100,00 a	2,46 a	1,50 a	0,62 a	4,06 a
SO+EB+CC (2:1:1 v/v)	96,25 a	2,47 a	2,01 a	0,79 a	4,21 a
Média	98,33	2,42	1,69	0,68	4,01
CV (%)	8,18	8,44	30,80	28,85	35,00
60 dias					
S+SO+V (2:1:1 v/v)**	96,25 a	2,43 a	2,49 b	1,06 a	5,63 a
S+SO (2:1 v/v)	98,75 a	2,52 a	2,74 ab	1,26 a	5,98 a
SO+EB+CC (2:1:1 v/v)	91,25 a	2,52 a	4,06 a	1,58 a	6,21 a
Média	95,42	2,49	3,09	1,30	5,94
CV (%)	11,89	9,67	31,32	31,28	25,15
90 dias					
S+SO+V (2:1:1 v/v)**	93,75 a	2,56 a	4,36 b	1,78 b	7,22 b
S+SO (2:1 v/v)	97,50 a	2,70 a	5,45 b	2,05 b	8,27 b
SO+EB+CC (2:1:1 v/v)	90,00 a	2,80 a	8,54 a	3,09 a	11,03 a
Média	93,75	2,69	6,12	2,31	8,84
CV (%)	16,33	8,92	17,80	17,84	16,18
120 dias					
S+SO+V (2:1:1 v/v)**	91,25 a	2,78 a	6,50 b	2,34 b	9,50 b
S+SO (2:1 v/v)	97,50 a	2,88 a	8,61 b	3,08 ab	11,50 ab
SO+EB+CC (2:1:1 v/v)	85,00 a	3,13 a	12,58 a	3,86 a	13,75 a
Média	91,25	2,93	9,23	3,10	11,58
CV (%)	21,98	14,84	21,69	20,12	19,17

*Valores seguidos de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**S= substrato comercial à base de casca de pinus, SO= solo de subsolo, V= vermiculita de granulometria média; EB= esterco bovino, CC= casca de arroz carbonizada.

Quanto às variáveis fisiológicas, houve diferença significativa das composições de substratos aos 120 dias de cultivo. As composições S+SO+V (2:1:1 v/v) e S+SO (2:1 v/v) possibilitaram a produção de mudas de erva-mate com maior comprimento total, área superficial e volume total das raízes (Tabela 2). Assim, o menor desenvolvimento e crescimento das raízes foi observado na composição de SO+EB+CC (2:1:1 v/v) (Tabela 2), que poderá ter ocorrido devido à presença do esterco bovino na composição. O esterco bovino disponibiliza facilmente os nutrientes para as plantas (POGGIANI et al., 2000), não necessitando que o sistema radicial se desenvolva na busca dos mesmos.

As mudas de erva-mate cultivadas em SO+EB+CC (2:1:1 v/v) apresentaram os maiores valores de relação massa seca parte aérea e raiz (RAR), com média de 4,60. Entretanto, a faixa considerada ideal para que as mudas apresentem satisfatório desempenho no campo é entre 1,0 e 3,0 (WAKELEY, 1954). Conforme estes autores, as mudas cultivadas em S+SO+V (2:1:1 v/v) e S+SO (2:1 v/v) apresentaram balanço de crescimento da parte aérea e do sistema radicial, enquanto as plantas produzidas em SO+EB+CC (2:1:1 v/v) não se mantiveram na faixa ideal, podendo ocorrer menor probabilidade de sobrevivência quando plantadas à campo.

Quando comparadas as mudas produzidas nas diferentes composições de substratos pelo índice de qualidade de Dickson (IQD), a composição S+EB+CC (2:1:1 v/v) apresentou o maior valor, aos 120 dias de cultivo. O IQD é um bom indicador da qualidade das mudas, uma vez que, em seu cálculo é considerado a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados na avaliação das plantas (FONSECA et al., 2002).

Tabela 2. Comprimento total (CT), área superficial (AS), volume total (VT) e número de extremidades (NE) das raízes, relação massa seca parte aérea e raízes (RAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de ervamate cultivadas e diferentes composições de substrato, aos 120 dias de cultivo.

Tratamento	CT (cm)	AS (cm ²)	VT (cm ³)	NE	RAR	IQD
S+SO+V (2:1:1 v/v)	297,03 a	43,71 a	0,511 a	293,42 a	2,38 b	0,17 ab
S+SO (2:1 v/v)	294,00 a	42,81 a	0,494 a	263,41 a	2,69 ab	0,12 b
SO+EB+CC (2:1:1 v/v)	113,90 b	18,37 b	0,223 b	155,66 a	4,60 a	0,32 a
Média	234,98	34,96	0,40	237,50	3,22	0,20
CV (%)	29,67	28,31	23,48	30,89	18,59	22,83

*Valores seguidos de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro.

**S= substrato comercial à base de casca de pinus, SO= solo de subsolo, V= vermiculita de granulometria média; EB= esterco bovino, CC= casca de arroz carbonizada.

Os resultados deste estudo nos mostram que as composições S+SO (2:1 v/v) e SO+EB+CC (2:1:1 v/v) favoreceram o desenvolvimento das plantas em termos de altura da parte aérea e número de folhas. A composição SO+EB+CC (2:1:1 v/v) possibilitou o menor crescimento do sistema radicular, porém apresentou mudas com maiores valores do índice de qualidade de Dickson, ou seja, permitiu o equilíbrio da distribuição da biomassa da parte aérea e do sistema radicular das mudas de erva-mate produzidas por miniestaquia. De maneira geral, tanto o S+SO (2:1 v/v) quanto SO+EB+CC (2:1:1 v/v) possibilitaram a obtenção de mudas de erva-mate com boa qualidade morfo-fisiológica. No entanto, em algumas regiões, dependendo do manejo usado das pastagens, a utilização do esterco bovino poderá ser um fator limitante para a utilização desta composição, já que o uso de herbicidas sobre as plantas forrageiras utilizadas na alimentação animal inviabiliza o uso do esterco na composição de substratos para a produção de mudas (SEVERINO et al., 2010).

Conclusão

As composições S+SO (2:1 v/v) e SO+EB+CC (2:1:1 v/v) favoreceram o crescimento e desenvolvimento da parte aérea, bem como possibilitaram o equilíbrio da distribuição da biomassa da parte aérea e do sistema radicular das mudas de erva-mate produzidas por miniestaquia.

Referências Bibliográficas

- ARTUR, A. G. et al. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 6, p. 843-850, 2007.
- BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales, v. 7, n. 12, p. 109-121, 1998.
- CALDEIRA M.V.W., SCHUMACHER MV, BARICHELLO LR, VOGEL HLM, OLIVEIRA LS. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. Revista Floresta, v. 28, n. 1-2, p.19-30, 2000.
- CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. Scientia Agraria, v. 9, p. 27-33. 2008.

- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Colombo: Embrapa Florestas, v. 1, p.1039, 2003.
- CUQUEL, F. L.; CARVALHO, M. L. M.; CHAMMA, H. M. C. P. Avaliação de métodos de estratificação para a quebra de dormência de sementes de erva-mate. Revista Scientia Agrícola, v.51, n.3, p.415-421, 1994.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. Forest Chronicle, v. 36, p. 10-13, 1960.
- FONSECA, E. P.; VALERI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de Qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. Revista Árvore, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.
- FOWLER, J. A. P.; STURION, J. A. Aspectos da formação do fruto e da semente na germinação de erva-mate. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 5 p. (Comunicado Técnico, 45).
- LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). Revista Árvore, v.30, n.2, p.163-170, 2006.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. Ciência e Agrotecnologia, v.30, n.3, p.480-486, 2006.
- MAZUCHOWSKI, J. Z.; RUCKER, N. G. de A. Erva-Mate - Prospecção tecnológica da Cadeia Produtiva. Documento Executivo. Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Departamento de Economia Rural, p.27, 1997.
- PASINATO, R. Aspectos etnoentomológicos, socioeconômicos e ecológicos relacionados à cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no município de Salto do Lontra, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002, p. 112.
- POGGIANI, F.; GUEDES, M.C.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade de biossólidos em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo dos nutrientes. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA, p.63178, 2000.
- SMART, D. R.; KOCSIS, L.; WALKER, A.M.; STOCKERT, C. Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants. Journal of Plant Growth Regulation, v. 21, p. 296-314, 2003.
- SOUZA, J. L. M. de; ARAUJO, M. A.; BRONDANI, G. E.; REISSMANN, C. B.; MACCARI JÚNIOR, A.; WOLF, C. S. Exportação de nutrientes foliares em diferentes tipos de poda na cultura da erva-mate. Scientia Agraria, v. 9, n. 2, p. 177-185, 2008.
- WAKELEY, P. C. Planting the southern pines. Washington: U. S. Dep. Agr., p. 18-233, 1954.
- WENDLING, I. Produção vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire): estado da arte e tendências futuras. Colombo: Embrapa Florestas, p. 46, 2004.
- WENDLING, I.; GASTALA, D.; DEDECK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. Revista. Árvore, vol.31, n.2, 2007.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. Viçosa: Ed UFV, p. 272, 2009.
- ZAVISTANOVICZ, T.C.; ARAUJO, M.M.; AIMI, S.C.; FLORES, R.; BERGHETTI, A.L.P.; DEPONTI, G. Morphophysiological responses of *Ilex paraguariensis* seedlings to different substrates and fertilizations. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.21, n.2, p.111-115, 2017.

VARIAÇÃO DE TEORES DE POLIFENÓIS EM PLANTAS DE ERVA-MATE

Kelen H. Lencina¹; Leandro da Luz²; Dilson A. Bisognin³

¹Pesquisador. Pós-Doutorando no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail:

khaygert@gmail.com

²Doutor em Engenharia Florestal. Email: leandrodaluz_5@hotmail.com

³Professor/Pesquisador do CNPq. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Departamento de Fitotecnia, Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

E-mail: dilson.bisognin@ufsm.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores dos compostos fenólicos, dos flavonoides totais e da capacidade antioxidante em folhas de erva-mate. Foram identificadas 61 plantas para as características de produção e qualidade da folha, de acordo com os interesses dos produtores e coletada uma amostra representativa das folhas de cada uma das plantas. As extrações foram realizadas em banho ultrassônico por 15 minutos (min.), seguido de agitação mecânica por 30 min. em solução aquosa de etanol e acidificada. O experimento foi um fatorial no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e leituras em triplicata. Foram avaliados os compostos fenólicos, os flavonoides totais e a atividade antioxidante pelo método *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP). Os teores de compostos fenólicos e flavonoides totais e a capacidade antioxidante apresentam grande variação entre plantas de erva-mate.

Palavras-chave: Árvores matrizes. Agrupamento de plantas. Seleção. Compostos secundários.

Introdução

Ilex paraguariensis St. Hill. (Aquifoliaceae) é uma árvore nativa do Brasil, Argentina e Paraguai, onde o cultivo tem grande importância cultural, social e econômica (COSTA et al., 2005). A erva-mate tem diversas aplicações industriais, tais como extratos solúveis para bebidas, corante, conservante de alimentos, assim como é matéria-prima para produtos de higiene e cosméticos e, principalmente, para o preparo do chimarrão e chás (MACCARI; MAZUCHOWSKI, 2000).

As folhas e talos da erva-mate, geralmente, apresentam altos teores de compostos fenólicos, que proporcionam à infusão feita a partir dessas partes da planta propriedades diurética, digestiva e, sobretudo estimulante (STURION; RESENDE, 2010). A alta atividade biológica da infusão e a grande concentração de compostos ativos fazem da erva-mate uma planta adequada para a extração destes compostos para o uso em produtos alimentícios e suplementos (HECK; MEJIA, 2007).

Para espécies de interesse popular e que não foram estudadas quimicamente, a triagem fitoquímica é um procedimento importante a ser realizado, com o objetivo conhecer e avaliar os compostos químicos presentes, identificando grupos de metabólitos secundários relevantes (SIMÕES et al., 2004). Além disso, estes estudos são relevantes para prospectar a biodiversidade das espécies vegetais de interesse farmacológico e para definir padrões de qualidade da matéria prima medicinal (BRAGA, 2009).

Além da biodiversidade de espécies potenciais para a produção dos mais diversos compostos secundários, ainda se espera que existam diferenças entre plantas da mesma espécie. Esta hipótese se baseia no fato das características genéticas corresponderem a um dos fatores que podem afetar os teores de fitoquímicos na erva-mate, assim como os fatores ambientais e época de colheita e processamento das folhas (ATHAYDE et al., 2000).

Para erva-mate, Cardozo Junior et al. (2007) avaliou a composição química das folhas, entretanto, pouca informação encontra-se disponível sobre os componentes genéticos desta

variabilidade. Além do conhecimento da variabilidade genética presente em determinada população, é importante para conhecer a estrutura genética das populações, possibilitando estabelecer estratégias racionais para a conservação da espécie e, conseqüentemente, o melhoramento genético (DIAS, 1988).

O melhoramento genético da erva-mate tem sido focado no aumento da produção e na resistência a algumas pragas e doenças (COSTA et al., 2005). Entretanto, considerando que a erva-mate consiste em um alimento funcional de produto alimentício saudável (ANVISA, 2010), estudos que visem a seleção de genótipos para uso nutracêutico são imprescindíveis para suprir as demandas do mercado consumidor. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores dos compostos fenólicos totais, flavonoides e da capacidade antioxidante de folhas de erva-mate para subsidiar trabalhos de conservação da variabilidade e de melhoramento genético desta espécie.

Material e métodos

As folhas de erva-mate utilizadas para a análise dos teores de polifenóis foram coletas em povoamentos nativos e plantios comerciais no município de Ilópolis-RS. As plantas foram selecionadas fenotipicamente com base em características superiores de produção e qualidade de acordo com os interesses dos produtores. Das plantas selecionadas, foram coletadas amostras representativas de folhas, colhidas da parte intermediária do ramo e de forma homogênea ao redor de toda a planta, de 61 plantas adultas.

Para o preparo dos extratos, as folhas de erva-mate foram secadas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante. Após, foram trituradas em micro moinho (Marconi®, modelo MA-630), até atingirem a granulometria da erva-mate comercial moída grossa e utilizada para a separação das amostras.

O solvente extrator utilizado foi composto de solução aquosa de etanol e acidificadas com HCl 6M na proporção 70:30:1 (v/v/v, etanol:água:ácido). As extrações foram realizadas em banho ultrassônico com frequência de 40 KHz (*Ultra Sonic Clean*, modelo USC 1600) na proporção de 1:50 (p/v - amostra:solvente) por 15 min., na temperatura ambiente (21 °C ± 2 °C) e no escuro. Após, os extratos foram submetidos a agitação por 30 min. (agitador de microplacas, Marconi®, modelo MA562). Em seguida, os extratos foram filtrados em papel filtro e acondicionados em frasco de vidro âmbar, devidamente identificados, e estocados a – 18 °C até o momento das análises.

O teor dos compostos fenólicos totais produzidos nos extratos de erva-mate foi o resultado da reação de oxirredução com Folin-Ciocalteu, o qual reage com as hidroxilas presentes nos polifenóis. Os extratos foram deixados no escuro e em temperatura ambiente por 2 horas. As leituras da absorbância foram realizadas em triplicata, em comprimento de onda de 765 nm, em espectrofotômetro UV-visível (HOMIS SF, modelo 200DM), conforme descrito em Singleton e Rossi (1965). A curva de calibração foi realizada utilizando o padrão ácido gálico, nas concentrações de 0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70 e 80 mg L⁻¹. O teor de compostos fenólicos foi obtido com a regressão (Teor de compostos fenólicos = 88,385 x absorbância – 2,9158, com R² = 0,995) e expresso em equivalentes de ácido gálico por litro (mg EAG L⁻¹).

O teor de flavonoides foi analisado conforme o método colorimétrico descrito por Zhishen, et al. (1999). As leituras das absorbâncias das amostras foram realizadas em triplicata em espectrofotômetro UV-visível (HOMIS SF, modelo 200DM), em comprimento de onda de 510 nm. O teor de flavonoides foi determinado utilizando-se uma curva padrão de catequina, nas concentrações de 0; 50; 100; 150; 200 e 250 mg L⁻¹. Os resultados foram determinados a partir de uma curva de calibração (Teor de flavonoides = 414,91 x absorbância – 1,7368; R² = 0,995) e expressos em miligramas de equivalentes de catequina por litro (mg CAT L⁻¹).

Para a determinação da capacidade antioxidante total pelo método de redução do ferro (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) ou FRAP foi utilizado o procedimento descrito por Benzie e Strain

(1996). Este ensaio se baseia na medida direta de habilidade dos antioxidantes (redutores) da amostra em reduzir, em meio ácido (pH 3,6), o complexo Fe^{3+} /tripiridiltriazina (TPTZ), para formar Fe^{2+} , de intensa cor azul, após incubação em banho-maria a 37 °C durante 30 min. As leituras das absorbâncias das amostras foram realizadas em triplicata em espectrofotômetro UV-visível (HOMIS SF, modelo 200DM), em comprimento de onda de 593 nm. O Trolox (1 mM) foi utilizado como padrão para construir uma curva de calibração ($\text{Teor de trolox} = 22,759 \times \text{absorbância} - 0,9019$; $R^2 = 0,997$), nas concentrações de 0; 0,025; 0,05; 0,075; 0,100 e 0,150 mM de Trolox sendo os resultados expressos em mM de Trolox (capacidade antioxidante equivalente ao Trolox).

Os experimentos foram conduzidos segundo o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e leituras em triplicata. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro. Com base no teor de compostos fenólicos, flavonoides e na ação antioxidante pelo método de FRAP, as plantas de erva mate foram separadas em cinco grupos pelo método das K-médias (BARROSO e ARTES, 2003). Para validar o agrupamento, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de grupo comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

Para o total de 61 plantas de erva-mate avaliadas quanto aos teores de compostos fenólicos totais, flavonoides e da capacidade antioxidante pelo método FRAP, foi possível separar cinco grupos pelo método das k-médias. Os grupos de diferentes plantas foram distribuídos de forma decrescente em relação ao teor médio do composto encontrado. Com isso, as plantas do grupo 1 são aquelas que resultaram no maior valor médio dos teores de compostos analisados, e o grupo 5, composto pelas plantas com o menor valor médio. O número de plantas em cada grupo variou de 7 a 17 (**Tabela 1**), sendo que o grupo com maior numero de plantas foi o grupo 3.

Tabela 1 - Agrupamento de plantas em produção de erva-mate pelo método das K-médias, com base nos teores de compostos fenólicos totais e de flavonoides totais e da capacidade antioxidante.

Grupos	Nº de plantas	Plantas de erva-mate
1	Grupo 7	M1, M3, M8, M17, M22, M33, M34
2	Grupo 10	M2, M5, M9, M12, M13, M18, M21, M47, M55, M56
3	Grupo 17	M4, M6, M7, M11, M14, M20, M23, M24, M30, M35, M38, M39, M42, M51, M54, M62, U5
4	Grupo 16	M16, M19, M25, M26, M27, M28, M29, M31, M36, M40, M41, M43, M44, M46, M49, M53
5	Grupo 11	M10, M15, M32, M37, M45, M48, M50, M52, L3, L4, U1

O maior número de plantas (27,9 % do total) formaram o grupo 3, o qual apresenta valores intermediários dos compostos analisados. Além disso, o grupo 3, casualmente, correspondeu ao número de plantas dos grupos 1 e 2 juntos, os quais apresentam os maiores teores de fitoquímicos. Portanto, com base neste agrupamento, um maior número de plantas em produção de erva-mate apresentaram comparativamente os menores teores de fitoquímicos (grupos 4 e 5). Esses resultados evidenciam que altos teores de compostos fenólicos totais, flavonoides e da capacidade antioxidante são encontrados em número menor de plantas de erva-mate em produção e que estratégias de melhoramento devem ser desenvolvidas com o objetivo de identificar adequadamente estes genótipos.

A análise de agrupamento foi eficiente em separar as plantas de erva-mate com base nos teores de compostos fenólicos totais, flavonoides e da capacidade antioxidante, sendo verificadas diferenças significativas entre os grupos segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro (**Tabela 2**). Além disso, o teste de Tukey confirmou que todos os grupos são significativamente diferentes, o que indica boa eficiência no processo de agrupamento. O valores médios do teor de compostos fenólicos variou de 1636,8 para 389,0 mg EAG L⁻¹; do teor de flavonoides totais de 1339,3 para 213,7 mg CAT L⁻¹; e para a capacidade antioxidante de 18,7 para 2,6 mM Trolox.

Tabela 2 - Média dos teores de compostos fenólicos totais, flavonoides e capacidade antioxidante em folhas de erva-mate dos diferentes grupos formados por plantas em produção de erva-mate.

Grupos	C. Fenólicos (mg EAG L ⁻¹)	Flavonoides (mg CAT L ⁻¹)	C. A. FRAP (mM Trolox)
Grupo 1	1636,8 a ¹	1339,3 a	18,7 a
Grupo 2	1090,8 b	875,6 b	12,9 b
Grupo 3	802,6 c	603,8 c	8,1 c
Grupo 4	584,8 d	367,2 d	5,0 d
Grupo 5	389,0 e	213,7 e	2,6 e

¹Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

As diferenças entre os valores médios de cada grupo são elevadas, indicando que existe grande variabilidade genética entre plantas de erva-mate para todos os compostos fitoquímicos avaliados. As maiores diferenças entre os valores médios do grupo 1 e do 5 foram observadas para a capacidade antioxidante pelo método FRAP (7,2 vezes), seguida dos teores de flavonoides (6,3 vezes) e dos teores de compostos fenólicos totais (4,2 vezes) (**Tabela 2**). O estabelecimento de grupos com homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os mesmos assume grande importância por ser o ponto de partida para uma avaliação mais minuciosa dos genótipos, a fim de definir o seu aproveitamento nos programas de melhoramento (VIEIRA et al., 2007).

Em outro trabalho realizado nas mesmas condições e utilizando uma mistura de folhas de diferentes plantas de erva-mate foram obtidos teores de compostos fenólicos totais de 608,6 mg EAG L⁻¹ e flavonoides de 503,0 mg CAT L⁻¹ (Luz, 2016), representando 2,7 vezes menos do que o teor médio obtido no grupo de maior teor de compostos fenólicos totais (1636,8 mg EAG L⁻¹) e de flavonoides (1339,3 mg CAT L⁻¹) obtidos no presente estudo (**Tabela 2**). No caso da capacidade antioxidante pelo método de FRAP foi encontrada uma diferença ainda maior (3,6 vezes), pois o teor obtido foi de 5,15 mM Trolox (Luz, 2016) comparado com 18,67 mM Trolox encontrado neste trabalho. Cabe ressaltar que a maior diferença entre os grupos de maior e menor valor médio (7,3 vezes) foi encontrada justamente para a capacidade antioxidante, o que justifica esta maior discrepância de valores. Portanto, os resultados deste trabalho fundamentam a necessidade de se conhecer a variabilidade genética existente entre plantas de erva-mate a fim de desenvolver estratégias para a seleção de genótipos com os teores adequados para cada uso específico da matéria prima.

Diferenças entre os teores de compostos fitoquímicos em amostras de erva-mate também foram encontrados por Donaduzzi et al. (2000) e Nakamura et al. (2009). Entretanto, a comparação de dados relacionados aos compostos fitoquímicos é dificultado em função da grande variação existente entre as metodologias empregadas para extração e para a quantificação dos mesmos (SCHUBERT et al., 2006). Além disso, os constituintes do metabolismo secundário podem, para a mesma espécie, apresentar variações como parte das respostas dos diferentes genótipos à adaptação ao ambiente (LEITE, 2009), sendo que esse fator pode influenciar significativamente as vias metabólicas secundárias relacionadas à produção dos compostos fenólicos e metilxantínicos (ASHIHARA; CROZIER, 2001). Borille (2004) enfatiza a importância da seleção de progênies de erva-mate com alto teor de compostos antioxidantes para formação de pomar clonal, onde avaliações sucessivas poderão confirmar o desempenho dos referidos materiais genéticos, propondo fazer a

análise da herdabilidade desses caracteres de modo a isolar o componente genético da variabilidade fenotípica.

A caracterização fitoquímica das plantas em produção de erva-mate é relevante para a sequência das pesquisas que enfocam os compostos fitoquímicos. O conhecimento desses caracteres e as exigências nutricionais das plantas para a produção de erva-mate permitirá compreender a variabilidade genética existente a fim de selecionar genótipos mais responsivos à absorção e utilização de nutrientes, apontando as melhores plantas dentro das melhores progênies. Fatores do ambiente e a influência destes no fenótipo também devem ser investigados para melhor atender as demandas dos consumidores que procuram produtos com propriedades nutraceuticas, além de qualificar a matéria prima para melhor atender às demandas da indústria dos produtos atualmente no mercado bem como daqueles inovadores.

Conclusão

Os teores de compostos fenólicos e flavonoides totais e a capacidade antioxidante apresentam grande variação entre plantas em produção de erva-mate.

Referências bibliográficas

- ATHAYDE, M. L.; COELHO, G. C.; SCHENKEL, E. P. Caffeine and theobromine in epicuticular wax of *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. **Phytochemistry**, v. 55, n. 7, p. 853-857, 2000.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia para comprovação da Segurança de alimentos e Ingredientes. Brasília, 45 p. 2010. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/395734/Guia+para+Comprova%C3%A7%C3%A3o+da+Seguran%C3%A7a+de+Alimentos+e+Ingredientes/f3429948-03db-4c02-ae9c-ee60a593ad9c>>. Acesso em: 20 de mar de 2017.
- ASHIHARA, H.; CROZIER, A. Caffeine: a well known but little mentioned compound in plant science. **Trends in Plant Science**, v. 6, n. 9, p. 407-413, 2001.
- BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. **Anal Biochem**, v. 239, p. 70-76. 1996.
- BORILLE, A. M. W.; REISSMANN, C. B.; FREITAS, R. J. S. Relação entre compostos fitoquímicos e o nitrogênio em morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 1, 2005.
- BRAGA, F. C. de. Pesquisa Fitoquímica. In: Leite, J. P. V. **Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas**. 1. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2009, 328p.
- CARDOZO JUNIOR, E. L, et al. Methylxanthines and phenolic compounds in mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) progenies grown in Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 7, p. 553-558, 2007.
- COSTA, R. B.; et al. Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) na região de Caarapó, MS, pelo procedimento reml/blup. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 4, p. 371-376, 2005.
- DIAS, I. S. **Variabilidade genética de diferentes tipos de populações naturais de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham)**. 1988. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1988.
- DONADUZZI, C. M.; COELHO, S. R. M.; CARDOSO JUNIOR, E. L.; GALLO, A. G.; HUPPES, G. K.; KUHN, I. M. V.; SCHICHEL, C. Teores de cafeína, polifenóis totais e taninos em amostras de erva-mate comercializadas na região de Toledo Paraná. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 2.; REUNIAO TECNICA DA ERVA MATE, 3., 2000,

Encantado. **Anais**. Porto Alegre: Comissão dos Organizadores; Universidade do Rio Grande do Sul; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 2000. p. 158-161.

HECK, C. I.; MEJIA, E. G. Erva-mate tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, healthy implications, and technological considerations. **Journal Food Science**, v. 72, p. 138-151, 2007.

LEITE, J. P. V. Química dos produtos naturais: Uma abordagem Biossintética. In: Leite, J. P. V. **Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas**. 1. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2009, 328p.

LUZ, L. da. Análise fitoquímica e resgate de plantas adultas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) por estaquia. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria). Santa Maria. 91 p., 2016.

MACCARI, J. R. A.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba: Câmara Setorial Produtiva da Erva-Mate do Paraná. 160 p. 2000.

NAKAMURA, K. L. et al. Genetic variation of phytochemical compounds in progenies of *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, n. 2, p. 116-123, 2009.

SCHUBERT, A. et al. Variação anual de metilxantinas totais em amostras de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.(erva-mate) em Ijuí e Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1233-1236, 2006.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2004. 1102p.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. Programa de melhoramento genético da erva-mate no centro nacional de pesquisa de florestas da Embrapa. In. CONGRESSO SUL AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REÚNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, 1997, Curitiba. **Anais**. Colombo: Embrapa- CNPF, 1997. P. 285-297. (Embrapa-CNPF. Documentos, 33).

VIEIRA, E. A. et al. Association between genetic distances in wheat (*Triticum aestivum* L.) as estimated by AFLP and morphological markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 30, n. 2, p. 392-399, 2007.

ZHISHEN, J., MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemical**, v. 64, p. 555-559, 1999.

BROTAÇÃO EPICÓRMICA POR ANELAMENTO COMPLETO EM ERVA-MATE COM DIFERENTES ADUBAÇÕES NITROGENADAS

Alexandra. Cristina Schatz Sá¹; Bruno. Nascimento¹; Chaiane. Rodrigues Schneider¹; Gustavo. Da Silva Oliveira¹; Jéssica. Talheimer Aguiar¹; Maycon. Thuan Saturnino da Silva¹; Taize. Caroline Dreyer¹; Tarik. Cuchi¹; Marcio. Carlos Navroski²; Maria. Raquel Kanieski²

¹ Graduando/Pós-Graduando. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC Lages. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages-SC, Brasil. Email: b.nascimento_92@hotmail.com

² Professor/Pesquisador. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC Lages. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages-SC, Brasil. Email: raquel.kanieski@udesc.br; marcio.navroski@udesc.br

Resumo: O presente trabalho objetivou avaliar o uso de adubos nitrogenados com a técnica de anelamento completo do caule para promoção de brotos epicórmicos em plantas de erva-mate presentes no sub-bosque. O experimento foi implantado no município de Urupema, Santa Catarina à 1350 metros de altitude em agosto de 2016. As plantas foram selecionadas ao acaso, dispersas, em situação de sub-bosque e efetuado coroamento de 1m para limpeza. Considerou-se 5 tratamentos de adubação: T1: testemunha; T2: 250g de nitrogênio na forma de ureia; T3: 250g de NPK (5-20-10); T4: 500g de NPK (5-20-10), e; T5: 250g de NPK (5-20-10) acrescentando 30g de micronutrientes. Para adubação, espalhou-se o fertilizante onde houve o coroamento. O anelamento completo foi realizado há 20cm acima do solo com uma espessura de 5cm e retirada apenas a porção da casca exterior. Os tratamentos T4 e T2 possuem as maiores médias e percentagem no número de plantas em que houve brotação, presente em mais de 75% das plantas. Em relação à quantidade de brotos formados por planta, não houve diferença estatística para os tratamentos de adubação aplicados, sendo que T4, que foi o melhor tratamento, obteve média de 4,7 brotos por planta relação aos demais tratamentos e, o T3 obteve o maior número máximo de brotos por planta, com 17 brotos. Conclui-se que o uso de adubos nitrogenados se mostra eficiente para a promoção de brotos epicórmicos pela técnica de anelamento completo do caule em plantas de erva-mate, mas são indiferentes para a quantidade de brotos totais por planta.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Adubação. Anelamento completo. Brotação epicórmica. Rejuvenescimento.

Introdução

A *Ilex paraguariensis* é pertencente à família Aquifoliaceae, popularmente conhecida como erva-mate, é uma espécie arbórea que ocorre naturalmente na América do Sul. No Brasil a erva-mate ocorre principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e em menor proporção, nos estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo Minas Gerais e Rio de Janeiro na formação florestal Ombrófila Mista (Carvalho, 1994; 2003; Heuser e Mariath, 2000). É uma espécie nativa de importância econômica e social com ao uso de suas folhas em aplicações industriais como na medicina ou em forma de chimarrão, tererê, chás e refrigerantes (Carvalho, 2003; Câmara Setorial da Cadeira Produtiva da Erva-mate, 2000).

A ocorrência natural da erva-mate em solos ácidos e com baixa fertilidade natural, levou essa espécie a ser considerada de baixa exigência nutricional, principalmente em relação ao fósforo, embora pouco se conheça também sobre a exigência de nitrogênio e potássio (Santin et al., 2013). A espécie é presente em diferentes níveis de fertilidade do solo, assim, pode-se afirmar que esta possui preferência diferenciada para fontes de N, devido a condição natural de solos com propriedades químicas contrastantes (Santin et al., 2014).

Adicionalmente, o uso baseado no extrativismo sem planejamento ou aplicação de técnicas de manejo que favorecem o bom desenvolvimento das plantas ocasionou, de acordo com Stuepp et al. (2016), a degradação de grande parte dos ervais. Tais danos poderiam ser reduzidos com aplicação de técnicas de rejuvenescimento das plantas de interesse. A técnica de anelamento vem sendo utilizada como excelente alternativa antes da poda, forçando a emissão de brotos (Medrado et al., 2002) com caráter rejuvenescente. Hartmann et al. (2011) relataram que o anelamento propicia um decréscimo momentâneo na relação auxina/citocinina na região inferior a esta condição que pode ser responsável pela emissão das brotações.

Diante desta temática, objetivou-se avaliar a influência de diferentes adubos nitrogenados para formação de brotos epicórmicos em plantas de erva-mate que sofreram anelamento completo de seu caule e que se encontram em sub-bosque.

Metodologia

O experimento foi implantado em área experimental no município de Urupema, Santa Catarina à 1350 metros de altitude do nível do mar, na Serra Catarinense, com coordenadas geográficas 28°17'38"S e 49°55'54"W.

O processo de seleção das plantas matrizes, adubação e efetuação do anelamento completo para formação de brotos foi realizado ao final do mês de agosto de 2016. As plantas foram selecionadas ao acaso no campo, as quais se encontram dispersas em situação de sub-bosque efetuando-se o coroamento de 1m para limpeza e adubação.

Ao todo foram cinco tratamentos de adubação: T1: testemunha; T2: 250g de nitrogênio na forma de uréia; T3: 250g de NPK (5-20-10); T4: 500g de NPK (5-20-10), e; T5: 250g de NPK (5-20-10) acrescentando 30g de micronutrientes. A adubação foi realizada espalhando-se o fertilizante no local onde houve o coroamento. O anelamento completo do tronco das árvores selecionadas foi realizado com uso de facão a 20cm acima do solo, com uma espessura de 5cm, sendo retirada apenas a porção da casca exterior.

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 9 plantas por tratamento, cada uma sendo considerada uma repetição.

A avaliação ocorreu no mês de fevereiro de 2017, seis meses após a implantação. Foram avaliadas a presença ou ausência de brotos, a quantidade de brotos e o tamanho de brotos (centímetros) utilizando-se de uma régua simples para mensuração.

Os dados obtidos foram analisados por meio de teste de comparação de médias em programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Quanto ao fator de presença ou ausência de brotação nas plantas avaliadas, houve influência dos tratamentos de adubação (**Tabela 1**). Os tratamentos T4 e T2 possuem as maiores médias e percentagem no número de plantas em que houve brotação, com brotos presentes em 77,7% das plantas de Erva-mate. Porém, não diferem estatisticamente de T3, que possui 55,5% das plantas avaliadas com brotos. Os tratamentos T5 e T1 não diferem entre si, mostrando-se inferiores na formação de brotos, com 33,3% e 11,1%, respectivamente.

Rosa et al. (2011), em estudo de adubação nitrogenada e fertirrigação de minicepas de *Ilex paraguariensis* concluíram que a produção de miniestacas de erva-mate é claramente influenciada pela quantidade de nitrogênio (N) utilizado na adubação nitrogenada, evidenciando que a maior quantidade de brotos neste estudo foi nos tratamentos de sua maior presença.

Tabela 1. Médias e percentagens de plantas de Erva-mate em que foi observado brotação abaixo do anelamento completo, em cada tratamento de adubação.

Tratamento	Médias	% de brotação
T4	0,77a*	77,70
T2	0,77a	77,70
T3	0,55a	55,50
T5	0,33b	33,30
T1	0,11b	11,10

*Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de médias Scott-Knott à 5% de probabilidade de erro.

Santin et al. (2008), em estudo de avaliação da eficiência do anelamento da casca em diferentes intensidades de poda da copa na indução das brotações na base das plantas de erva-mate em São Mateus do Sul – PR, concluíram que não ocorreu a mortalidade de plantas, também constatado neste experimento neste. Adicionalmente, os autores relataram que as erva-mates, mesmo que, debilitadas apresentaram alta capacidade de cicatrização do anel de casca removido indicando a viabilidade desta técnica de anelamento.

Em relação ao número de brotos formados nas plantas de erva-mate avaliadas, não houve diferença estatística para os tratamentos de adubação aplicados para este fator (**Tabela 2**). O T4 obteve a maior média (4,77) em relação aos demais tratamentos, todavia, o T3 obteve o maior número máximo de brotos por planta (17) mesmo com média inferior (3,77).

Isto reforça o encontrado na tabela anterior (**Tabela 1**), em que houve maior percentagem de plantas que formaram brotos em T4 em comparação com T3, porém, o número de brotos por planta foi menor. O mesmo ocorre com o tratamento T2, com média de 3,11 brotos por planta e com número máximo de 10 brotos por planta, que obteve 77,7% de suas plantas com formação brotos.

Tabela 2. Médias e número máximo de brotos epicórmicos (por anelamento completo) observados em plantas de Erva-mate com diferentes tratamentos de adubação.

Tratamento	Médias	Nº máximo
T4	4,77a*	16
T3	3,77a	17
T2	3,11a	10
T5	1,22a	4
T1	0,33a	3

*Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de médias Scott-Knott à 5% de probabilidade de erro.

É válido ressaltar que, de acordo com Stuepp et al. (2016), em estudo de indução de brotações epicórmicas por meio de anelamento no qual avaliou-se a percentagem de matrizes brotadas e o número de brotos por planta, concluíram que a erva-mate apresenta boa capacidade de brotação e que a eficiência na emissão de novos brotos no anelamento é influenciada pela idade da planta matriz e pela estação do ano, visto que, os maiores valores foram obtidos para no inverno, chegando a 95,84% de indução de brotações.

Acredita-se que haja forte relação entre a época de implantação do experimento, o clima local e as diferentes adubações na promoção de brotos, de acordo com trabalhos anteriormente aqui citados sobre estes aspectos.

Conclusões

O uso de adubos nitrogenados mostra-se eficiente para a promoção de brotos epicórmicos pela técnica de anelamento completo do caule em plantas de *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Erva-mate) que estejam em situação de sub-bosque. Recomenda-se a utilização de ureia (250g) ou NPK na formulação 5-20-10 (500g ou 250g) para este fim. Quanto ao número de brotos formados por planta, não é necessário a aplicação de adubos.

É importante a realização de novos trabalhos que utilizem diferentes proporções do mesmo tipo de adubo para que se obtenha a quantidade ideal de aplicação para esta finalidade e de diferentes épocas de implantação do experimento.

Referências Bibliográficas

- CÂMARA SETORIAL DA CADEIA PRODUTIVA DA ERVA-MATE (Curitiba, PR). Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate. Curitiba, (Serie PADCT, 1). Coordenação de A. Maccari Júnior e J. Z. Mazucowski. 2000. 160 p.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras), v.1, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, p.457-466, 2003.
- CARVALHO, P.E.R. *Ilex paraguariensis* Saint-Hilaire: erva-mate. In: CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira. Colombo: Embrapa-CNPQ / Brasília: Embrapa-SPI, p. 280-287. 1994.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- HARTMANN, H.T.; KERSTER, D.E.; DAVIES JR, F.T.; GENEVE, R.L. Hartmann and Kerster's PLANT PROPAGATION: principles and practices. 8. ed. Boston: Prentice Hall, 915p., 2011.
- HEUSER, E.D.; MARIATH, J.E.A. Comportamento do embrião de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) ao longo do seu desenvolvimento. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 2.; REUNIAO TECNICA DA ERVA MATE, 3., 2000, Encantado. Anais. Porto Alegre: Comissao dos Organizadores / Universidade do Rio Grande do Sul / Fundacao Estadual de Pesquisa Agropecuaria, 2000. p.137-139. Biblioteca(s): Embrapa Florestas.
- MEDRADO, M.J.S.; DALZOTO, D.N.; OLIZESKI, A.; MOSELE, S.H. Recuperação de ervais degradados. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 86). 6 p., 2002.
- SANTIN, D.; BENEDETTI, E.L.; BASTOS, M.C. KASEKER, J.F.; REISSMANN, C.B.; BRONDANI, G.E.; BARROS, F.de. Crescimento e nutrição de erva-mate influenciados pela adubação nitrogenada, fosfatada e potássica. Ciência Florestal, Santa Maria, v.23, n.2, 2013.
- SANTIN, D.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E.L.; BRONDANI, G.E.; REISSMANN, C.B.; MORANDI, D.; ROVEDA, L.F. Poda e anelamento em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) visando à indução de brotações basais. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n.56, p.97-104, 2008.
- SANTIN, D.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E. L.; NAGAOKA, R. E.; Fontes de nitrogênio e técnicas de propagação de mudas atuam na produtividade de erva-mate. Embrapa Florestas. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/989135/fontes-de-nitrogenio-e-tecnicas-de-propagacao-de-mudas-atuam-na-produtividade-de-erva-mate>. Acesso em: 03 de abril de 2017.
- ROSA, L.S.; GROSSI, F.; WENDLING, I.; BRONDANI, G.E. Adubação nitrogenada na fertirrigação de minicepas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. Embrapa Florestas - Artigo em anais de congresso. In: CONGRESO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE, 5, Posadas. Actas. Posadas: Instituto Nacional de la Yerba Mate. p. 77-82, 2011.

STUEPP, C.A.; BITENCOURT, J.de; WENDLING, I.; KOEHLER, H.S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. Indução de Brotações Epicórmicas por meio de anelamento e decepa em erva-mate. Santa Maria, Ciência Florestal, vol.26, n.3, 2016.

TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO, PROCEDÊNCIA E FONTE DE NITROGÊNIO NA PRODUTIVIDADE DE ERVA-MATE EM SUCESSIVAS COLHEITAS

Delmar Santin¹; Ivar Wendling²; Eliziane Luiza Benedetti³

¹ Pesquisador/Consultor. Cambona Consultoria e Treinamento Agroindustrial Ltda (CCTA). Rod Br 277, Km 711, Santa Terezinha de Itaipu-PR, Brasil. Email: desantinflorestal@yahoo.com.br

² Pesquisador. Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira, Km 111, Colombo-PR, Brasil. Email: ivar.wendling@embrapa.br

³ Professora/Pesquisadora. Instituto Federal de Santa Catarina, IFSC, Canoinhas. Av. Expedicionários, 2150, Canoinhas-SC, Brasil. Email: eliziane.benedetti@ifsc.edu.br

Resumo: A baixa produtividade e heterogeneidade da erva-mate comercial dos ervaais brasileiros, atualmente, ainda é realidade. O plantio de ervaais com mudas propagadas vegetativamente poderia minimizar esse problema. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da técnica de propagação de mudas e fontes de nitrogênio na produtividade e na relação entre massa verde e seca de erva-mate comercial, de um erval em quatro sucessivas colheitas. O plantio foi realizado em 2005 em São Mateus do Sul-PR, no espaçamento 1,2 m x 3,0 m com mudas propagadas por semente (SE) e miniestaquia (MI). Avaliou-se as procedências Bituruna (BI/MI), Cruz Machado (CM/MI), São Mateus do Sul (SM/MI e SM/SE); e as fontes de nitrogênio (N) nitrato de amônio (NA), sulfato de amônio (SA) e ureia (UR). Nas colheitas de 2012 e 2013 aplicou-se 130 kg ha⁻¹ de N e, nas de 2015 e 2016, 300 kg ha⁻¹ de N. Avaliou-se a produtividade de erva-mate comercial (ECOM= folhas+galhos finos) e a relação entre massas verde/seca (ECOM.V/S) nas idades de 6,5, 8,0, 9,5 e 11,0 anos. As colheitas foram realizadas com intervalo de 18 meses. Na idade de 11 anos a produtividade máxima e mínima de 32,8 e 23,1 t ha⁻¹ de ECOM ocorreu, respectivamente, nas procedências SM/MI e SM/SE. A produtividade de ECOM foi influenciada pelas fontes de N nas procedências BI/MI e SM/MI. A relação massa verde/seca de ECOM foi pouco influenciada pela idade do erval e fontes de N. Conclui-se que a propagação vegetativa de mudas estimula o aumento de produtividade de ECOM e a preferência de fontes de nitrogênio varia para cada procedência. erval estabelecido com mudas propagadas por sementes e adubado com UR produz ECOM com menor relação entre massas, verde/seca.

Palavras-chave: Propagação vegetativa. Miniestaquia. Progenie. Nutrição de erva-mate. *Ilex paraguariensis*.

Introdução

A heterogeneidade e a baixa produtividade nos plantios de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) ainda é uma realidade, deixando essa cultura cada vez menos competitiva. Para culturas florestais bem mais recentes no Brasil, como o gênero *Eucalyptus*, a propagação via assexuada com a técnica de miniestaquia, permitiu a clonagem em escala comercial de material genético superior (Xavier e Silva, 2010), que, juntamente com nutrição dos plantios contribuiu para alavancar a eucaliptocultura brasileira nas últimas décadas. Na cultura da erva-mate, a exemplo do eucalipto, a propagação vegetativa de material superior associado a nutrição dos ervaais, poderão contribuir significativamente na melhoria da produtividade e da padronização da erva-mate comercial.

Apesar dos estudos com propagação vegetativa da erva-mate terem iniciado na década de 1930 (Wendling e Bondani, 2015), atualmente os protocolos de estaquia ainda não estão bem ajustados para a produção de mudas em escala comercial. As limitações na propagação vegetativa de mudas de erva-mate ainda estão atreladas ao rejuvenescimento de material adulto e à nutrição das estacas, o que dificulta o enraizamento das mesmas (Wendling, 2004). Contudo, a técnica de miniestaquia,

desenvolvida a partir de 2000, promoveu grande avanço na propagação vegetativa, pois, maiores índices de enraizamento foram obtidos. No caso da erva-mate, testes a campo que avaliem produtividade e qualidade comparativa de mudas produzidas por propagação sexuada e vegetativa são de fundamental importância para a validação da silvicultura clonal da espécie (Wendling e Bondani, 2015).

Como o produto colhido da erva-mate é constituído basicamente por folhas e galhos finos, Reissmann et al. (1985) alertaram que a exportação de nutrientes da área era expressiva e que medidas de reposição nutricional seriam necessárias. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é que apresenta o maior teor foliar na erva-mate, consequentemente é o mais exportado pela colheita. Para cada 15 t de erva-mate comercial verde (70 % de folhas e 30 % de galhos finos, aproximadamente) são exportados aproximadamente 140 kg de N (Santin et al., 2015a).

Para culturas em geral, comumente a fonte de N mais utilizada é a ureia, constituída de N amídico (NH_2). Outras fontes, como nitrato de amônio com 50 % do N na forma de amônio (NH_4^+) e 50 % de nitrato (NO_3^-) e sulfato de amônio com N na forma de NH_4^+ (contém enxofre - S) (Alcarde, 2007) também se encontram facilmente no mercado. Para a erva-mate em fase de mudas, Gaiad et al. (2006) verificaram a preferência de NH_4^+ em relação ao NO_3^- . Para ervaais em produção, Santin et al. (2014) constataram que fontes de N que continham S em sua fórmula ocasionaram maior queda de folhas e menor produtividade de erva-mate. Mas para ervaais adultos os estudos ainda são incipientes.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da técnica de propagação de mudas e fontes de nitrogênio na produtividade e na relação entre massas, verde/seca, em um erval em quatro sucessivas colheitas.

Metodologia

O experimento foi instalado em São Mateus do Sul - PR, em agosto de 2005, localizado no segundo Planalto Paranaense (longitude 50° 26' 09" O e latitude 25° 44' 43" S) a 820 m de altitude. O clima do local é temperado (Cfb) com precipitação pluvial média anual entre 1600 a 1800 mm (IAPAR, 1994). Na região, predominam os solos Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro e Cambissolos (Castella e Britez, 2004). O solo do local apresentava, na profundidade de 0-20 cm, pH(H_2O) de 4,5; Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H+Al e $\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$, respectivamente, de 1,98, 0,98, 5,56, 34,50 e 37,76 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; disponibilidade de P e K, respectivamente, de 1,2 e 119,0 mg dm^{-3} ; saturação por bases, saturação por Al, teor de argila e de MO, respectivamente, 8,64, 63, 04, 44 e 4,5 %.

Os tratamentos relacionados às procedências de erva-mate consistiram de uma testemunha (mudas propagadas por sementes (SE) de procedência São Mateus do Sul (SM/SE)) e de mudas propagadas por miniestaquia (MI) em nível de progênie (propágulos juvenis), sendo, procedência Bituruna (BI/MI), Cruz Machado (CM/MI) e São Mateus do Sul (SM/MI)).

As sementes utilizadas na produção das mudas da SMS/Se foram coletadas das mesmas matrizes que se propagaram as mudas da SM/Mi. Para a produção de mudas por miniestacas as sementes foram coletadas em fevereiro de 2003 e para as mudas da SM/Se, em fevereiro de 2004, ambas de matrizes adultas nativas de cada procedência. As sementes foram estratificadas em areia por cinco meses, semeadas em sementeira e as plântulas ao atingirem aproximadamente 2 cm de altura foram transplantadas para tubetes plásticos de 75 cm^3 , onde permaneceram até atingirem em média 9 cm de altura quando foram plantadas a campo ou em canaletão para posterior coleta de propágulos. A produção das mudas via miniestaquia consistiu na poda a uma altura de 5 a 8 cm uma semana após o plantio, sendo convertidas em minicepas para emissão das brotações a serem usadas como miniestacas (Wendling et al., 2007). As miniestacas coletadas no minijardim clonal foram enraizadas em tubetes plásticos de 75 cm^3 , mantidas em casa de vegetação com temperatura de 20-30 °C e umidade relativa do ar acima de 80 %. O substrato foi constituído de partes iguais de vermiculita, casca de arroz carbonizada e substrato comercial a base de casca de pinus. Após as mudas passarem

pelos processos de enraizamento, aclimação e rustificação, ao atingirem altura média de 9 cm foram plantadas a campo.

O plantio foi estabelecido em agosto de 2005 no espaçamento de 3 x 1,2 m. A primeira colheita foi efetuada em agosto de 2008, a aproximadamente 60 cm de altura do nível do solo. Em agosto de 2010, após a segunda colheita, iniciou-se a adubação com fontes de N. Para este trabalho foram avaliadas as colheitas de 2012, 2013, 2015 e 2016, correspondendo respectivamente, às idades de 6,5, 8,0, 9,5 e 11,0 anos. As colheitas de 2012 a 2016 foram realizadas com intervalos de 18 meses (**Tabela 1**).

Os tratamentos foram arranjos no fatorial 3 x 4 em esquema de parcela subdividida, com três fontes de N e quatro procedências de erva-mate, sendo na parcela a fonte de N e na subparcela as procedências. Os tratamentos foram dispostos no delineamento blocos casualizados com três repetições. A unidade experimental foi composta por nove plantas úteis, com duas linhas como bordadura entre parcelas.

Os tratamentos de fontes de N consistiram da aplicação de 130 kg ha⁻¹ de N para as colheitas de 2012 e 2013 e, 300 kg ha⁻¹ de N nas colheitas de 2015 e 2016. As fontes avaliadas foram: nitrato de amônio (NA), sulfato de amônio (SA) e ureia (UR). As características químicas de cada fonte eram: NA= 34 % de N, sendo 50 % na forma de NH₄⁺ e 50 % de NO₃⁻; SA= 22 % de N na forma de NH₄⁺ e 24 % de enxofre (S); e UR= 45 % de N na forma amídica (**Tabela 1**).

Realizou-se adubação de P e K, sendo as fontes superfosfato triplo (42 % de P₂O₅) e cloreto de potássio (60 % de K₂O), respectivamente. Para as colheitas de 2012 e 2013 aplicou-se doses de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O. Nas colheitas de 2015 e 2016 aplicou-se 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 270 kg ha⁻¹ de K₂O. As doses de P, K e fontes de N de cada colheita foram parceladas em três vezes iguais, aplicadas superficialmente na projeção da copa sempre no início de fevereiro e de setembro de cada ano (**Tabela 1**).

Tabela 1. Dose, parcelamento e época de aplicação dos fertilizantes para cada colheita em erval estabelecido com mudas de quatro procedência propagadas por ministaquia e por sementes em São Mateus do Sul – PR.

Colheita	Nutriente	Dose kg ha ⁻¹	Parcelamento e época da aplicação das doses de nutrientes		
			33,3 %	33,3 %	33,3 %
2012/Fev	N	130			
	P ₂ O ₅	40	Set/2010	Fev/2011	Set/2011
	K ₂ O	40			
2013/Ago	N	130			
	P ₂ O ₅	40	Fev/2012	Set/2012	Fev/2013
	K ₂ O	40			
2015/Fev	N	300			
	P ₂ O ₅	140	Set/2013	Fev/2014	Set/2014
	K ₂ O	270			
2016/Ago	N	300			
	P ₂ O ₅	140	Fev/2015	Set/2015	Fev/2016
	K ₂ O	270			

Desde o plantio até a segunda colheita o cultivo não recebeu adubação e calagem. Em janeiro de 2012, logo após a segunda colheita, aplicou-se superficialmente sem incorporar 1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (CaO e MgO, respectivamente, de 33,2 % e 22,4 %). As colheitas foram realizadas

retirando-se aproximadamente 90 % da massa verde que brotou a partir da colheita anterior. Em cada colheita, separou-se a erva-mate comercial (ECOM= folha+galho fino) do galho grosso e foi determinada a quantidade de massa verde de ambos. O corte para a colheita foi efetuado entre 10 a 15 cm acima da posição da última poda. Da ECOM, retirou-se uma amostra por parcela de aproximadamente 500 g, pesadas a campo logo após a coleta e, posteriormente, após secas em estufa a 65 °C foram pesadas novamente. Considerou-se como GF os galhos com diâmetro menor de 7 mm, aproximadamente, e acima deste diâmetro como GG.

Quantificou-se a produtividade de massa verde do componente ECOM e a relação entre massa verde e seca da ECOM (ECOM.V/S). Na análise estatística, os fatores fontes de N, procedências e idade do erval, compuseram, respectivamente, parcela, subparcela e sub-subparcela. Os dados foram submetidos à análise da Anova. As médias referentes ao efeito de fontes de N e procedências foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$) e o efeito de idade do erval avaliadas por análise de regressão.

Resultados e Discussão

A produtividade de erva-mate comercial (ECOM) (**Figuras 1A e B**) e a relação entre massas verde/seca da ECOM (ECOM.V/S) (**Figuras 1C e D**) foram influenciadas pelas interações idade do plantio x procedência e fontes de N x procedência.

Com o avanço da idade do erval, a produtividade de ECOM aumentou linearmente. Aos 11,0 anos a produtividade de ECOM foi de 28,6, 27,4, 32,8 e 23,1 t ha⁻¹, respectivamente, para as procedências BI/MI, CM/MI, SM/MI e SM/SE (**Figura 1A**).

Quanto ao efeito da interação entre fontes de N e procedências (**Figura 1B**), a produtividade de ECOM foi superior na procedência SM/MI com as fontes NA e UR, respectivamente, com 25,3 e 25,4 t ha⁻¹.

A procedência SM/SE, apresentou a menor produtividade de ECOM, para as três fontes de N avaliadas. Para a fonte SA, com produtividade de ECOM de 23,3 e 23,8 t ha⁻¹, respectivamente, as procedências BI/MI e SM/MI foram superiores as demais.

Quando avaliadas fontes de N na produtividade de ECOM em cada procedência, CM/MI e SM/SE não foram influenciadas pelas fontes. Por outro lado, enquanto o SA proporcionou a maior produtividade de ECOM na BI/MI (23,3 t ha⁻¹), para a SM/MI o SA foi inferior ao NA e UR (**Figura 1B**).

A relação entre massas de ECOM.V/S foi influenciada pela idade do erval para as procedências BI/MI e CM/MI, sendo de 2,73 na maior idade avaliada para CM/MI. Para a procedência BI/MI, a ECOM.V/S mínima de 2,63 ocorreu na idade de 8,1 anos. A ECOM.V/S das procedências SM/MI e SM/SE não foi influenciada pela idade do erval, tendo média, respectivamente, de 2,65 e 2,62 (**Figura 1C**).

Quando avaliado, procedência e fontes de N na ECOM.V/S (**Figura 1D**), somente a UR na procedência SM/SE (com valor de 2,56), foi inferior às demais fontes de N na mesma procedência, assim como, a SM/SE foi inferior as demais procedências na UR.

O aumento linear da produtividade de ECOM em função da idade do erval indica uma tendência de aumento para a próxima colheita (**Figura 1A**). Mas o que mais chama a atenção é uma diferença de produtividade de ECOM cada vez maior entre as procedências SM/MI e SM/SE. Enquanto na colheita aos 6,5 anos a produtividade de ECOM da SM/MI (16,6 t ha⁻¹) era 8,7 % superior a da SM/SE (15,2 t ha⁻¹), aos 11,0 anos, com produtividade, respectivamente, de 32,8 e 23,1 t ha⁻¹ essa diferença passou para 42,4 %. A produtividade de ECOM das procedências propagadas por miniestaquia (MI) já era superior àquela propagada por sementes (SE) na colheita do ano de 2010 quando o erval estava com cinco anos de idade (Santin et al., 2015b). Normalmente se esperaria que mudas propagadas por miniestaquia pudessem apresentar crescimento inferior às propagadas por sementes, visto a existência

de raízes mais superficiais e com ausência de raiz pivotante (Wendling, 2004). No entanto, os resultados obtidos demonstram justamente o contrário, onde a erva-mate propagada por miniestaquia tem produtividade superior a propagada por semente.

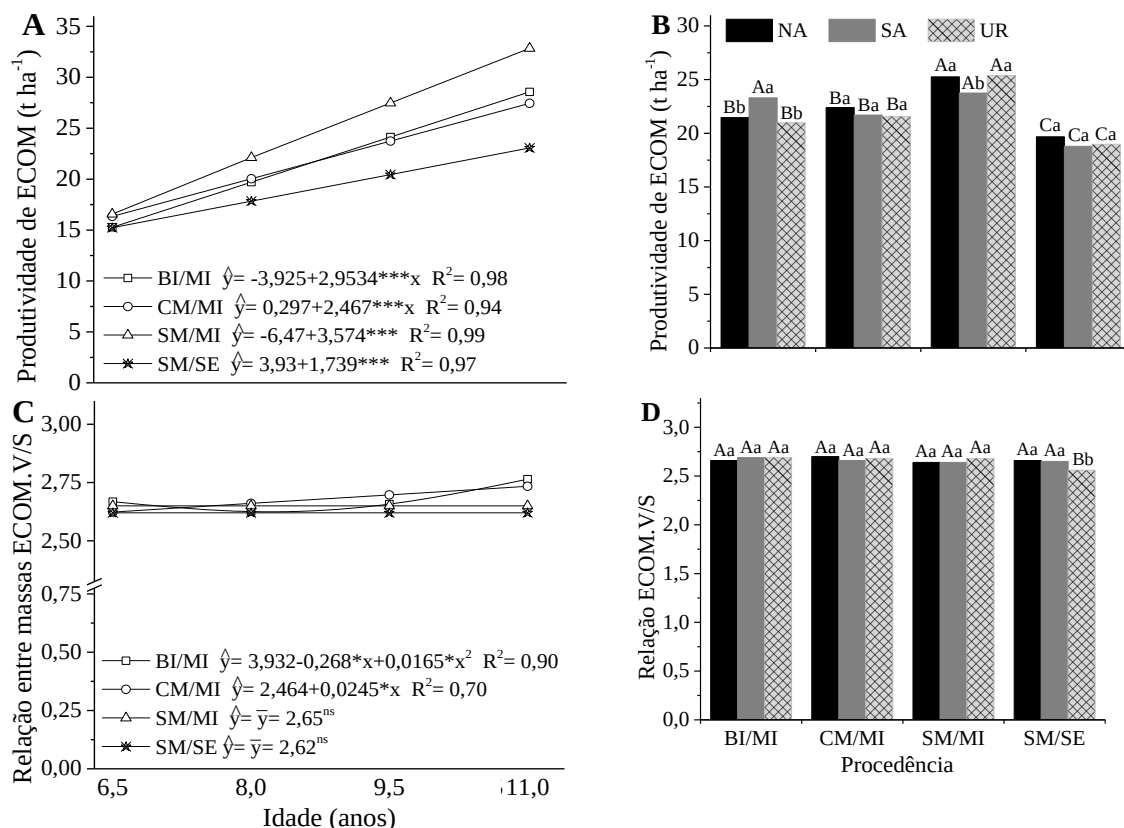


Figura 1. Produtividade de massa verde de erva-mate comercial (ECOM) (A e B) e relação entre massa verde e seca de ECOM (ECOM.V/S) (C e D) de quatro colheitas de um erval estabelecido em São Mateus do Sul-PR com mudas de procedência de Bituruna (BI), Cruz Machado (CM) e São Mateus do Sul (SM) propagadas por miniestaquia (MI) ou semente (SE) e submetido a adubação nitrogenada de nitrato de amônia (NA), sulfato de amônia (SA) e ureia (UR). *, **, *** e ^{ns}, respectivamente, significativo a 5 %, 1 %, 0,1 % e não significativo a 5 % de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre procedências e médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre fontes de N pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Enquanto as procedências CM/MI e SM/SE não fizeram distinção de fontes de N, a SM/MI teve preferência pelo NA e UR e, a BI/MI, por SA (**Figura 1B**). Para erval situado em Anta Gorda - RS com 10 anos e com intervalo de colheita de 24 meses, Santin et al. (2014) verificaram que a produtividade de ECOM com fonte de adubação a base de NA e UR foi superior a de SA. Resultados que evidenciam a necessidade de investigação de testes com fontes de N para diferentes regiões de ocorrência da erva-mate.

Para a relação entre massas, verde/seca da ECOM, a média para ervais adubados é de 3,13 (Santin et al., 2015a). Para este trabalho, considerando o erval nutrido adequadamente, a ECOM.V/S variou de 2,56 a 2,73, situando-se abaixo do que comumente é verificado para ervais adubados.

Conclusões

Mudas de erva-mate propagadas por meio da técnica de miniestaquia resultam em aumento de produtividade de erva-mate comercial. A preferência de fontes de nitrogênio varia para cada

procedência. A relação entre massas, verde/seca da erva-mate comercial, é pouco influenciada pela idade do erval e pelas fontes de nitrogênio. Erval estabelecido com mudas propagadas por semente e adubado com ureia produz erva-mate comercial com menor relação entre massas verde/seca.

Agradecimentos

Ao Sr. Olando Boaski pela disponibilidade e manutenção adequada da área e à Empresa Baldo S.A. pelo suporte logístico para a realização do trabalho.

Referências Bibliográficas

- ALCARDE, J.C. Fertilizante. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência Solo, 276-374, 2007.
- CASTELLA, P.R.; BRITEZ, R.M. **A floresta com araucária no Paraná**: projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira – PROBIO. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 233p., 2004.
- GAIA, S.; RAKOCEVIC, M.; REISSMANN, C.B. N sources affect growth, nutrient content, and net photosynthesis in maté (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 5, p. 689-697, 2006.
- IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina. IAPAR, 49p., 1994.
- REISSMANN, C. B.; KOEHLER, C. W.; ROCHA, H. O.; HILDEBRAND, E. E. Avaliação da exportação de macronutrientes pela exportação da erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS. Sivicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). Curitiba, 1985, **Anais...** Curitiba: EMBRAPA/CNPQ, p.128-139, 1985.
- SANTIN, D.; BENEDETTI, E.L.; BRUNETTO, F.; MARQUES, J. Manejo de colheita e fontes de nitrogênio na queda de folhas e produtividade da erva-mate. In: VI CONGRESSO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE Y II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ERVA-MATE Y SALUD. Montevideo, 2014, **Actas...** Montevideo: UDeLaR, 2014.
- SANTIN, D.; BENEDETTI, E.L.; REISSMANN, C.B. Nutrição e recomendação de adubação e calcário para a cultura da erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília: Embrapa, p. 99-195, 2015a.
- SANTIN, D.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E.L.; MORANDI, D.; DOMINGOS, D.M. Sobrevivência, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 571-579, 2015b.
- WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. Produção de mudas de erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília: Embrapa, p., 11-98, 2015.
- WENDLING, I. **Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire): estado da arte e tendências futuras**. Colombo: Embrapa Florestas, 46 p., 2004. (Documentos, 91).
- WENDLING, I. DUTRA, L.F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007.
- XAVIER, A.; SILVA, R.L. Evolución de la silvicultura clonal de Eucalyptus en Brasil. **Agronomia Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.

INDUTORES DE CRESCIMENTO NO ENRAIZAMENTO DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) POR ESTAQUIA

Jéssica Thalheimer de Aguiar¹, Luís Paulo Baldissera Schorr¹, Diovana Konrad da Silva², Genésio Moura da Rosa³, Elisiane Vendruscolo⁴

¹Mestranda (o) do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias. Av. Luís de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, CEP 88520-000 Lages, SC. Email: jeh.aguiar93@hotmail.com; luispaulo_schorr@hotmail.com.

²Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen. Linha 7 de Setembro, s/n, CEP 98400-000. Frederico Westphalen, RS, Brasil. Email: dio_konrad@hotmail.com

³Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen. Linha 7 de Setembro, s/n, CEP 98400-000. Frederico Westphalen, RS, Brasil. Email:

⁴Acadêmica de Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen. Linha 7 de Setembro, s/n, CEP 98400-000. Frederico Westphalen, RS, Brasil. Email: elisianevendruscolo@gmail.com.

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a propagação vegetativa assexuada via estaquia por diferentes reguladores de crescimento. O plantio foi realizado em bandejas plásticas preenchidas com substrato Carolina Padrão, estabelecendo a aclimatização *ex vitro* das estacas. Foram divididos em 5 tratamentos sendo eles T1: testemunha, T2: ácido indolbutírico (AIB), 2000 mgL⁻¹, T3: tiamina, T4: tiririca (*Cyperus rotundos*) folha e T5: tiririca (*Cyperus rotundos*) bulbo. Após 120 dias em casa-de-vegetação, foram feitas avaliações mensurando as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, porcentagem de estacas vivas, porcentagem de estacas mortas. Os resultados indicaram que os melhores resultados foram encontrados utilizando os tratamentos testemunha e tiririca em bulbo.

Palavras-chave: propagação, porcentagem de estacas, enraizamento.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) pertence à família Aquifoliaceae e é nativa da América do Sul, destacando-se em Argentina, Paraguai e Brasil (SANTOS, 2004) No Brasil, a produção se encontra concentrada principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2010).

A espécie vem assumindo grande importância ambiental e econômica no sul do Brasil. No fornecimento das folhas que são utilizadas na produção de chá-mate e na forma mais popular como é o caso do chimarrão. Centros de pesquisas e indústrias da Europa atentam para a erva-mate, principalmente na tentativa de sua aplicação em produtos químicos, farmacêuticos e na forma de refrigerantes (COELHO, 1995)

A propagação vegetativa apresenta-se como uma excelente alternativa na busca de avanços para a produção de mudas (GRAÇA et al., 1990). Essa técnica consiste na reprodução de espécies vegetais sem florescer e formar sementes, essa é a principal maneira de uma planta multiplicar-se. A propagação vegetativa é de grande importância na horticultura, pois garante a reprodução fiel das plantas que ou não se reproduzem por sementes ou são estéreis (LOPES, 2003).

O uso de algumas tecnologias pode melhorar tanto a qualidade da muda quanto a porcentagem de enraizamento e qualidade das estacas enraizadas. Dentre estas, poder-se ia citar o uso de substratos mais adequados para proporcionar maior enraizamento, melhor distribuição e conformação das raízes (HARTMANN et al., 1997; KLEIN et al., 2000; OFORI et al., 1996).

O substrato, meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo (KÄMPF et al., 2006), pode interferir no processo de enraizamento das estacas (FACHINELLO et al., 2005) e exerce influência na qualidade das raízes formadas e no percentual de enraizamento.

Além do substrato, o processo de formação de raízes em estacas pode estar relacionado também com o regulador de crescimento. Dentre as auxinas sintéticas, o AIB é o regulador de crescimento mais comumente utilizado na indução do enraizamento adventício, por se tratar de uma substância fotoestável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica, em comparação às demais auxinas sintéticas (NOGUEIRA, 1983; FACHINELLO et al., 1995; HOFFMANN et al., 1996), sendo considerado um dos melhores estimuladores do enraizamento (LOSS et al., 2008).

Os resultados com diferentes vitaminas parecem ser muito particulares para cada espécie e talvez para diferentes cultivares da mesma espécie, dependendo do tipo de explante. A tiamina destaca-se com efeito benéfico para a maioria das culturas (FERREIRA et al 1998). Algumas técnicas para a indução do enraizamento vindo de recursos naturais podem melhorar o enraizamento, como por exemplo, o extrato de tiririca (*Cyperus rotundos*) pelo seu poder alopático sobre a brotação das culturas (SOZIM, et al., 2008).

O objetivo deste estudo consistiu em avaliar o enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) utilizando como método a propagação vegetativa assexuada via estaquia por diferentes reguladores de crescimento.

Metodologia

O estudo foi realizado em casa de vegetação do Viveiro Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen – RS (UFSM/FW), situado sob as coordenadas geográficas 27°23'26"S e 53°25'43"W. Para a realização da estaquia foram selecionadas árvores matrizes da espécie no período de primavera, pois conforme Knapik et al. (2003), os resultados da estaquia na primavera são mais promissores. A coleta e seleção das matrizes ocorreu no Instituto Federal Farroupilha, antigo Colégio Agrícola de Frederico Westphalen - CAFW, localizado ao lado da UFSM/FW.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando 5 tratamentos, 3 repetições e 10 estacas por repetição. Inicialmente as estacas foram confeccionadas com cerca de 12 cm de comprimento e duas folhas com a área reduzida à metade. Foi realizada uma desinfestação com hipoclorito de sódio a 0,5% por 5 minutos.

Após ocorreu a aplicação dos tratamentos, onde as estacas foram mergulhadas por 10 segundos para cada regulador de crescimento e então conduzidas em bandejas plásticas com o Substrato orgânico Carolina Padrão a base de vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de NPK.

Os tratamentos utilizados (reguladores de crescimento) foram:

T1: Sem nenhum tratamento realizado (testemunha);

T2: Ácido Indol Butírico (AIB) 2000 ml⁻¹;

T3: Tiamina 75%;

T4: Tiririca folha (*Cyperus rotundos*) 20g.200ml⁻¹ ;

T5: Tiririca bulbo (*Cyperus rotundos*) 20g.200ml⁻¹.

Para a obtenção dos extratos de tiririca foram utilizados 20g de tubérculos e 20g folhas para cada 200 ml de água. Já para a avaliação da tiamina foram dissolvidas 75g em 1000 ml de água, metodologia descrita em Santos et al. (2014) e Pagliari (2009).

Aos 120 dias avaliaram-se a mortalidade e a porcentagem de estacas enraizadas. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e por não atenderem esse pressuposto, submeteu-se ao teste de Kruskal-Wallis à 5% de probabilidade de erro. Os cálculos foram realizados pelo software Assistat versão 7.7 beta.

Resultados e Discussão

Os resultados indicaram que para a variável mortalidade (Figura 1), houve diferenciação significativa entre os tratamentos, ou seja, os tratamentos analisados ocasionaram diferentes taxas de mortalidade da espécie.

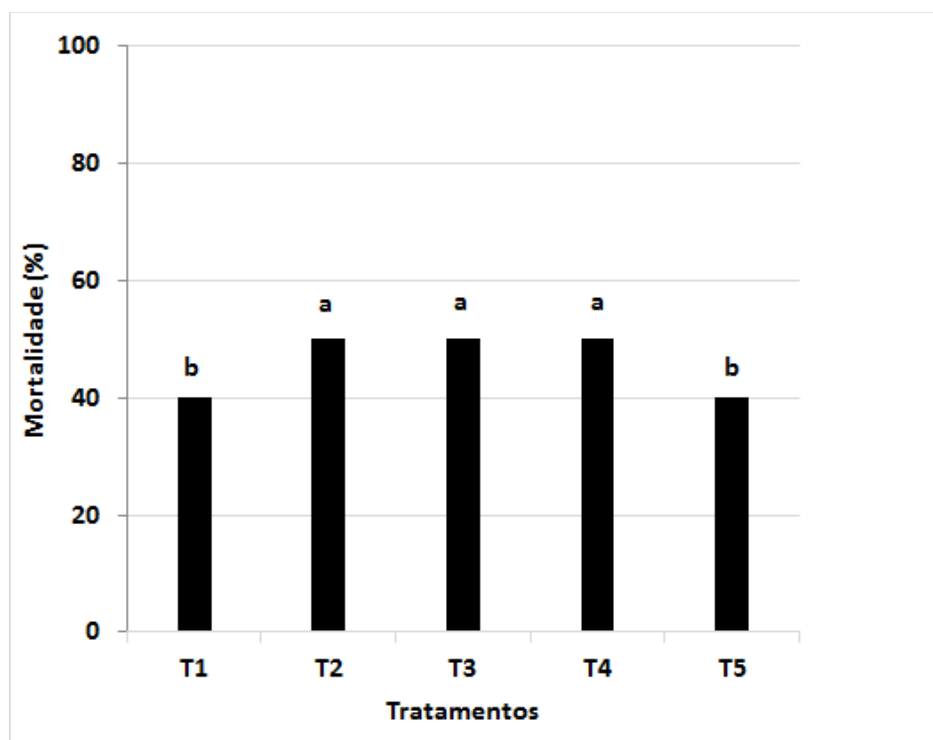


Figura 1. Porcentagem de mortalidade de estacas de erva-mate submetidas a diferentes indutores de crescimento, em casa de vegetação. Frederico Westphalen, RS, 2015. *Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade.

A avaliação realizada aos 120 dias após a estaquia indicou que a maior mortalidade ocorreu nos tratamentos em T2 (AIB), T3 (tiamina) e T4 (tiririca folha), ambos com 50%. Por outro lado, T1 (testemunha) e T5 (tiririca bulbo) propiciaram as menores taxas de mortalidade (40%).

Os resultados que indicaram a não utilização de indutores como a maior sobrevivência, corroboram com os resultados de POMICINSKI & DORIGON (2014), que analisando a propagação vegetativa de carvalho brasileiro, verificaram que a exposição à água (testemunha) propiciou o melhor resultado para a variável sobrevivência.

TRONCO et al. (2015), também verificou uma porcentagem de mortalidade igual a 40%, para estacas de *Ilex paraguariensis* não tratadas com AIB. Contudo, em seu trabalho esta foi a maior mortalidade encontrada.

Quanto à análise do enraizamento (Figura 2), verificou-se pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade de erro, que houve diferenciação significativa entre os tratamentos.

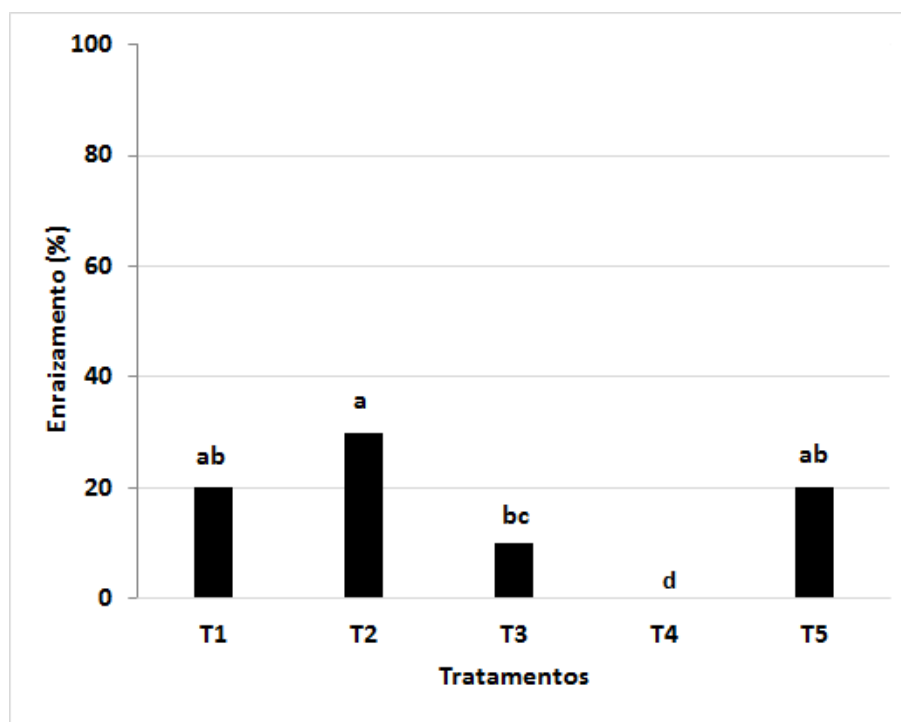


Figura 2. Porcentagem de enraizamento de estacas de erva-mate submetidas a diferentes indutores de crescimento, em casa de vegetação. Frederico Westphalen, RS, 2015.

A maior taxa de enraizamento (30%) ocorreu com a utilização de AIB (T1), contudo o tratamento não diferiu estatisticamente de T1 (testemunha) e T5 (tiririca bulbo). Esse resultado corrobora com o estudo de TRONCO et al. (2015), que avaliando o enraizamento ex vitro de microestacas de *Ilex paraguariensis* verificaram bons resultados com a aplicação do AIB. BETANIN & NIENOW (2010), também destacam a influência positiva do AIB para o enraizamento de estacas de corticeira-da-serra com dois folíolos laterais reduzidos à metade.

A não diferenciação entre os tratamentos com aplicação de AIB e testemunha podem ter relação com a concentração utilizada, fato descrito por TITON et al. (2003), os quais avaliando *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden não encontraram diferença significativa para o enraizamento da espécie com a variação de 0 a 2000 mg.L⁻¹ de AIB.

Deve-se destacar que não ocorreu enraizamento das estacas pelo tratamento de tiririca folha, diferentemente dos resultados encontrados por FANTI (2008) avaliando *Duranta repens* L, onde as maiores médias numéricas de enraizamento foram encontradas utilizando extrato de folhas de tiririca a 50 e 100%.

Conclusão

O trabalho mostrou que os melhores resultados, considerando as variáveis sobrevivência e enraizamento, foram encontrados utilizando os tratamentos testemunhas e tiririca em bulbo.

Referências

- BETANIN, L.; NIENOW, A. A. Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar e foliar. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 4, p. 871-880, out./dez. 2010.
- COELHO, J.G.L. Prefácio. In: Erva-Mate: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: Ed. da Universidade /UFRGS. 356p. p.9-10. 1995.

- EMBRAPA FLORESTAS: Sistemas de produção, 2 edição. (2010). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Erva-mate/CultivodaErvaMate_2ed/index.htm>. Acesso em: 02/abril/2017.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. et al. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 178p, 1995.
- FACHINELLO, J.C. et al. Propagação de plantas frutíferas. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 221p, 2005.
- FANTI, F.P. Aplicação de extratos de folhas e de tubérculos de *Cyperus rotundus* L. (*Cyperaceae*) e de auxinas sintéticas na estaquia caular de *Duranta repens* L. (*Verbenaceae*). 2008. 58f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, PR.
- FERREIRA, M. E.; CALDAS, L. S.; PEREIRA, E. A. Aplicações da cultura de tecidos no melhoramento genético de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.). Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPq, 1998. v.1. p.21-43. 1998.
- GRAÇA, M. E. C.; TAVARES, F. R.; RODIGHERI, H. R.; COOPER, M. A. Produção de mudas de erva-mate por estaquia. Curitiba: Embrapa Florestas – EMATER, 20 p, 1990.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. Plant propagation: principles and practices. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall International, 770p, 1997.
- HARTMANN, H.T. et al. Plant propagation: principles and practices. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 880p, 2002.
- HOFFMANN, A. et al. Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319p.
- NOGUEIRA, D. J. P. Os porta-enxertos na fruticultura. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.23-41. 1983.
- KAMPF, A.N. et al. Floricultura: técnicas de preparo de substratos. Brasília: LK, 132p, 2006.
- KLEIN, J. D.; COHEN, S.; HEBBE, Y. Seasonal variation in rooting ability of myrtle (*Myrtus communis* L.) cutting. Scientia Horticulture, Amsterdam, v. 83, n. 1, p. 71-76, 2000.
- LOSS, A.; TEIXEIRA, M. B.; ASSUNÇÃO, G. M.; HAIM, P. G.; LOUREIRO, D. C.; SOUZA, J. R. Enraizamento de estacas de *Allamanda cathartica* L. tratadas com Ácido Indol-Butírico (AIB). Ciências Agrárias, v. 3, n. 4, p. 313-316, 2008.
- LOPES, José C.; ALEXANDRE, Rodrigo S.; SILVA, Artur E. C. DA; RIVA, Elaine M. Revista Brasileira Agrociência, v. 9, n. 1, p. 79-83, jan-mar, 2003.
- OFORI, D. A.; NEWTON, A. C.; LEAKY, R. R. B.; GRACE, J. Vegetative propagation of *Milicia excelsa* by leaf item cuttings: effects of auxin concentration, leaf area and rooting médium. Forest Ecology and Management, Amsterdam, v. 84, n. 1/3, p. 39-48, 1996.
- PAGLIARI, S. C. Macropropagação por estaquia de imbuia *Ocotea porosa* (Ness et MartiusexNess) com utilização do extrato alcoólico da tiririca (*Cyperus rotundus* L.). Joaçaba: Ed. Unoesc, 2009.
- POMICINSKI, S. A.; DORIGON, E. B. Macropropagação de carvalho brasileiro (*Roupala brasiliensis* klotzsch): submetida à fitoextratos vegetais, tiamina e ácido indolbutirico. UNOESC & CIÊNCIA - ACBS, v. 5, n. 2. 2014.
- SANTOS KA. Estabilidade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) em embalagens plásticas [dissertação de mestrado]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 2004.
- SANTOS, R. M. S., GUIRRA, K. S., FONSECA, R. A., DA SILVA, J. E. S. B., DA SILVA, G. C. S. B., ARAGÃO, C. A. Avaliação de extratos de tiririca na qualidade de mudas de alface. Revista SODEBRAS, v. 9, n. 99. 2014.
- SOZIM, M. et al. Enraizamento de estacas da videira (*Vitis labrusca* L.) cv. bordô. Anuais, Vitória, 2008.
- TITON, M. et al. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Revista Árvore, v.27, n.1, p.1-7, 2003.

TRONCO, K.M. Q.; BISOGNIN, D. A.; FLEIG, F. D. HORBACHM M. A. Enraizamento *ex vitro* e aclimatização de microestacas de *Ilex paraguariensis* A. St Hil. CERNE, v. 21, n.3, p. 371-378, 2015.

QUALIDADES FÍSICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE *Ilex paraguariensis*

Anieli C. de Souza¹; Luciana M. de Oliveira²; Gabriela F. Souza³; Louise Z. Pulchale⁴;
Sharline S. Schossler⁵; Patricia P. Liesch⁶; Alexandra C. S. Sá⁷

¹ Doutoranda em Produção Vegetal. Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC-CAV- Av. Luis de Camões, 2090, Lages, SC, Brasil. Email: anielicioato@hotmail.com.

² Professor/ Pesquisador. Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC-CAV- Av. Luis de Camões, 2090, Lages, SC, Brasil. Email: luciana.oliveira@udesc.br;

³ Mestranda em Engenharia Florestal. Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC-CAV- Av. Luis de Camões, 2090, Lages, SC, Brasil. Email: gabisouza93@hotmail.com;

⁴ Graduanda em Engenharia Florestal. Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC-CAV- Av. Luis de Camões, 2090, Lages, SC, Brasil. Email: louise_zp@hotmail.com;

⁵ Engenheira Florestal. Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC-CAV- Av. Luis de Camões, 2090, Lages, SC, Brasil. Email: sharlinesschossler@yahoo.com.br;

⁶ Engenheira Florestal. Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC-CAV- Av. Luis de Camões, 2090, Lages, SC, Brasil. Email: patricialiesch@hotmail.com;

⁷ Graduanda em Engenharia Florestal. Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC-CAV- Av. Luis de Camões, 2090, Lages, SC, Brasil. Email: alexandra.schatz.sa@gmail.com;

Resumo: Objetivou-se com o trabalho determinar as possíveis causas da baixa qualidade de sementes de *Ilex paraguariensis*, por meio de avaliações das qualidades física e sanitária das sementes. Foram utilizados seis lotes de sementes, de diferentes procedências e/ou anos de coleta: OC-15 (Otacílio Costa, 2015), UR-15, UR-16 (Urupema, 2015 e 2016), CE-16 (Campo Ere, 2016), IJ-16 (Ijuí, 2016); PU-16 (Porto União, 2016). Em cada lote, 200 sementes foram avaliadas quanto à sementes vazias, deterioradas, predadas, cheias (com embriões visualizados ou não). Pelos resultados obtidos, foram verificados os maiores números de sementes vazias no lote UR-16, seguido por PU-16. Nos lotes CE-16 e IJ-16 houve um menor número de sementes vazias. Em sementes mortas, o lote de PU-16 apresentou o maior número seguido pelos lotes UR-15 e UR-16. O lote de IJ-16 apresentou o menor número de sementes mortas. O lote com maior ataque de insetos foi de OC-15 seguido por UR-15. Os lotes CE-16, IJ-16 e UR-15 apresentaram os maiores valores de sementes com embriões visualizados, enquanto em sementes com os embriões não visualizados, foi IJ-16. As causas da baixa qualidade de sementes de *Ilex paraguariensis* dependem do lote; entretanto, de forma geral destaca-se a presença de sementes vazias/deterioradas.

Palavras-chave: Sementes vazias; Predação; Erva-mate.

Introdução

A *Ilex paraguariensis* St. Hil., Aquifoliaceae, (erva-mate) é uma planta arbórea de grande importância socioeconômica, principalmente no Sul do Brasil, onde ocorre de forma nativa ou cultivada. Em estado natural, a *I. paraguariensis* está localizada na Floresta Ombrófila Mista, sendo a principal atividade econômica de muitos municípios desta área. Dentre os produtos obtidos da *I. paraguariensis*, destacam-se o chimarrão, o tererê, o chá em saquinhos e a bebida pronta para o consumo (BOZZETO, 1995; FOWLER; STURION, 2000; LORENZI; MATOS, 2002).

A produção de mudas de *I. paraguariensis* é comumente realizada por sementes (CARVALHO, 2003; WENDLING, 2004), devido às vantagens associadas a este tipo de multiplicação, como estruturas mais baratas em relação à propagação vegetativa. Quanto às desvantagens, a baixa qualidade genética e fisiológica das sementes (STURION, 1988; CUQUEL et al., 1994); germinação demorada, desuniforme (de 100 a 360 dias) e com baixo percentual (em geral, inferior a 20%) (STURION, 1988; PRAT KRICUN, 1993; CUQUEL et al., 1994; MENNA, 1995); ocorrência de plantas que produzem poucas sementes ou não produzem, além de se promover a produção de mudas

com características genéticas e fenotípicas diferentes da planta matriz (WENDLING; BRONDANI, 2014).

Apesar dos problemas relacionados à germinação de sementes de *I. paraguariensis* serem descritos como devido à presença de dormência (MELLO, 1980; MALAVASI, 1988; FERREIRA et al., 1991; MEDEIROS, 1998; GRIGOLETTI JÚNIOR et al., 1999; HEUSER, 1999; FOWLER; STURION, 2000; MEDEIROS, 2001; DOLCE et al., 2010), outros fatores de forma geral, podem causar o baixo percentual de germinação de sementes, como a presença de pragas e doenças, de sementes com má formação, vazias e inviáveis.

Os relatos relacionados à presença de insetos em sementes de *I. paraguariensis* são escassos, porém ZANON (1988) identificou sementes com danos por insetos. Também não há relatos sobre a presença de sementes de *I. paraguariensis* vazias e má formadas, entretanto esse mesmo autor orienta que as sementes dessa espécie devem ser imersas em água, e que as sobrenadantes devem ser retiradas. Procedimento esse que é, geralmente, utilizado para a remoção de sementes vazias e chochas.

Objetivou-se determinar as possíveis causas da baixa qualidade de sementes de *I. paraguariensis*, por meio de avaliações das qualidades física e sanitária das sementes.

Metodologia

Foram utilizados seis lotes de sementes de *I. paraguariensis*, de árvores nativas, obtidas de no mínimo cinco matrizes, com distância mínima de 5 (cinco) metros e máxima de 500 (quinhentos) metros, colhidos em diferentes locais e/ou ano:

OC-15: coletadas em 2015, no município de Otacílio Costa, SC, que possui clima quente e temperado. A classificação do clima é Cfb, segundo Köppen e Geiger. A temperatura média anual é 16.3 °C, com pluviosidade média anual de 1519 mm e altitude de 871 m (CLIMATE, 2016).

UR-15: obtidas em 2015 e **UR-16:** em 2016, ambos provenientes do município de Urupema, SC, onde o clima é quente e temperado, e segundo Köppen e Geiger, classificado como Cfb. A temperatura média anual é 14.1 °C, com média anual de pluviosidade de 1634 mm e a altitude de 1324 m (CLIMATE, 2016).

CE-16: lote colhido no ano de 2016, em Campo Erê, SC, que apresenta um clima quente e temperado, classificado como Cfb, segundo a Köppen e Geiger, com temperatura média de 16.7 °C, 2045 mm de pluviosidade média anual e altitude de 903 m (CLIMATE, 2016).

IJ-16: coletadas no ano de 2016, no município de Ijuí, RS, onde o clima é quente e temperado, classificado como Cfa, de acordo com a Köppen e Geiger. A temperatura média anual em Ijuí é de 19.9 °C, com média anual de pluviosidade de 1774 mm e altitude de 307 m (CLIMATE, 2016).

PU-16: obtido no ano de 2016, no município de Porto União, SC, onde o clima é quente e temperado, e segundo Köppen e Geiger, é classificado como Cfa. A temperatura média anual em Porto União é 17.7 °C, com pluviosidade média anual de 1667 mm e altitude de 780 m (CLIMATE, 2016).

Foram coletados frutos maduros, com coloração roxa escura, cor 2,5/1 F: 5Y, de acordo com a Tabela de Munsell. As sementes foram extraídas, em peneira e água corrente, e beneficiadas manualmente para retirada das impurezas.

Para cada lote, 200 sementes, divididas em quatro repetições, foram imersas em água durante 24 h, para facilitar o corte longitudinal, que foi realizado com auxílio de bisturi e pinça. As sementes foram avaliadas visualmente com auxílio de estereomicroscópio Stemi-305, com aumento de até seis vezes, e classificadas de acordo com sua qualidade física (vazias, deterioradas, cheias com embrião não visualizado ou cheias com embrião visualizado), e sanitária (predadas). As sementes sem a presença de endosperma e embrião foram consideradas vazias, e aquelas com endosperma escurecido, deterioradas.

Os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os dados foram testados quanto à homogeneidade e normalidade e foi realizada análise de variância. Os dados

que se mostraram não homogêneos pelo teste de Shapiro-Wilk, foram transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$ (SANTANA; RANAL, 2004). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade – as análises foram realizadas com o programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2002).

Resultados e Discussão

A qualidade física das sementes de *I. paraguariensis* diferiu de acordo com o lote; mas, de forma geral, foram observadas altas porcentagens de sementes deterioradas e vazias (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagem de sementes vazias, deterioradas, predadas, com embrião visualizado e com embrião não visualizado, observada em lotes de sementes de *I. paraguariensis*, de diferentes procedências e/ou ano de coleta.

LOT E	Vazia s	Deteriorada s	Predada s	Embrião o visualizado	Embrião não visualizado
OC-15	30,41 ab	24,37 c	0,99 a	6,22 b	34,82 b
UR-15	27,76 abc	42,23 ab	0,24 ab	28,62 a	0,70 c
UR-16	44,64 a	44,00 ab	0 b	3,94 b	7,42 c
CE-16	2,12 c	27,30 bc	0 b	33,16 a	37,42 b
IJ-16	4,44 bc	3,53 d	0 b	26,50 a	65,53 a
PU-16	36,18 a	57,71 a	0 b	2,00 b	4,11 c
CV%	48,37	23,19	170,0	39,26	33,69

Médias seguidas pela mesma letra, comparando lotes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Otacílio Costa-2015 (OC-15), Urupema-2015 (UR-15), Urupema-2016 (UR-16), Campo Ere- 2016 (CE-16), Ijui-2016 (IJ-16) e Porto União- 2016 (PU-16).

As sementes vazias (Figura 1A) foram contabilizadas em maior número nos lotes de UR-16, UR-15, OC-16 e PU-16, com valores entre 27 e 44% (Tabela 1).



Figura 1: Sementes de *I. paraguariensis* classificadas como: Vazia (A); Deteriorada (B); Predada (C); Cheias com embrião não visualizado (D); e cheias com embrião visualizado (E).

Os valores de sementes vazias podem estar relacionados à polinização, distância entre as árvores matrizes, bem como à eficiência dos polinizadores naturais (AYUB; MARIATH, 1996 apud CARVALHO, 2003). Segundo ZANON (1988), se a distância entre as árvores de um povoamento for grande, não haverá suprimento adequado de pólen, diminuindo a produção de sementes viáveis. Este fato foi confirmado nos lotes UR-15 e UR-16, onde as matrizes estavam mais distanciadas entre si, em comparação com as dos demais lotes.

Para reduzir o número de sementes vazias para a produção de mudas, ZANON (1988) sugere que as sementes sejam imersas em água e as sobrenadantes devem ser descartadas. SOUSA et al. (2003) observaram que a polinização controlada pode ser utilizada para reduzir o número de sementes vazias, visto que nesse trabalho observou-se apenas 0,59% destas sementes.

Na classe de sementes deterioradas (Figura 1B), o lote PU-16 apresentou o maior número, diferindo estatisticamente dos demais lotes, seguido pelos lotes de UR-15 e UR-16. O lote de IJ-16 apresentou o menor número de sementes deterioradas. Apesar de não ter sido estudada a presença de patógenos, OLIVEIRA (2013) relata que a deterioração das sementes pode estar relacionada a fungos, que colonizam frutos e sementes e que podem estar localizados na parte interna ou externa da semente.

Em relação à predação, foram observados insetos (Figura 1C) apenas nos lotes OC-15 e UR-15, com 4,18% e 0,7%, respectivamente. Os insetos foram identificados como micro himenópteros pertencentes à família Torymidae. Estas microvespas se alimentam do endosperma e embrião da semente, e após saem por um orifício, que pode ser identificado visualmente nas sementes (Figura 2).



Figura 2: Sementes de *I. paraguariensis* com sinais de predação.

ZANON (1988), em sementes de *I. paraguariensis* da safra 1982, procedências São Mateus do Sul-PR, Catanduvas-SC e Centenário-RS, verificou a presença de micro himenóptero, não identificado, que broqueia as sementes, provocando um alto índice de sementes danificadas, aproximadamente 50%, segundo o autor.

A presença de sementes cheias, com embriões visualizados ou não (Figuras 1D e 1E), dependeu do lote, sendo maior (92,03%) no lote IJ-16 e menor (6,11%) no lote PU-16 (Tabela 1).

Em número de sementes com embrião visualizado, os lotes de CE-16, IJ-16 e UR-15 apresentaram os melhores resultados. Em sementes com os embriões não visualizados, o lote com maior resultado foi IJ-16.

Pelos resultados obtidos, a baixa qualidade relatada em sementes de *I. paraguariensis* não está relacionada apenas à dormência das sementes, mas também a fatores que influenciam a formação das sementes, visto o elevado número de sementes vazias/deterioradas observado.

As condições durante o desenvolvimento de sementes de *I. paraguariensis* parecem influenciar na germinação, tanto quanto a presença da dormência. Assim, mesmo com a superação eficiente da dormência, os fatores que influenciam no desenvolvimento das sementes devem ser levados em consideração.

Conclusões

As causas da baixa qualidade das sementes de *I. paraguariensis* dependem do lote; entretanto, de forma geral, destaca-se a presença de sementes vazias/deterioradas.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamentos de Pessoas de Nível Superior (CAPES), a FAPESC Termo N°: 2015 TR 645, Processo N°: FAPESC 00001882/2014 e ao Prof. Dr. Tiago Georg Pikart (CAV/UDESC).

Referências Bibliográficas

- BOZZETO, D. J. Aspectos econômicos e sociais da cultura da erva-mate na região alta do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, Brasil. In: WINGE, H. et al. (Eds.). **Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. p. 207–214.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003.
- CLIMATE. **Dados Climáticos para cidades mundiais**. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 9 set. 2016.
- CUQUEL, F. L. et al. Avaliação de métodos de estratificação para a quebra de dormência de sementes de erva-mate. **Scientia Agricola**, v. 51, n. 3, p. 415–421, 1994.
- DOLCE, N. R. et al. Endosperm and endocarp effects on the *Ilex paraguariensis* A . St . -Hil. (Aquifoliaceae) seed germination. **Seed Science and Technology**, v. 38, n. July, p. 441–448, 2010.
- FERREIRA, A. G. et al. In vitro germination of immature embryos of *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Phyton**, v. 54, n. 1, p. 27–32, 1991.
- FOWLER, J. A. P.; STURION, J. A. Aspectos da Formação do fruto e da semente na germinação da erva-mate. **Embrapa**, n. Comunicado Técnico nº 45, p. 1–5, 2000.
- GRIGOLETTI JÚNIOR, A. et al. Efeito de fungicidas aplicados nas sementes, na emergência de plântulas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 39, p. 31–39, 1999.
- HEUSER, E. D. **Embriogênese em *Ilex paraguariensis* St . Hil . Aspectos do Suspensor e Endosperma**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. [s.l.] Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002.
- MALAVASI, M. M. Germinação de Sementes. In: RODRIGUES, F. M. C. (Ed.). **Manual de Análise de Sementes Florestais**. Campinas: Fundação Cargil, 1988. p. 25–40.
- MEDEIROS, A. C. S. **Dormência em Sementes de Erva- mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**Embrapa- CNPFColombo, PREmbrapa Florestas, , 1998.
- MEDEIROS, A. C. S. Aspectos De Dormência em Sementes de Espécies Arbóreas. **Circular Técnica** 55, p. 12, 2001.
- MELLO, V. D. C. **Morfologia e germinação da semente de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.**

Hill). [s.l.] UFPEL, 1980.

MENNA, A. B. Proposta para ação extensionista na cultura da erva-mate. In: WINGE, H. et al. (Eds.). **. Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. p. 235–239.

OLIVEIRA, M. E. Patologia de sementes. **Universidade Federal do Tocantins**, 2013.

PRAT KRICUN, S. D. Yerba mate: técnicas actualizadas de cultivo. **Cerro Azul: INTA: Estación Experimental Agropecuária Cerro Azul**, p. 14 p., 1993.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. [s.l.] UnB, 2004.

SILVA, F. A. S. E; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71–78, 2002.

SOUSA, V. A. et al. Fenologia reprodutiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). **Embrapa Florestas- CNPF**, 2003.

STURION, J. A. Produção de mudas e implantação de povoamentos com erva-mate. **Embrapa Florestas- CNPF**, v. Circular t, p. 12, 1988.

WENDLING, I. Propagação Vegetativa de Erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire): Estado da Arte e Tendências Futuras. **Embrapa- Documentos 91**, p. 46 p., 2004.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. Produção de mudas de erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. (Eds.). **. Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília: EMBRAPA, 2014. p. 195 p.

ZANON, A. **Produção De Sementes De Erva Mate**. Curitiba: EMBRAPA- Circular técnica nº16, 1988.

EVALUACION Y SELECCION DE CEPAS DE *TRICHODERMA* COMO AGENTES BIOCONTROLADORES DE UNA CEPA FITOPATÓGENA DE *FUSARIUM* AISLADA DE PLANTINES DE YERBA MATE DE MISIONES

María L. Castrillo^{1,2*}, Gustavo A. Bich^{1,2}, Gastón Sioli¹, Laura L. Villalba¹, Pedro D. Zapata^{1,2}

¹Instituto de Biotecnología Misiones “Dra. María Ebe Reca”, Universidad Nacional de Misiones. Ruta 12, Km 7,5. Código postal 3300. Posadas, Misiones, Argentina. Tel: (+54-0376) 4480200. ² CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas).

* Autor para correspondencia. mlc_827@hotmail.com.

Resumen: Los perjuicios causados por el uso de grandes cantidades de agroquímicos plantean la necesidad de investigar y desarrollar nuevas alternativas para el control de plagas agrícolas y disminuir las pérdidas en los cultivos de importancia económica. Un posible camino es profundizar los conocimientos sobre las características de los organismos antagonistas y su potencial uso como biocontroladores. Los hongos del género *Trichoderma* secretan un conjunto de enzimas y metabolitos, que actúan sinérgicamente para hidrolizar la pared celular de los hongos fitopatógenos y llevar a cabo su función como agentes de control biológico. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad antagonista de 30 cepas de *Trichoderma* nativas de la provincia de Misiones con prospección biotecnológica para el control biológico de hongos fitopatógenos de yerba mate. En primera instancia, se aisló un hongo fitopatógeno a partir de hojas de yerba mate con síntomas y signos de ataque fúngico. Luego se procedió a realizar los enfrentamientos entre las 30 cepas de *Trichoderma* disponibles en el cepario del Instituto de Biotecnología Misiones (InBioMis) contra la cepa fúngica fitopatógena aislada, perteneciente al género *Fusarium* (FUS). Teniendo en cuenta los promedios de las mediciones del halo de crecimiento colonial y el registro fotográfico de los respectivos enfrentamientos, se logró verificar la eficiencia del enfrentamiento antagonista – fitopatógeno mediante el cálculo de los grados de inhibición y la asignación de los índices de antagonismo. En base a los resultados obtenidos, se seleccionaron las cepas POS7, PROF3 y TrichoH por presentar una mayor capacidad antagonista frente a la cepa fitopatógena (FUS) según los parámetros cuantitativos y cualitativos utilizados.

Palabras claves: Hongos fitopatógenos – Control biológico – *Trichoderma* – *Fusarium*.

Introducción

El cultivo de yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) comprende uno de los segmentos agropecuarios más tradicionales y característicos de la provincia de Misiones (Argentina), que ha generado una actividad socioeconómica muy importante (Lysiak, 2008). Sin embargo, a medida que se expandió el cultivo, también se incrementaron las poblaciones de plagas, siendo los hongos uno de los principales agentes etiológicos de diversas enfermedades pre y postcosecha.

El daño producido por los hongos fitopatógenos es una muerte (necrosis) del tejido que infectan. También pueden producir atrofia parcial o completa de la planta o en otros casos, pueden causar un crecimiento excesivo (hipertrofia). Una vez que se inicia la lesión, los hongos fitopatógenos pueden invadir el resto del órgano y los adyacentes, y en pocos días pueden llegar a afectar la totalidad de la planta o su vitalidad (Burtnik, 2006; Juárez-Becerra et al., 2010).

La forma tradicional para el control de estas enfermedades es la aplicación de productos químicos, que debido a su composición y uso inadecuado, pueden acarrear inconvenientes al ambiente, a los seres humanos y a otros organismos beneficiosos. Estos perjuicios causados por el uso de grandes cantidades de agroquímicos plantean la necesidad de investigar y desarrollar nuevas

alternativas para el control de los agentes causales de las enfermedades y disminuir las pérdidas en los cultivos de importancia económica (Singh et al., 2013; Chiriboga et al., 2015).

Un método alternativo, innovador, sustentable y eco-amigable con el ambiente es la utilización de microorganismos o sus productos como agentes de control biológico (Kulkarni et al., 2007). La capacidad de producir antibióticos y enzimas, inducir resistencia sistémica en plantas y parasitar hongos fitopatógenos, junto con una gran versatilidad metabólica y la fuerte capacidad de competencia, hacen que diversos aislados de *Trichoderma* spp. puedan resultar útiles como biofertilizantes y bioplaguicidas (Baroncelli et al., 2015; Perez et al., 2016).

En este sentido, el objetivo general del presente trabajo fue evaluar la capacidad antagónica de 30 cepas de *Trichoderma* nativas de la provincia de Misiones con prospección biotecnológica para el control biológico de hongos fitopatógenos de yerba mate.

Metodología

Material biológico vegetal:

Se examinaron hojas, tallos, y raíces de diferentes plantines de yerba mate (*I. paraguariensis* St. Hil.) con signos o lesiones sospechosas de ser causadas por hongos fitopatógenos. Las muestras se colectaron en viveros del sur de la provincia de Misiones. Cada una de las muestras colectadas se rotuló y transportó al laboratorio.

Material biológico fúngico:

Se aisló un hongo fitopatógeno perteneciente al género *Fusarium* (codificado como FUS) a partir de hojas de yerba mate afectadas. Como hongos antagonistas de los hongos fitopatógenos, se utilizaron 30 cepas diferentes del género *Trichoderma*, depositadas en el Instituto de Biotecnología Misiones “Dra. María Ebe Reca” (InBioMis). Veintinueve de estas cepas proceden de ecosistemas naturales de la provincia de Misiones (NAN9, NAN11, NAN12, NAN13, POS1, POS2, POS3, POS5, POS6, POS7, POS8, POS9, POS10, POS11, PROF1, PROF2, PROF3, PROF4, PROF5, PROF6, PROF7, PROF8, TEYU14, TN1, TN2, TN3, TN4, TN5, TrichoH), utilizándose como control, una cepa aislada de un producto fungicida comercial a base de *Trichoderma harzianum* (TrichoD).

Aislamiento e identificación morfológica del hongo fitopatógeno:

A partir de las muestras vegetales con síntomas y signos de enfermedad causada posiblemente por hongos fitopatógenos, se procedió a realizar cortes del material biológico vegetal en porciones cuadradas de aproximadamente 0.5 cm de diámetro a partir del borde de la lesión. Estos fragmentos se trataron durante aproximadamente 3 min con una solución de hipoclorito de sodio al 2%, para luego lavarlos tres veces en agua destilada estéril. Finalmente, se colocaron en placas de Petri con Agar-Agua 2% e incubados a $28 \pm 1^\circ\text{C}$ hasta la visualización de colonias fúngicas (~ 7 días).

Para la caracterización macroscópica, se registraron diferentes características tales como: forma de la colonia, color anverso y reverso, presencia de exudado, tipo de borde, entre otras. Complementariamente se llevó a cabo una visualización microscópica de las colonias sembradas, mediante técnicas estandarizadas y el uso de claves de identificación taxonómicas (Larone, 1995; Barnett y Hunter, 1998) para facilitar la observación en fresco y corroborar aquellas características que confirmen la pertenencia al género fúngico.

Evaluación de la capacidad antagonica de *Trichoderma* contra el hongo fitopatógeno:

Se utilizó un método de enfrentamiento eficiente y práctico, estandarizado previamente (Sioli, 2014). Cada ensayo se realizó por duplicado, y se obtuvieron registros fotográficos y mediciones diarias del halo de crecimiento para determinar el área colonial de cada cepa. Como medida de control, se cultivó individualmente el hongo fitopatógeno FUS a fin de observar su desarrollo y obtener las mediciones correspondientes a su crecimiento. Este registro se realizó por un período de 10 días de incubación a $28 \pm 1^\circ\text{C}$. La eficacia de los antagonistas en inhibir el crecimiento del fitopatógeno se evaluó cualitativamente mediante los índices de antagonismos (Bell et al., 1982) y cuantitativamente mediante la fórmula de Abbott adaptada (Aquino et al., 2008).

Resultados y Discusión

Aislamiento e identificación morfológica de hongos fitopatógenos de yerba mate:

Los hongos se hallan presentes en cualquier ambiente donde exista humedad, temperatura adecuada y sustratos orgánicos disponibles (Carrillo, 2003). La región noreste de la Argentina presenta un clima principalmente cálido y húmedo, con precipitaciones abundantes que mantienen un alto grado de humedad en la superficie del suelo. De esta manera, se generan las condiciones apropiadas para el crecimiento y desarrollo de un gran número de especies fúngicas, tanto saprófitas como fitopatógenas (Gil, 2007).

A partir del cultivo de porciones de hojas de yerba mate, con síntomas y signos de enfermedad causada posiblemente por hongos fitopatógenos, se logró la visualización de colonias fúngicas y el aislamiento de un hongo fitopatógeno perteneciente al género *Fusarium*. Se registraron diferentes características macro y micro-morfológicas peculiares del crecimiento *in vitro* de la cepa aislada y con la ayuda de claves de identificación taxonómicas se logró corroborar aquellas características que confirmaron la pertenencia al género fúngico correspondiente y su respectiva ubicación sistemática.

Evaluación de la capacidad antagonica de las cepas de *Trichoderma* frente al hongo fitopatógeno:

A partir del método cultivo dual (Sioli, 2014), se procedió a realizar los enfrentamientos entre todas las cepas antagonistas de *Trichoderma* disponibles contra la cepa fúngica fitopatógena aislada (Figura 1).

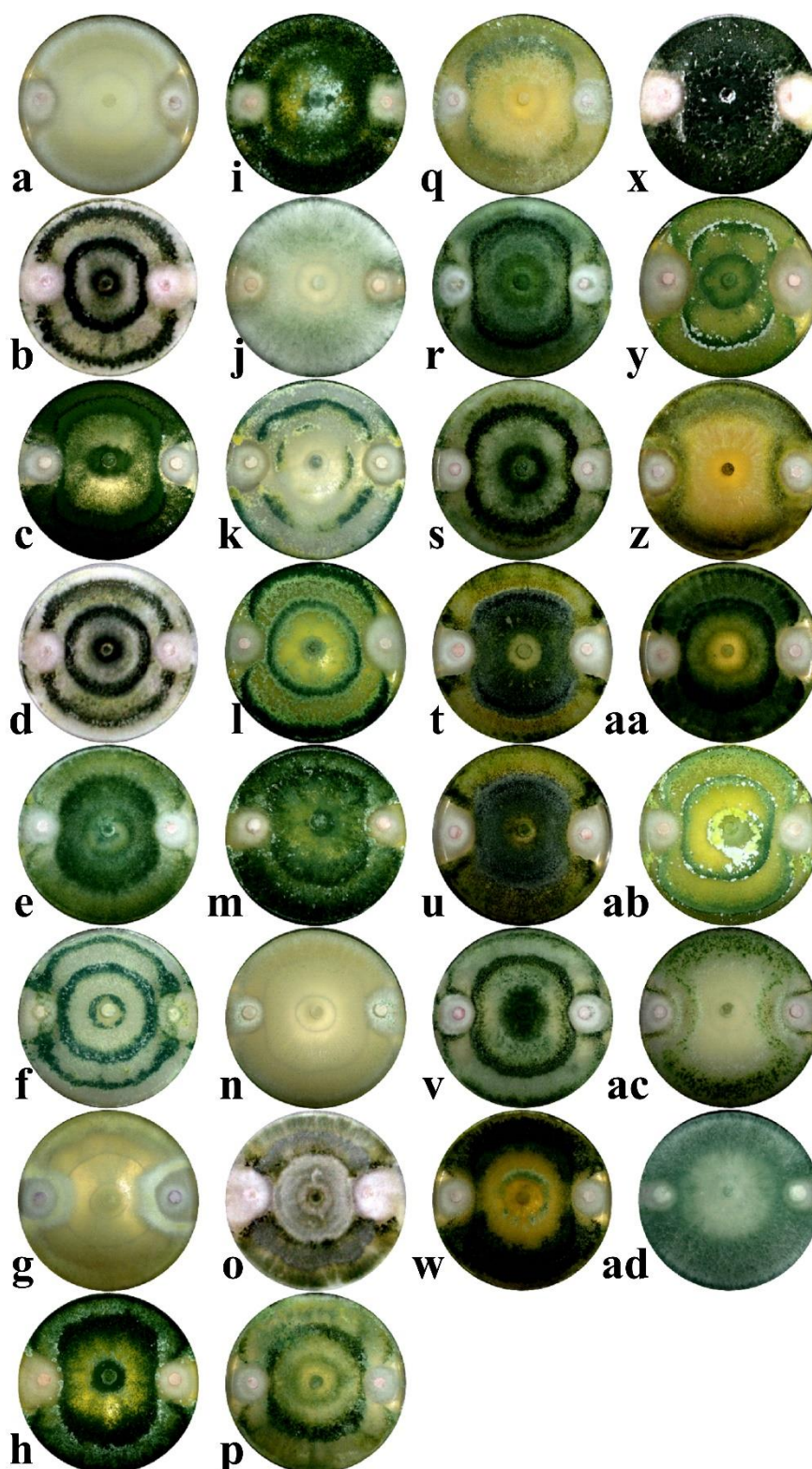


Figura 1: Ensayo de enfrentamiento de 30 cepas de *Trichoderma* frente a la cepa fitopatógena FUS. Las fotografías corresponden al décimo día de incubación. a) NAN9. b) NAN11. c) NAN12. d) NAN13. e) POS1. f) POS2. g) POS3 h) POS5. i) POS6. j) POS7. k) POS8. l) POS9. m) POS10. n) POS 11. o) PROF1. p) PROF2. q) PROF 3. r) PROF4. s) PROF5. t) PROF6. u) PROF7. v) PROF8. w) TEYU14. x) TN1. y) TN2. z) TN3. aa) TN4. ab) TN5. ac) trichoD. ad) TrichoH.

Para la evaluación cualitativa del enfrentamiento, se empleó una escala que evalúa la capacidad antagonista que posee cada cepa en invadir y reducir el crecimiento de la cepa fitopatógena, utilizando

índices que van desde 0 a 4, considerando como índice 3 una capacidad antagonica satisfactoria para una cepa de *Trichoderma* (Bell et al., 1982). De esta forma, analizando las fotografías tomadas al décimo día de incubación, se pudo clasificar a las cepas de *Trichoderma* POS2, POS7, POS11 y PROF3 con un índice de 3 frente a FUS, y la cepa de *Trichoderma* TrichoH con un índice de 4 frente a FUS.

Además, la eficacia del antagonista en inhibir el crecimiento del fitopatógeno fue evaluada cuantitativamente mediante la fórmula de Abbott adaptada (Aquino et al., 2008). Teniendo en cuenta que una buena cepa antagonica es aquella que logre inhibir en un 50% o más el crecimiento colonial de la cepa fitopatógena en un período de evaluación de 5 a 7 días de incubación, se observó que las cepas de *Trichoderma* NAN12, POS1, POS7, PROF2, PROF3, TN3 y TrichoH fueron capaces de inhibir el crecimiento de la cepa fitopatógena FUS (Tabla 1).

Tabla 1: Grados de inhibición de cada una de las 30 cepas de *Trichoderma* frente a la cepa fitopatógena FUS.

Antagonistas	Grados de Inhibición GI _{FUS}	Antagonistas	Grados de Inhibición GI _{FUS}
NAN9	42,23%	PROF2	52,67%
NAN11	43,69%	PROF3	51,46%
NAN12	58,74%	PROF4	43,45%
NAN13	46,60%	PROF5	45,39%
POS1	51,46%	PROF6	44,17%
POS2	39,81%	PROF7	40,53%
POS3	45,87%	PROF8	47,82%
POS5	43,45%	TEYU14	49,03%
POS6	49,03%	TN1	40,05%
POS7	52,67%	TN2	33,25%
POS8	38,11%	TN3	54,37%
POS9	33,74%	TN4	46,60%
POS10	49,03%	TN5	49,03%
POS11	45,87%	TrichoD	48,30%
PROF1	34,95%	TrichoH	58,74%

Estos resultados son similares a trabajos previos donde se describe la acción antagonista de diversas cepas de *Trichoderma* frente a *Fusarium* en ensayos realizados tanto *in vitro* como *in vivo* (Aquino et al., 2008; Consolo et al., 2012).

Luego de los respectivos cálculos y análisis previamente efectuados, se seleccionaron las cepas de *Trichoderma* que presentaron un GI igual o mayor al 50% (Aquino et al., 2008) y un índice de antagonismo igual o mayor a 3 (Bell et al., 1982). De esta manera, las cepas seleccionadas con mayor capacidad antagonica frente a la cepa fitopatógena FUS según los parámetros cuantitativos y cualitativos utilizados fueron: POS7, PROF3 y TrichoH.

Conclusiones

Las pruebas descriptas en este trabajo, referentes al cálculo del grado de inhibición e índices de antagonismo, permitieron la detección del potencial antagonico de cepas nativas de *Trichoderma* frente a una cepa del hongo fitopatógeno del género *Fusarium* aislada de cultivos de yerba mate. Las cepas de *Trichoderma* que presentaron mayor capacidad antagonica *in vitro* fueron POS7, PROF3 y TrichoH.

Referencias Bibliográficas

- AQUINO, J.; VÁZQUEZ, L.; REYES, B.G. Biocontrol in vitro e in vivo de *Fusarium oxysporum* Schlecht.f. sp. Dianthi (Prill. y Delacr.) Snyder y Hans con hongos antagonistas nativos de la zona florícola de Villa Guerrero. Rev. Mexicana de Fitopatología, v. 26, p. 127 – 137, 2008.
- BARNETT, I.; HUNTER, B. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. Macmillan Publishing Company, New York, 218 p., 1998.
- BARONCELLI R.; PIAGGESCHI G.; FIORINI L.; et al.. Draft Whole-Genome Sequence of the Biocontrol Agent *Trichoderma harzianum* T6776. Genome Announcements, v. 3, p. 1-2, 2015.
- BELL, D.; WELLS, H.; MARKHAM, C. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. Phytopathol, v. 72, p. 379 – 382, 1982.
- CARRILLO, L. Los hongos de los alimentos y forrajes. Microbiología Agrícola. Universidad Nacional de Salta. 131 p., 2003.
- CHIRIBOGA, P.; GOMEZ, B.; GARCÉS, E. Protocolos para la producción y aplicación de bioinsumo: *Trichoderma* spp. para el control biológico de enfermedades. Paraguay, 28 p., 2015.
- CONSOLO, V.; MÓNACO, C.; CORDO, C.; SALERNO, G. Characterization of novel *Trichoderma* spp. isolates as a search for effective biocontrollers of fungal diseases of economically important crops in Argentina. World J Microbiol Biotechnol. 28: p. 1389 – 1398. 2012.
- BURTNIK, O. Yerba Mate: Manual de Producción. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Agencia de Extensión Rural. Santo Tomé, Corrientes, Argentina. Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM), 52 p., 2006.
- GIL, G. Misiones: Características físicas y vegetación. En: Massoia, Chebez, Bosso. Los mamíferos silvestres de la provincia de Misiones, Argentina. Editorial L.O.L.A. Literature of Latin America, 2007.
- JUÁREZ, G.; SOSA, M.; LÓPEZ, A. Hongos fitopatógenos de alta importancia económica: descripción y métodos de control. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental. Fundación Universidad de las Américas. Puebla, México. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos, v. 4, p. 14 – 23, 2010.
- KULKARNI, M.; CHAUDHARI, R.; CHAUDHARI, A. Novel tensio-active microbial compounds for biocontrol applicatins. In: General Concepts in Integrated Pest and Disease Management. Eds. Ciancio A, Mukerji KG. Springer, 2007.
- LARONE, D. Medically Important Fungi: A guide to identification. 3° Ed. American Society for Microbiology. 1325 Massachussetts, N.W. Washington, 274 p., 1995.
- PEREZ, M.; CALLAVINO, M.; SANSBERRO, P.; et al. Diversity of endophytic fungal and bacterial communities in *Ilex paraguariensis* grown under field conditions. World J Microbiol Biotechnol, v. 32, p. 61-76, 2016.
- SINGH, G.; BHALLA, A.; BHATTI, J.; et al. Potential of chitinases as a biopesticide against agriculturally harmful fungi and insects. RRJM, v. 3, 2013.
- SIOLI, G. Evaluación de la capacidad antagónica de cepas de *Trichoderma* nativas de la provincia de misiones e identificación de un fragmento del gen que codifica para β -1,3 -glucanasas con prospección biotecnológica para el control de fitopatógenos de yerba mate. Tesis de Licenciatura en Genética. FCEQyN, UNaM, 70 p., 2014.
- LYSIAK, E. El sistema agroindustrial de la Yerba Mate. In: Economía de los cultivos industriales: Algodón, Caña de azúcar, Maní, Tabaco, Té y Yerba Mate. Buenos Aires, Argentina, 120 p., 2008.

POSIÇÃO DE COLETA E USO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE

Mariana Fauherharmel¹; Leandro da Luz²; Kelen H. Lencina³; Dilson A. Bisognin⁴

¹Pós-graduanda. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. Email:

fauherharmel@hotmail.com

²Doutor em Engenharia Florestal. Email: leandrodaluz_5@hotmail.com

³Pesquisador. Pós-Doutorando no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail:

khaygert@gmail.com

⁴Professor/Pesquisador do CNPq. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Departamento de Fitotecnia, Av. Roraima, 1000, Prédio 77, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

E-mail: dilson.bisognin@ufsm.br

Resumo: Considerando a necessidade do uso de mudas de alta qualidade nos plantios de erva-mate (*Ilex paraquariensis* St. Hill.), a propagação vegetativa pode ser uma alternativa viável a ser adotada, visto que possibilita a obtenção de indivíduos geneticamente idênticos à planta matriz que os originou. Além dos atributos superiores de interesse comercial, as plantas matrizes devem apresentar características genéticas e fisiológicas adequadas, pois influenciarão no sucesso da propagação vegetativa. Diante disso, os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito da posição de coleta das brotações e do uso de ácido indolbutírico (AIB) na propagação por estaquia de erva-mate. As plantas matrizes foram submetidas a poda da parte aérea mantendo galhos com até 50 cm e ao anelamento na base para estimular a emissão de brotações adventícias e epicórmicas. Cada planta foi dividida em quatro posições para a coleta das brotações: abaixo do anelamento, do terço inferior, médio e superior da parte aérea. As brotações foram seccionadas em estacas de gema única, com uma folha reduzida a 50 % do comprimento original, tratadas ou não com 3.000 mg L⁻¹ de AIB e mantidas em câmara úmida para o enraizamento. Foram avaliadas as porcentagens de sobrevivência e enraizamento das estacas. O AIB promove o aumento da porcentagem de enraizamento, o que facilita a propagação vegetativa de plantas adultas de erva-mate. A planta matriz afeta a sobrevivência das estacas e a competência ao enraizamento, além de alterar o efeito de posição de coleta das brotações.

Palavras-chave: Anelamento. AIB. Enraizamento.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraquariensis* St. Hill.) é uma espécie arbórea nativa do Sul do Brasil, instituída árvore símbolo do Rio Grande do Sul pela Lei nº 7.439, de 8 de dezembro de 1980. Apresenta importância social, ecológica (Sansberro et al., 2001) e econômica, em função do potencial para diversas aplicações industriais. Seus principais usos são para a produção de cosméticos e produtos de higiene, devido às propriedades antissépticas, e na indústria alimentícia para o preparo de extratos solúveis para bebidas, corantes e conservantes de alimentos, produção de doces, e especialmente para a preparação do chimarrão e de chá estimulante (Maccari e Mazuchowski, 2000).

O desenvolvimento de produtos e o crescente interesse pela erva-mate sugerem um aumento na demanda por matéria-prima de qualidade para o emprego na indústria. Entretanto, a matéria-prima é obtida em povoamentos nativos e plantios comerciais, oriundos de mudas seminais, que resultam em grande variabilidade genética entre as plantas e consequentemente em alta heterogeneidade. Nesse caso, o uso de mudas produzidas por propagação vegetativa de clones selecionados pode ser uma alternativa viável a ser adotada para o estabelecimento de plantios de erva-mate, pois resulta em cultivos mais uniformes e produtivos, sendo vantajoso principalmente para as indústrias ervateiras (Silva et al., 2007).

As vantagens da muda clonal se devem à obtenção de indivíduos geneticamente idênticos à planta matriz selecionada que os originou, resultando no estabelecimento de povoamentos comerciais uniformes e de alta produtividade (Wendling et al., 2005). Além disso, a propagação vegetativa apresenta potencial para a conservação de genótipos superiores e permite a produção de mudas de alta qualidade genética e fitossanitária ao longo do ano (Assis et al., 2004; Xavier et al., 2013).

No caso da erva-mate, dentre as características buscadas nas plantas matrizes destacam-se a produtividade e qualidade de massa verde, a resistência ao ataque de pragas e doenças e o tipo de ramificação ou arquitetura da copa (Resende et al., 2000). Tais características são expressas em indivíduos adultos, os quais apresentam uma série de modificações morfofisiológicas associadas à troca de fase do ciclo de vida da planta e ao envelhecimento ontogenético. Uma das mais consistentes expressões da maturidade do tecido vegetal é a redução ou perda da capacidade de enraizamento adventício das estacas (Wendling et al., 2014), limitando o uso da propagação vegetativa para o resgate de plantas arbóreas adultas (Hartmann et al., 2011). Além disso, em espécies lenhosas, há um gradiente de maturação da base em direção ao ápice da árvore, sendo os meristemas apicais mais maduros em relação às porções basais da planta, embora ocorram grandes variações em níveis intra e interespecífico (Xavier et al., 2013; Hartmann et al., 2011). A região mais próxima da base é considerada mais juvenil, porque muitos meristemas basais são formados no momento da germinação, mantendo, nestes locais, algumas características associadas com a juvenilidade (Hartmann et al., 2011).

Além da maturação da planta, existem evidências de que a formação de raízes adventícias é geneticamente controlada, sendo observada diferença entre espécies e genótipos (Assis; Teixeira, 1998). Assim, a competência ao enraizamento varia entre genótipos de erva-mate (Sturion e Resende, 1997). Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram avaliar a competência ao enraizamento de duas plantas matrizes e o efeito da posição de coleta das brotações adventícias e epicórmicas e do uso de AIB na propagação por estaquia.

Material e métodos

O presente estudo foi realizado de agosto de 2013 a abril de 2015, no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas (MPVP), Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Para avaliar o efeito da posição de coleta das brotações adventícias e epicórmicas na propagação da erva-mate por estaquia, duas plantas (matrizes 13SM01 e 13SM05) foram submetidas à poda da parte aérea mantendo galhos com até 50 cm e ao anelamento da base para estimular a emissão de novas brotações adventícias e epicórmicas. As plantas matrizes, com 18 anos de idade, pertencem à área experimental do Departamento de Ciências Florestais da UFSM.

As brotações formadas foram coletadas em dezembro de 2014, e identificadas de acordo com a posição de coleta na árvore (abaixo do anelamento, terço inferior, mediano e superior), e seccionadas em estacas de gema única, com uma folha reduzida a 50 % do comprimento original. As estacas foram tratadas ou não com solução hidroalcoólica de 3.000 mg L⁻¹ de AIB por 10 s e cultivadas em bandejas de 128 alvéolos, contendo igual proporção de substrato comercial e vermiculita. Para o enraizamento adventício, as estacas foram mantidas em câmara úmida, com temperatura média em seu interior de 27°C e umidade relativa do ar de aproximadamente 85%, mantido por aspersores acionados automaticamente 12 vezes ao dia, durante 1 minuto, com fluxo de ar de 10 m³ min⁻¹.

As porcentagens de sobrevivência e de enraizamento foram avaliadas aos 60 dias de cultivo. Foi calculada a área abaixo da curva da progressão do enraizamento até o tempo ótimo de permanência das estacas em câmara úmida, definido em estudos anteriores (90 dias). O experimento foi um fatorial 4 x 2 x 2 (posição de coleta, aplicação de AIB e genótipo) no delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições de oito estacas.

Para atender aos pressupostos da normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias, os dados de porcentagem foram transformados para arcoseno e submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos com diferenças significativas ($P \leq 0,05$) foram comparadas pelo teste de Tukey, com o auxílio do programa ESTAT (Unesp - Jaboticabal).

Resultados e discussão

Não foi observada interação entre a posição de coleta das brotações, o uso de AIB e os genótipos de erva-mate aos 60 dias, para as porcentagens de sobrevivência e enraizamento. Entretanto, para as mesmas variáveis, o uso de AIB e o genótipo apresentaram relação entre si, independente da posição de coleta (**Tabela 1**). A maior sobrevivência foi observada nas estacas da planta 13SM05, independente do uso ou não de AIB. Já para a planta 13SM01, o uso de 3.000 mg L⁻¹ de AIB favoreceu a sobrevivência das estacas. Na estaquia de material lenhoso de erva-mate, Picheth (1997) observou maior sobrevivência no tratamento sem uso de AIB, quando comparado com concentrações mais elevadas dessa substância (7.000, 9.000, 11.000, 13.000 e 15.000 mg L⁻¹).

Tabela 1 – Porcentagem de sobrevivência e de enraizamento das estacas de erva-mate de diferentes plantas matrizes tratadas ou não com ácido indolbutírico (AIB) aos 60 dias de cultivo em câmara úmida.

Tratamentos	Sobrevivência		Enraizamento	
	0 mg L ⁻¹ AIB	3.000 mg L ⁻¹ AIB	0 mg L ⁻¹ AIB	3.000 mg L ⁻¹ AIB
Planta 13SM01	44,1 ^{Bb1}	62,1 ^{Ab}	0,8 ^{Bb}	8,6 ^{Ab}
Planta 13SM05	89,8 ^{Aa}	89,4 ^{Aa}	21,9 ^{Ba}	39,1 ^{Aa}
Média	66,95	75,7	11,3	23,8
CV (%)	24,8		74,1	

¹Tratamentos com letras diferentes, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

A planta 13SM05 também apresentou maior competência ao enraizamento do que a 13SM01 e ainda respondeu ao tratamento com 3.000 mg L⁻¹ de AIB, resultando em 39,1 % de estacas enraizadas (**Tabela 1**). De maneira geral, foi possível observar que o tratamento com AIB promoveu o aumento da porcentagem de enraizamento das estacas de ambas as plantas. Além de promover a iniciação dos primórdios radiculares, as auxinas também podem atuar na movimentação de nutrientes em direção ao tecido em formação e interferir no acúmulo de outros compostos necessários para o enraizamento (Costa et al., 2013). Para o enraizamento, Picheth (1997) não verificou influência das altas concentrações testadas na porcentagem de enraizamento das estacas, com médias que variaram entre 16,9 a 17,6 % aos 120 dias de cultivo. Em contrapartida, Xavier et al. (2013) afirma que a concentração de 6.000 mg L⁻¹ de AIB tem sido recomendada.

Ao que se refere à área abaixo da curva de progressão da porcentagem de enraizamento até o tempo ótimo de permanência das estacas em câmara úmida (90 dias), também não houve interação entre os três fatores testados. A planta matriz apresentou interação significativa com a posição de coleta dos brotos, assim como também com o uso de AIB (**Tabela 2**). Para a planta 13SM01, estacas obtidas de brotações do terço inferior da planta apresentaram maiores porcentagens de enraizamento, mas sem diferir das estacas retiradas de brotações do terço mediano e abaixo do anelamento. Sendo assim, o terço superior da planta 13SM01 fornece estacas com menor competência ao enraizamento do que as demais posições, pois foi observado um valor de enraizamento 3,9 vezes menor do que no terço inferior. Em algumas espécies de plantas, especialmente as lenhosas, existe um gradiente de

maturação em direção ao ápice da planta (Eldridge et al., 1994), em que brotações provenientes das gemas laterais formadas na porção basal da planta possuem maior juvenilidade e vigor (Hartmann et al., 2011). A maior juvenilidade da região basal se deve ao fato das gemas laterais presentes nessa região estarem mais próximas aos tecidos formados durante a germinação da semente (Hartmann et al., 2011), evidenciando a hipótese de que a maturidade possui base celular e se dá em função das divisões celulares cumulativas (Greenwood e Hutchison, 1993).

Tabela 2 – Área abaixo da curva de progressão da porcentagem de enraizamento de estacas de duas plantas matrizes de erva-mate coletadas em diferentes posições e submetidas ou não a aplicação de ácido indolbutírico (AIB) até os 90 dias de cultivo em câmara úmida.

Tratamentos	Planta 13SM01	Planta 13SM05
Posição na planta		
Anelamento	234,4 ^{Bab¹}	2724,6 ^{Aa}
Terço Inferior	591,8 ^{Ba}	2490,2 ^{Aa}
Terço Mediano	304,7 ^{Bab}	3011,7 ^{Aa}
Terço Superior	152,3 ^{Bb}	2519,5 ^{Aa}
AIB (mg L⁻¹)		
0	140,6 ^{Bb}	1356,4 ^{Ab}
3.000	501,0 ^{Ba}	4016,6 ^{Aa}
Média	320,8	2686,5
CV (%)	81,3	19,9

¹Tratamentos com letras diferentes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A planta 13SM05 apresentou reposta de enraizamento significativamente superior à 13SM01 em todas as posições avaliadas, com ou sem aplicação de AIB (**Tabela 2**). Kramer e Kozłowski (1972) mencionam que diferenças na capacidade de enraizamento de estacas podem variar entre espécies, e entre plantas da mesma espécie. Tais variações na capacidade rizogênica podem ocorrer mesmo entre indivíduos geneticamente relacionados, pertinentes à influência de mecanismos endógenos vinculados ao enraizamento (Mankessi et al., 2009). Deve ser salientado, que mesmo sem apresentar diferenças significativas de enraizamento entre as posições de coleta das brotações, existe diferença da parte basal em direção ao topo da planta, assim como foi observado mais claramente na planta 13SM01. Nessa perspectiva, a planta 13SM05 tem maior competência para o enraizamento do que a 13SM01, mostrando a existência de variabilidade genética para o enraizamento de estacas entre as mesmas, o que não havia sido detectado no primeiro experimento. Portanto, possivelmente existe um componente genético importante para os padrões de maturação ontogenética e os seus efeitos sobre o enraizamento de estacas de erva-mate, assim como para a origem das brotações utilizadas para o preparo das mesmas.

Conclusão

O AIB promove o aumento da porcentagem de enraizamento. A planta matriz afeta a sobrevivência das estacas e a competência ao enraizamento, além de alterar o efeito de posição de coleta das brotações.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, F. D. de; XAVIER, A., DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. **Revista Árvore**, v. 31, p. 445-453, 2007.

- ASSIS, T. F.; FETT-NETO, A. G.; ALFENAS, A. C. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwoods with emphasis on *Eucalyptus*. In: WALTER, C.; CARSON, M. (Ed.). **Plantation Forest Biotechnology for the 21st Century**, p. 303-333, 2004.
- ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília, DF: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPq. v. 1, p. 183-260, 1998.
- BITENCOURT, J., ZUFFELLATO-RIBAS, K. C., WENDLING, I., KOEHLER, H. S. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) provenientes de brotações rejuvenescentes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 277-281, 2009.
- COSTA, C. T. da, ALMEIDA, M. R. de, RUEDELL, C. M., SCHWAMBACH, J., MARASCHIN, F. S., FETT-NETO, A. G. When stress and development go hand in hand: main hormonal controls of adventitious rooting in cuttings. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 133, 2013.
- ELDRIDGE, K., DAVIDSON, J., HARDWIID, C., VAN WYK, G. *Eucalypt domestication and breeding*. (Oxford: Clarendon Press), 1994.
- GRAÇA, M. E. C., COOPER, M. A., TAVARES, F. R., CARPANEZZI, A. A. **Estaquia de erva-mate**. Curitiba, EMBRAPA-CNPq. 6p. (Circular Técnica, 18), 1988.
- GREENWOOD, M. S.; HUTCHISON, K. W. Maturation as an developmental process. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. **Clonal forestry: genetics and biotechnology**. Budapest: Springer-Verlag, p. 14-33, 1993.
- HARTMANN, H. T., KESTER, D. E., DAVIES, J.R., GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. (Boston: Prentice Hall), 2011.
- HUSEN, A.; PAL, M. Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. f. (teak) cuttings as affected by age of donor plants and auxin (IBA and NAA) treatment. **New Forests**, v. 33, p. 309-323, 2007.
- KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian), 1972.
- LI, S. W., XUE, L. G., XU, S. J., FENG, H. Y., AN, L. Z. Mediators, genes and signaling in adventitious rooting. **Botanical Review**, v. 75, p. 230-247, 2009.
- MACCARI, J. R. A.; MAZUCHOWSKI, J. Z. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba: Câmara Setorial Produtiva da Erva-Mate do Paraná. 160 p. 2000.
- MANKESSI, F., SAYA, A., BAPTISTE, C., NOURISSIER, S., MONTEUUIS. *In vitro* rooting of genetically related *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* clones in relation to the time spent in culture. **Trees**, v. 23, p. 931-940, 2009.
- MEIER, A. R.; SAUNDERS, M. R.; MICHLER, C. H. Epicormic buds in trees: a review of bud establishment, development and dormancy release. **Tree Physiology**, v. 32, n. 5, p. 565-84, 2012.
- PICHETH, J. A. T. F. **Efeito de soluções alcoólicas do ácido indol-3-butírico no enraizamento de estacas adultas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Dissertação, Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, UFPR, 1997.
- RESENDE, M. D. V.; STURION, J. A.; CARVALHO, A. P.; SIMEÃO, R. M.; FERNANDES, J. S. C. **Programa de melhoramento da erva-mate coordenado pela Embrapa: resultados da avaliação genética de populações, progênes, indivíduos e clones**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 65 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 43).
- SANSBERRO, P. A., REY, H.Y., MROGINSKI, L. A., KRIVENKI, M. A. Plant regeneration from *Ilex spp.* (Aquifoliaceae) *in vitro*. **Biocell**, v. 25, n. 2, p. 139-146, 2001.
- SANTIN, D., WENDLING, I., BENEDETTI, E. L., BRONDANI, G. E., REISSMANN, D. M., ROVEDA, L. F. Poda e anelamento em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) visando à indução de brotações basais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 56, p. 97-104, 2008.

- SILVA, E. T.; BICCA NETO, H., FOLTRAN, B. N. Materiais de cobertura na produção de mudas de erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hill). **Scientia Agraria**, v. 8, n. 1, p. 103-109, 2007.
- STURION J. A.; RESENDE, M. D. Programa de melhoramento genético da erva-mate no centro nacional de pesquisa de florestas da Embrapa. In. CONGRESSO SUL AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REÚNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A, 1997.
- WENDLING, I., BRONDANI, G. E., BIASSIO, A., DUTRA, L. F. Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormic shoots. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 117-125, 2013.
- WENDLING, I., DUTRA, L. F., GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007.
- WENDLING, I., DUTRA, L. F., HOFFMANN, H. A., BETTIO, G., HANSEL, F. Indução de brotações epicórmicas ortotrópicas para a propagação vegetativa de árvores adultas de *Araucaria angustifolia*. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 33, p. 309-319, 2009.
- WENDLING, I.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. Técnicas de produção de mudas de plantas ornamentais. Viçosa, MG: **Aprenda Fácil**, v. 3, 223 p., 2005.
- WENDLING, I., TRUEMAN, S. J., XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry - Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forest**, West Lafayette, v. 45, p. 449-471, 2014.
- WENDLING, I. XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 187-194, 2001.
- XAVIER, A.; SILVA, R. L. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.
- XAVIER, A., WENDLING, I., SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. 2. ed. (UFV: Viçosa, Minas Gerais), 2013.

O POTENCIAL DA ÁREA DE OCORRÊNCIA DE *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HILL. (ERVA-MATE) EM FUNÇÃO DA ALTITUDE

Alexandra. Cristina Schatz Sá¹; Bruno. Nascimento¹; Chaiane. Rodrigues Schneider¹; Gustavo. Da Silva Oliveira¹; Jéssica. Talheimer Aguiar¹; Maycon. Thuan Saturnino da Silva¹; Taize. Caroline Dreyer¹; Tarik. Cuchi¹; Maria. Raquel Kanieski²

¹ Graduando/Pós-Graduando. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC Lages. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages-SC, Brasil. Email: chai.rodriguesschneider@gmail.com

² Professor/Pesquisador. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC Lages. Av. Luiz de Camões, 2090, Lages-SC, Brasil. Email: raquel.kanieski@udesc.br

Resumo: O presente trabalho objetivou analisar o potencial de ocorrência da espécie *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Erva-mate) de acordo com as diferentes altitudes. A confecção da base de dados baseou-se nas coordenadas depositadas em herbários, na pesquisa das coleções científicas indexadas na rede SpeciesLink. Fez-se uso da variável explicativa altitude para a distribuição geográfica potencial modelada por meio algoritmo Maxima Entropia (MAXENT). A acurácia dos modelos foi avaliada por meio da estatística TSS (True Kill Statistic). Todos os dados foram analisados na linguagem de programação R. A partir dos resultados, entre uma altitude de 11 a 187 metros a probabilidade de ocorrência a espécie diminui chegando a 20%. Somente aos 209 metros de altitude, a probabilidade aumenta significativamente, de modo que, entre 1.200 a 2.177 metros a probabilidade de ocorrência cresce de 81 a 99%. Pode-se concluir que a espécie *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Erva-mate) apresenta probabilidade maior de ocorrência em altitudes entre 1.200 a 2.177 metros. No entanto, é possível encontrar, com menor probabilidade, a espécie em altitudes menores na Região Sul do Brasil, Nordeste da Argentina, Leste do Paraguai e Noroeste do Uruguai.

Palavras-chave: SpeciesLink. Distribuição geográfica. Altitude. Plataforma R.

Introdução

O Brasil é um país detentor de uma grande diversidade biológica, encontrada nos diversos ecossistemas existentes com suas numerosas formas de vida (Nascimento et al., 2001). Dentre elas destaca-se a *Ilex paraguariensis* St. Hill. da família Aquifoliaceae, conhecida por Erva-mate é uma espécie arbórea que ocorre naturalmente na América do Sul. Sua classificação se deve ao francês Auguste de Saint-Hilaire, o termo deriva de paraguariensis, provavelmente de Paraguari, nome de uma pequena localidade do Paraguai (Oliveira e Rotta, 1985).

É uma espécie nativa de importância econômica e social com uso de suas folhas em aplicações industriais como na medicina ou em forma de chimarrão, tererê, chás e refrigerantes (Carvalho, 2003; Câmara Setorial da Cadeira Produtiva da Erva-Mate, 2000). Desta forma, a distribuição geográfica se torna uma importante referência para os estudos que promoverão o desenvolvimento de medicamentos a partir de produtos naturais vegetais, pois torna possível o reconhecimento da distribuição e diversidade dessas plantas no tempo e no espaço (Arjona et al., 2007).

O conhecimento da distribuição de determinada espécie, como é o caso da Erva-mate, fornece subsídios para recomendação da conservação e proteção de certas áreas tanto para os diversos suprimentos de necessidades humanas quanto para garantia da manutenção da biodiversidade, além do desenvolvimento de trabalhos que auxiliem na ampliação do conhecimento do patrimônio biológico dos países, ou ainda, no planejamento do uso de regiões não habitadas (Corrêa et al., 2011; Fávero, 2007; Rocha, 2004).

Para obter tais informações necessita-se a aplicação das técnicas de modelagem computacional para distribuição de espécies. Segundo Peterson et al. (2006), na modelagem de distribuição de espécies, além dos algoritmos de modelagem e as variáveis preditoras, também estão envolvidos neste

processo diversos tipos de dados e formatos de dados, e técnicas de análise de dados (Corrêa et al., 2011; Elith e Leathwick, 2009).

Para tanto, é preciso definir as questões ecológicas que a modelagem de distribuição de espécies deve ajudar a responder, como por exemplo, os fatores abióticos, fatores bióticos, dinâmica de ocupação e dispersão, fatores biogeográficos e a capacidade evolutiva (Giannini, 2011; Hortal et al., 2010; Santana et al., 2008; Soberón e Peterson, 2005).

Diante desta temática, o presente trabalho objetivou analisar o potencial de ocorrência da espécie *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Erva-mate) de acordo com as diferentes altitudes.

Metodologia

A confecção da base de dados baseou-se nas coordenadas depositadas em herbários, na pesquisa das coleções científicas indexadas na rede SpeciesLink. A rede SpeciesLink é um sistema distribuído de informação que integra em tempo real, dados primários de coleções científicas e foi desenvolvido graças ao apoio de algumas instituições (SpeciesLink, 2017).

Fez-se uso da variável explicativa altitude para a distribuição geográfica potencial modelada por meio algoritmo Maxima Entropia (MAXENT). O MAXENT utiliza uma abordagem estatística para fazer previsões a partir de informações incompletas, no qual, o algoritmo estima a distribuição mais uniforme da entropia máxima dos pontos de ocorrência em toda a área de estudo considerando cada variável uma constante. Desta forma, a distribuição de probabilidade é a soma de cada variável modificada por uma constante de escala para garantir que varie de 0-1 (Pio, 2010; Phillips et al., 2006).

A acurácia dos modelos foi avaliada por meio da estatística TSS (True Kill Statistic). A estatística TSS é usada para avaliar a precisão preditiva do modelo de distribuição de espécies (Allouche et al., 2006).

Todos os dados foram analisados na linguagem de programação R. O pacote Estatístico R têm contribuído para efetivação dessas análises ambientais. No R, existe uma grande diversidade de pacotes que contêm um conjunto de funções que permitem ou facilitam a realização das análises estatísticas (Amaral e Cesario, 2009). O pacote R, apresenta-se no idioma inglês e, gratuito pode ser obtido através dos links: <<http://cran-r.c3sl.ufpr.br/bin/windows/base/R-3.3.1-win.exe>> e <<https://download1.rstudio.org/RStudio-0.99.903.exe>>.

Resultados e Discussão

Observa-se na **Figura 1** o qual apresenta o gráfico resultante do processamento dos dados, que entre uma altitude de 11 a 187 metros a probabilidade de ocorrência a espécie *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Erva-mate) diminui chegando a 20%. Somente aos 209 metros de altitude, a probabilidade aumenta significativamente, de modo que, a partir de 1.200 a 2.177 metros a probabilidade de ocorrência cresce de 81 a 99%. Ou seja, quanto menor a altitude, menor a probabilidade de ocorrência da espécie *Ilex paraguariensis*, e quanto maior a altitude, maior a probabilidade de ocorrência.

Geralmente a espécie *Ilex paraguariensis* ocorre em altitudes de 400 a 1800 metros, porém, adicionalmente na região Sul, ela ocorre em altitudes inferiores a 400 metros, como em Foz do Iguaçu-PR (160m) e Florianópolis (25m). Pode-se justificar este fato pela influência de outros fatores abióticos como, por exemplo, a temperatura e a capacidade evolutiva, visto que, a espécie suporta baixas temperaturas e geadas frequentes (Oliveira e Rotta, 1985; Suertegaray, 2002).

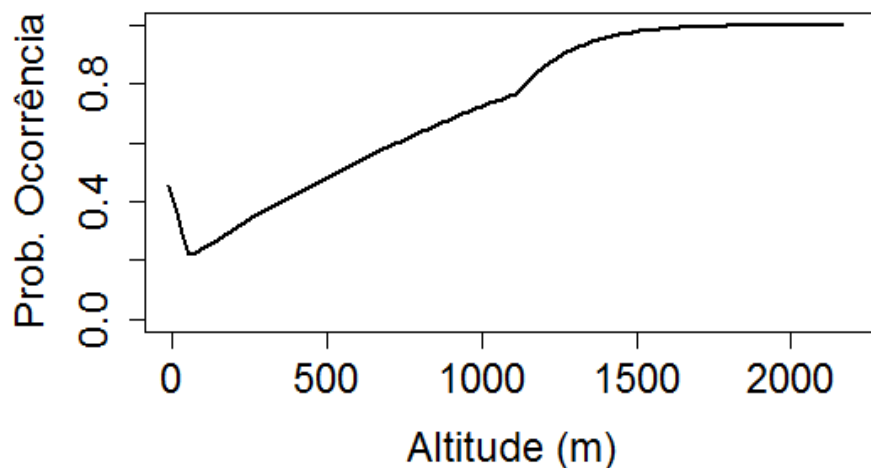


Figura 1. Probabilidade de ocorrência da espécie *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Erva-mate), nas diferentes altitudes.

O mapa gerado pela plataforma R, considerando as informações obtidas pela **Figura 1**, demonstra que a probabilidade da espécie *Ilex paraguariensis* ocorrer dos 1500 a 2000 metros de altitude é maior e, dispondo da **Figura 2** é possível observar que estas altitudes são encontradas em grande extensão do território brasileiro abrangendo grande parte da região Sul e Sudeste e, uma pequena parte do Centro-oeste, além de alguns pontos isolados na região Nordeste. Esta informação mostra que a espécie *Ilex paraguariensis* possui potencial de ocorrer em nessas regiões e que sua distribuição pode abranger também estes locais.

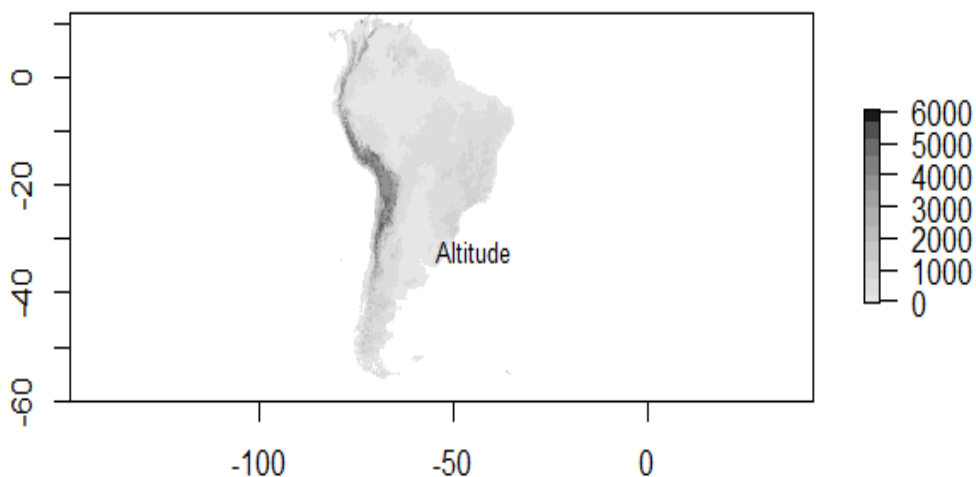


Figura 2. Mapa dos dados de altitude para análise do potencial de ocorrência da espécie *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Erva-mate).

A Erva-mate se desenvolve principalmente entre as latitudes 21° a 30° S e longitudes 48°30' e 56°10'W (Oliveira e Rotta, 1983). Porém, Carvalho (1994) relatou que a erva-mate ocorre em uma ampla região compreendida entre 12° e 35° S e 40° e 65° W, dentro da qual se pode definir uma zona menor, delimitada pelos paralelos 18° e 30° e os meridianos de 47° e 58°, onde a sua presença é mais frequente.

De acordo com Carvalho (2003); Heuser e Mariath, 2000; Oliveira e Rotta (1985), no Brasil a Erva-mate ocorre principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e, em

menor proporção nos estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo Minas Gerais e Rio de Janeiro na formação florestal Ombrófila Mista.

Outros autores citaram que a distribuição geográfica da Erva-mate ainda é indeterminada e, apesar de serem citações antigas, estas afirmações condizem com o resultado obtido neste estudo, isto porque, a ocorrência da espécie já foi mencionada em estudos nos estados como São Paulo, Minas Gerais e Goiás, ou seja, locais de altitude favorável e com probabilidade de ocorrência (**Figura 2**) (Ferreira Filho, 1948; Tarragó, 1976; Alencar, 1960; Linhares, 1969).

Nos demais países a Erva-mate tem ocorrência natural no Nordeste da Argentina, Leste do Paraguai e Noroeste do Uruguai (Oliveira e Rotta, 1985).

Conclusões

A partir dos resultados pode-se concluir que a espécie *Ilex paraguariensis* St. Hill. (Erva-mate) apresenta probabilidade maior de ocorrência em altitudes entre 1.200 a 2.177 metros. No entanto, é possível encontrar, com menor probabilidade, a espécie em altitudes menores na Região Sul do Brasil, Nordeste da Argentina, Leste do Paraguai e Noroeste do Uruguai.

Referências Bibliográficas

- ALENCAR, F.R.de. Erva-mate. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola. 85 p. 1960.
- ALLOUCHE O.; TSOAR A.; KADMON R. Avaliação da precisão dos modelos de distribuição de espécies: prevalência, kappa e estatística de habilidades reais (TSS). Journal of Applied Ecology, 43, 1223-1232, 2006.
- AMARAL, M. R. S.; CESARIO, C. V. Apostila do minicurso: software R. IX Semana de Estatística da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. 2009. Disponível em: <<http://www.ime.uerj.br/~mrubens/slae/minicursosoftwareR.pdf>>. Acesso em: 07. abr. 2017.
- ARJONA, F.B.S., MONTEZUMA, R.C.M., SILVA, I.M.. Aspectos etnobotânicos e biogeografia de espécies medicinais e/ou rituais comercializadas no mercado de madureira, RJ. Caminhos de Geografia, Edição Especial, vol. 8, n. 23, p. 41-50, 2007.
- CÂMARA SETORIAL DA CADEIA PRODUTIVA DA ERVA-MATE (Curitiba, PR). Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate. Curitiba, (Serie PADCT, 1). Coordenação de A. Maccari Júnior e J. Z. Mazucowski. 2000. 160 p.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras), v.1, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, p.457-466, 2003.
- CARVALHO, P.E.R. *Ilex paraguariensis* Saint-Hilaire: erva-mate. In: CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira. Colombo: Embrapa-CNPQ / Brasília: Embrapa-SPI, p. 280-287, 1994.
- CORRÊA, P.L.P.; CARVALHAES, M.A.; SARAIVA, A.M.; RODRIGUES, F. A.; RODRIGUES, E.S.C.; ROCHA, R.L.A. Computational techniques for biologic species distribution modeling. p. 308-325, 2011.
- ELITH, J.; LEATHWICK, J.R. Conservation prioritization using species distribution models. In: Spatial Conservation Prioritization: Quantitative Methods and Computational Tools, ed. A Moilanen, KA Wilson, HP Possingham. Oxford: Oxford Univ. Press. p. 70-93, 2009.
- FÁVERO, O.A. Paisagem e sustentabilidade na bacia hidrográfica do Rio Sorocaba-SP. 140p.Tese (Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências – Geografia Humana da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo). São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-11122007-095647>>.
- FERREIRA FILHO, J.C. Cultura e preparo da Erva-mate. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 53p. 1948.

- GIANNINI, T. C. Distribuição geográfica de abelhas e plantas associadas através de modelagem. 140p. Tese (Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo). São Paulo, 2011.
- HEUSER, E.D.; MARIATH, J.E.A. Comportamento do embrião de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) ao longo do seu desenvolvimento. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 2.; REUNIAO TECNICA DA ERVA MATE, 3., 2000, Encantado. Anais. Porto Alegre, Embrapa Florestas, p.137-139, 2000.
- HORTAL, J.; ROURA-PASCUAL, N.; SANDERS, N.J.; RAHBEK, C. Understanding (insect) species distributions across spatial scales. *Ecography*, v. 33, p. 51-53, 2010.
- LINHARES, T. História econômica do mate. Rio de Janeiro. Livraria José Olympio, 522p. 1969.
- OLIVEIRA, Y. M. M.; ROTTA, E. Área de Distribuição natural da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Embrapa. Curitiba, n.17, p.2, 1983.
- OLIVEIRA, Y. M. M.; ROTTA, E. Área de Distribuição natural da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). 1985. Disponível em: <file:///C:/Users/Chaiane/Downloads/AreaDistribuicao%20(6).pdf>. Acesso em: 08. abr. 2017.
- NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J.; BRENA, D. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.11, n.1, p.105-119, 2001.
- PETERSON, A.T.; SOBERÓN, J.; PEARSON, R.G. ANDERSON, R.P.; MARTÍNEZ-MEYER, E.; NAKAMURA, M.; ARAÚJO, M.B. Ecological niches and geographic distributions. Princeton University Press. United Kingdom, 328p., 2006.
- PIO, B.L.deA. Comparação da distribuição geográfica potencial de Buriti, *Mauritia flexuosa* L. (Araceae) gerada por diferentes preditivos. 83 p. Dissertação. (Apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas). 2010.
- PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R.P.; SCHAPIRE, R.E. Maximum entropy modelling of species geographic distributions. *ecological modelling*, v. 190, p. 231-259, 2006.
- ROCHA, Y. T. Ibirapitanga: história, distribuição geográfica e conservação do Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* LAM., Leguminosae) do descobrimento à atualidade. 313 f. Tese. (Apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ciências – Geografia Humana da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo). São Paulo, 2004.
- SANTANA, F.S. A reference business process for ecological niche modelling. *Ecological Informatics*, v. 3, p.75-86, 2008.
- SUERTEGARAY, C.E.de O. Dinâmica da cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) em sistemas agroflorestais e monocultivos. 49 f. Dissertação. (Apresentado para obtenção do Grau de Mestre em Agroecossistemas, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade de Santa Catarina). Ciências Agrárias da Universidade de Santa Catarina, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/83339/184442.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 08. abr. 2017.
- SOBERÓN, J.; PETERSON, A.T. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics*, v. 2, p. 1-10, 2005.
- SPECIESLINK. SpeciesLink. Disponível em:<<http://splink.cria.org.br/>>.
- TARRAGÓ, M.T. O cultivo da erva-mate, trigo e soja. Porto Alegre, v. 18, p. 21-22, 1976.

Cultivo e Extensão

TEORES DE CÁDMIO E CHUMBO RELACIONADOS AO pH E MANEJO DO SOLO

Ederlan Magri¹; Alice T. Valduga¹; Itamar L. Gonçalves²; Emanuel C. Bertol³; Silvane S. Roman¹

¹ PPG – Ecologia. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. e-mail: ederlan.magri@gmail.com

² PPG – Ciências Farmacêuticas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. e-mail: itamar.luis@ufrgs.br

³ Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. e-mail: emanuelbertol3@gmail.com

Resumo: Características geológicas da formação do solo podem proporcionar elevadas concentrações de metais pesados em determinados locais. Contudo, processo de captação, acumulação e redistribuição de metais pesados por vegetais não depende de suas concentrações no solo, mas sim da biodisponibilidade destes elementos. Além da natureza do material de origem, outros fatores como o teor e a composição da fração argila, conteúdo de matéria orgânica e condições físico-químicas dos solos podem influenciar sua concentração em metais pesados. A biodisponibilidade está diretamente ligada às propriedades físico-químicas do solo, nas quais destaca-se o pH. A *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (erva-mate) é uma espécie arbórea perene, extensivamente cultivada no sul do Brasil, Argentina e Paraguai. Foram analisados os teores de Cd e Pb em amostras de solo e folhas de erva mate *in natura*, obtidas de 19 plantios homogêneos e 13 áreas agroflorestais, nos 5 polos produtores de erva-mate no estado do Rio Grande do Sul. As amostras digeridas foram analisadas por absorção atômica – ICP-MS. A aplicação de herbicida interferiu significativamente nos teores de Cd nas folhas *in natura* ($p < 0,01$), mas não para os teores de Pb nestas amostras ($p = 0,22$). O pH de solo mostrou ter correlação com os teores de Cd no solo. Estes resultados sugerem que a presença destes metais pesados na erva-mate pode ter também relação com fatores físico-químicos de solo.

Palavras-chave: Metais pesados; erva-mate; cultivo e manejo.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St-Hill) é uma espécie nativa extensivamente cultivada na região sul do Brasil, na Argentina e no Paraguai (Hao *et al.*, 2013). Os sistemas de cultivo ocorrem principalmente na forma de monocultura e também com reposição em sistemas agroflorestais. Folhas e ramos de erva-mate são processadas e consumidas principalmente na forma de infusão. No processamento, a erva-mate passa pelo sapeco, efetuada em temperatura elevada, buscando inativação enzimática. Já, a secagem é efetuada próxima aos 100 °C, para em seguida ocorrer a trituração (Valduga *et al.*, 2003).

Com o aumento na demanda por matéria prima, além do extrativismo de erval nativo em sistemas florestais, adotou-se a implantação de cultivos homogêneos adensados em pleno sol. Para tanto, tomou-se o uso de técnicas e insumos agrícolas aplicados à outras culturas conhecidas (Valduga *et al.*, 2003).

A produção brasileira de erva-mate demonstra um crescimento contínuo a partir de 2010, considerando que em 2014 atingiu 935,5 mil toneladas. Deste total, 64% teve como origem erva cultivada e 36% erva nativa, movimentando um total de US\$ 114,08 milhões (Ministério Da Agricultura, 2015). Isso demonstra a importância econômica da erva-mate, justificando a necessidade de estudos com relação a qualidade tanto no cultivo como o manejo e no processamento.

A contaminação de alimentos por metais pesados é um problema emergente no mundo. Inúmeros estudos reportam a presença desses metais na cadeia trófica (Liu *et al.*, 2015; Seshadri *et al.*, 2016). A contaminação dos solos por metais pesados resulta em risco para a saúde da população (Mori *et al.*, 2016).

A transferência de Cádmio (Cd) e Chumbo (Pb) no sistema solo-planta têm sido reportadas em diversas culturas alimentícias em diferentes lugares do mundo. Destas, destacam-se a contaminação em sementes de arroz no Japão (Mori *et al.*, 2016), canola e trigo em diversas regiões da China (Chen *et al.*, 2016), e em sementes de cacau no Equador (Chavez *et al.*, 2016).

Nos cultivos em solos com altas concentrações de metais pesados, podem incorporar-se à biomassa esses elementos potencialmente perigosos (Alexander *et al.*, 2016), consistindo em um problema mundial (Wei *et al.*, 2016).

Nas últimas duas décadas, a erva-mate vem sendo estudada, reportando seu efeito gastro-protetivo em úlceras induzidas por etanol. (Maria-Ferreira *et al.*, 2013), efeito antineoplásico *in vitro* em células cancerosas de colo (Puangphaphant *et al.*, 2011) cardioprotetor (Schinella *et al.*, 2005) e efeito anti-inflamatório (Schinella *et al.*, 2014), o que indica seu potencial terapêutico. Com relação aos metais pesados em erva-mate, praticamente inexistem estudos.

Nos agroecossistemas, a introdução de metais pesados relaciona-se principalmente com a utilização de fertilizantes químicos (Gupta *et al.*, 2014), fato que ocorre com o Cd e o Pb (Mehmood *et al.*, 2009), considerados contaminantes de rochas fosfatadas (Mar e Okazaki, 2012). Como consequência, a presença destes elementos tornou-se mais intensa neste sistema, principalmente com o aumento da aplicação de fertilizantes fosfatados (Tilman *et al.*, 2002), elemento fundamental à produtividade das culturas agrícolas (Freitas *et al.*, 2009).

Além do mais, condições físico-químicas do solo afetam a transferência de metais pesados para a planta, principalmente o pH (Kabata-Pendias, 2010; Ding *et al.*, 2013; Liang *et al.*, 2013).

O regulamento técnico do MERCOSUL (Mercado Comum do Sul) define os limites máximos para a presença de contaminantes orgânicos e inorgânicos em alimentos comercializados na América do Sul. O descumprimento destes limites consiste em uma infração sanitária, nos termos da Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977. A erva-mate “chimarrão”, perante este regulamento, enquadra-se na categoria “chás, erva mate e outros vegetais para infusão”. Para tal, o limite máximo ratificado para o conteúdo de Cd é 0,40 mg·Kg⁻¹ e para Pb 0,60 mg·Kg⁻¹ (Brasil, 2013).

Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo verificar a relação cádmio e chumbo nos sistemas de produção de erva-mate e sua relação com o pH de solo e o uso de fertilizantes e herbicidas.

Metodologia

Amostragem e preparação das amostras

Amostras de solo e de erva-mate *in natura* foram coletadas em 32 unidades produtivas, localizadas no estado do Rio Grande do Sul, representando 15 municípios, de 5 polos produtores. As amostras foram coletadas entre os meses de Dezembro de 2015 e Janeiro de 2016. Para a seleção dos locais amostrados, foi considerado os municípios de maior produção no estado. Em cada unidade amostral foram coletadas amostras de solo e de folhas de erva-mate *in natura*. Aos proprietários destes locais, inventariou-se sobre o uso e manejo histórico do local, principalmente no que tange a adubação química e controle de espécies não desejadas com a utilização de herbicidas.

As amostras de solo são resultantes a partir da coleta de 20 sub amostras (0-20 cm de profundidade) em cada unidade produtiva de erva-mate, por meio de caminhada aleatória. Estas foram secas em temperatura ambiente, peneiradas (malha de 2 mm) para remoção de partículas maiores e quarteadas, obtendo 200 g de cada amostra.

Pequenos ramos contendo folhas maduras de erva-mate foram coletas por meio de caminhadas aleatórias nos talhões. As folhas *in natura* foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 35 °C, até atingirem peso constante. Após, foram trituradas em moinho de faca e quarteadas, obtendo 200 g de cada amostra.

As amostras de solo foram digeridas com HNO_3 , HCl e H_2O_2 em forno de micro-ondas. A digestão das amostras de erva-mate foi efetuada da mesma forma, com a utilização de HNO_3 . Os níveis de Cd e Pb foram mensurados por espectrometria de massa por plasma indutivamente acoplado – Agilent 7700 ICP-MS. A digestão e análise das amostras foram efetuadas pelo laboratório EUROFINs ALAC, Garibaldi-RS, Brasil. O pH do solo foi determinado pelo método de Instituto Adolfo Lutz (2005). Diluiu-se 10 g de solo em 100 mL de água destilada e medido em pHmetro QUIMIS Q400MT, previamente calibrado, de acordo com o manual do fabricante.

Para análise dos dados, tomamos uso de ANOVA *two way*, seguida de teste Tukey e regressões lineares. As análises estatísticas foram efetuadas pelo software R (TEAM, 2014).

Resultados e Discussão

De acordo com o sistema de produção de erva-mate, 19 propriedades amostradas consistiram em cultivos no sistema de monocultura e 13 sistemas de florestas. Destas, 15 utilizavam adubações e 22 adotavam o uso de herbicidas. A concentração de Cd e Pb das amostras é mostrado na **Tabela 1** e a comparação de acordo com o sistema de produção (monocultivo e agroflorestal), uso de fertilizantes químicos e aplicação de herbicida são mostrados na **Figura 1**.

Em relação ao conteúdo de Cd e Pb no solo, o resultado mostrou que não houve diferença em relação ao uso de fertilizantes ($F_{(1, 30)}=1,75$; $p=0,20$; e $F_{(1,30)}=0,02$; $p=0,89$, respectivamente para Cd e Pb) assim como com a aplicação de herbicida ($F_{(1,30)}=0,25$; $p=0,62$ para Cd; $F_{(1,30)}=0,05$; $p=0,80$ para Pb).

Tabela 1. Conteúdo de Cd e Pb ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) em solo (0-20 cm de profundidade), folhas de erva-mate *in natura* e erva-mate processada, em cultivos homogêneos (monocultivo) e em sistemas florestais (agroflorestal) nos polos produtores de erva-mate no estado do Rio Grande do Sul.

Metal pesado	Amostras	Min.	Max.	Media	Desvio padrão
<i>Cultivos homogêneos ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)</i>					
Cd	Solo			0,75	3,61
	Erva-mate <i>in natura</i>			0,08	1,94
	Erva-mate processada			0,11	2,34
Pb	Solo			6,50	20,63
	Erva-mate <i>in natura</i>			0,13	0,47
	Erva-mate processada			0,09	0,41
<i>Sistema de agrofloresta ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)</i>					
Cd	Solo			0,62	3,20
	Erva-mate <i>in natura</i>			0,10	1,51
	Erva mate processada			0,18	1,45
Pb	Solo			7,90	17,94
	Erva-mate <i>in natura</i>			0,07	0,58
	Erva-mate processada			0,03	0,53

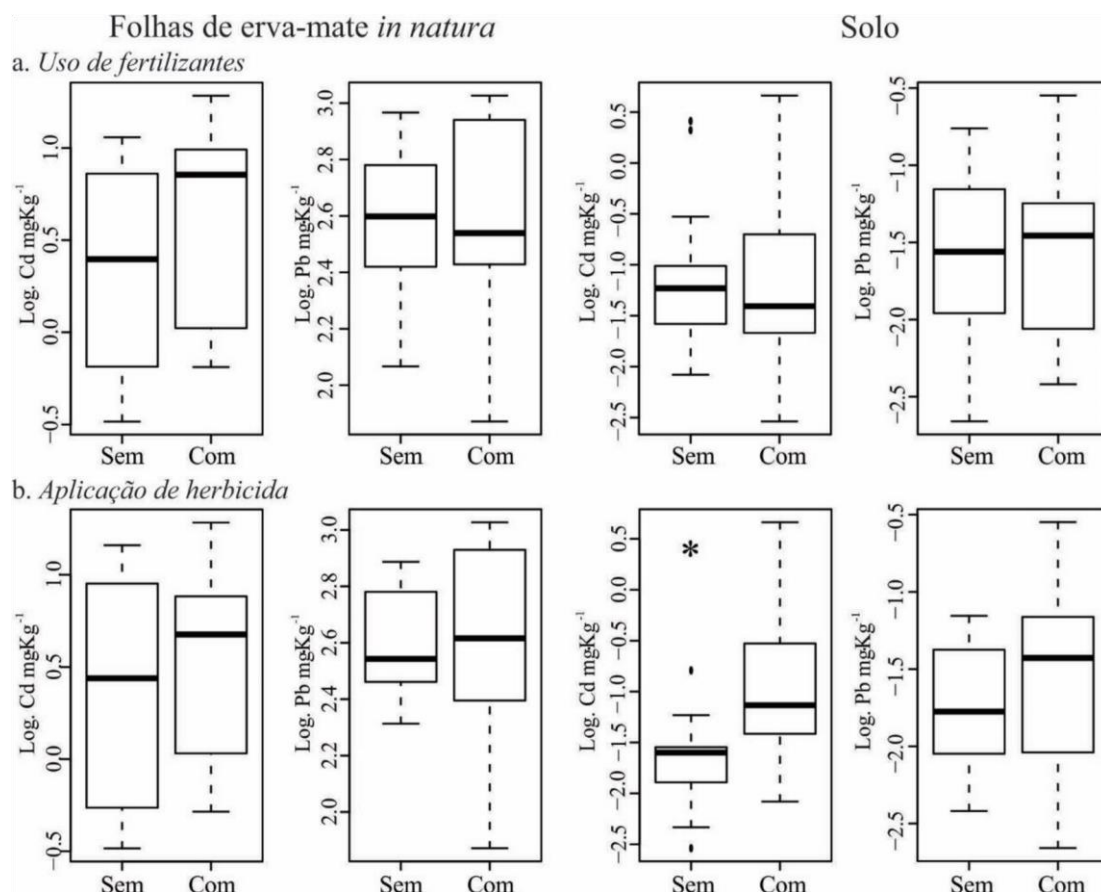


Figura 1. Teores de Cd e Pb em solo e folhas de erva-mate *in natura* em relação ao uso de fertilizantes e a aplicação de herbicida, do estado do Rio Grande do Sul. (*) $p < 0.01$ considerando ANOVA two way, seguida de teste Tukey.

Para as folhas de erva-mate *in natura*, não foi encontrado diferença significativa nos teores de Cd e Pb para o uso de fertilizantes ($F_{(1,30)}=0,00$; $p=0,98$; $F_{(1,30)}=0,07$; $p=0,79$; para Cd e Pb respectivamente). Contudo, a aplicação de herbicida não mostrou efeito em relação aos conteúdos de Pb ($F_{(1,30)}=1,54$; $p=0,22$), enquanto que o conteúdo de Cd foi afetado por esta variável ($F_{(1,30)}=13,08$; $p < 0,01$).

Desta forma, cultivos de erva-mate (homogêneos e de florestas) apresentam teores de Cd e Pb de solo semelhantes, independente do uso de fertilizantes e aplicação de herbicidas. Adicionalmente, folhas de erva-mate também apresentam os mesmos conteúdos destes metais, independente do sistema de cultivo adotado e da utilização de fertilizantes. Contudo, a aplicação de herbicida mostrou estar relacionada com maior conteúdo de Cd nas folhas de erva-mate *in natura*.

Não foram encontrados relatos em relação a aplicação de herbicida com a contaminação de Cd e Pb em plantas. Herbicidas são utilizados para eliminar plantas indesejáveis de áreas agrícolas (Yavari *et al.*, 2016). A presença de outras espécies vegetais consorciadas, assim como espécies indesejáveis, afeta a transferência de nutrientes por competição direta (Seyyedi *et al.*, 2016), incluindo os metais pesados (Mori *et al.*, 2016). Desta forma, a diminuição da densidade de outras espécies em áreas agrícolas, ocasionado pela aplicação de herbicida, reduz a competição por nutrientes, e consequentemente elimina espécies que poderiam absorver metais pesados do solo. Este processo é contrário ao de fito remediação, onde espécies vegetais são introduzidas em áreas de cultivo para absorver metais pesados do solo.

Neste estudo, o pH de solo variou entre 4,15 e 7,20 ($5,14 \pm 0,78$, média $\pm$ Desvio padrão). O pH de solo mostrou-se correlacionado com os teores de Cd no solo ($r^2=0,32$ $p < 0,01$). Em relação aos teores de Pb, não ocorreu correlação ($r^2= 0,07$ $p=0,13$) **Figura 2**.

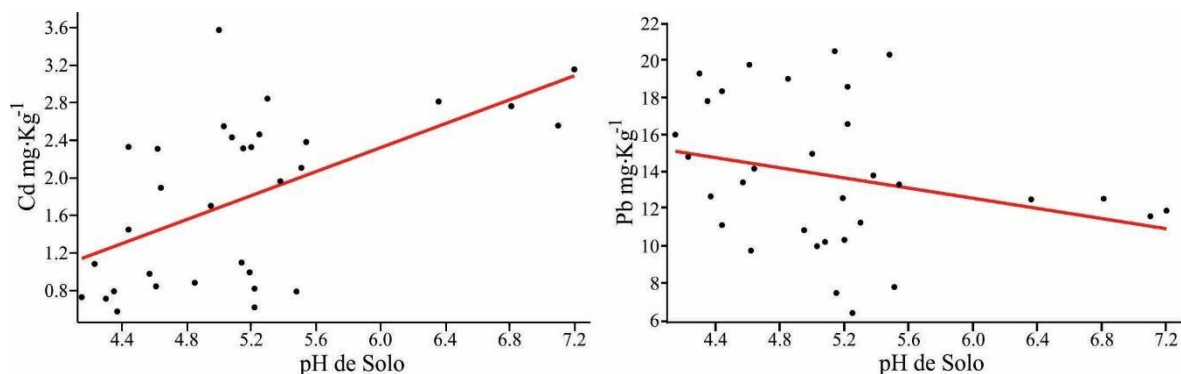


Figura 2. Regressão linear da concentração de Cd (esquerda) e Pb (direita) de solo em relação ao pH do solo, em amostras do estado do Rio Grande do Sul.

Conclusões

As práticas de cultivo adotadas para a cultura da erva-mate no estado do Rio Grande do Sul não mostraram efeito correlacionado com a presença de Cd e Pb no solo.

Os teores de Cd mensurados em folhas de erva-mate *in natura* foram maiores nos locais onde fez-se uso de herbicida, contudo quanto aos teores de Pb não ocorreu diferença. O pH do solo mostrou correlação com os teores de Cd. O mesmo efeito não foi verificado para o Pb.

Agradecimentos

Ao SINDIMATE-PR, SINDIMATE-SC e SINDIMATE-RS pelo financiamento da pesquisa. A Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Erechim pela infraestrutura.

Referências Bibliográficas

- ALEXANDER, P.; ALLOWAY, B.; DOURADO, A. Genotypic variations in the accumulation of Cd, Cu, Pb and Zn exhibited by six commonly grown vegetables. **Environmental Pollution**, v. 144, n. 3, p. 736-745, 2006. ISSN 0269-7491.
- BASTOS, D. H. M. et al. Essential oil and antioxidant activity of green mate and mate tea (*Ilex paraguariensis*) infusions. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6, p. 538-543, 2006. ISSN 0889-1575.
- CHAVEZ, E. et al. Chemical speciation of cadmium: An approach to evaluate plantavailable cadmium in Ecuadorian soils under cacao production. **Chemosphere**, v. 150, p. 57-62, 2016. ISSN 0045-6535.
- CHEN, H. et al. Characteristics of heavy metal transfer and their influencing factors in different soil-crop systems of the industrialization region, China. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 126, p. 193-201, 2016. ISSN 0147-6513.
- DING, C. et al. Prediction model for cadmium transfer from soil to carrot (*Daucus carota* L.) and its application to derive soil thresholds for food safety. **Journal of**
- FREITAS, E. V. D. S. et al. Cadmium and lead availability to corn in soil amended with phosphorus fertilizers. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1899-1907, 2009. ISSN 0100-0683.
- GUPTA, D. et al. Role of phosphate fertilizers in heavy metal uptake and detoxification of toxic metals. **Chemosphere**, v. 108, p. 134-144, 2014. ISSN 0045-6535.
- HAO, D. et al. Research progress in the phytochemistry and biology of *Ilex* pharmaceutical resources. **Acta Pharmaceutica Sinica B**, v. 3, n. 1, p. 8-19, 2013. ISSN 2211-3835.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, 4.ed., 2005.
- KABATA-PENDIAS, A. **Trace elements in soils and plants**. CRC press, 2010. ISBN 1420093703.
- LIANG, Z. et al. Major controlling factors and predictions for cadmium transfer from the soil into spinach plants. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 93, p. 180-185, 2013. ISSN 0147-6513.
- LIU, K. et al. Major factors influencing cadmium uptake from the soil into wheat plants. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 113, p. 207-213, 2015. ISSN 0147-6513.
- MAR, S. S.; OKAZAKI, M. Investigation of Cd contents in several phosphate rocks used for the production of fertilizer. **Microchemical Journal**, v. 104, p. 17-21, 2012. ISSN 0026-265X.
- MARIA-FERREIRA, D. et al. Chemical and biological characterization of polysaccharides isolated from *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. **International journal of biological macromolecules**, v. 59, p. 125-133, 2013. ISSN 0141-8130.
- MEHMOOD, T. et al. Heavy metal pollution from phosphate rock used for the production of fertilizer in Pakistan. **Microchemical Journal**, v. 91, n. 1, p. 94-99, 2009. ISSN 0026265X.
- MORI, M. et al. Suppression of cadmium uptake in rice using fermented bark as a soil amendment. **Chemosphere**, v. 148, p. 487-494, 2016. ISSN 0045-6535.
- PUANGPRAPHANT, S.; BERHOW, M. A.; DE MEJIA, E. G. Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hilaire) saponins induce caspase-3-dependent apoptosis in human colon cancer cells in vitro. **Food Chemistry**, v. 125, n. 4, p. 1171-1178, 2011. ISSN 0308-8146.
- SCHINELLA, G.; FANTINELLI, J. C.; MOSCA, S. M. Cardioprotective effects of *Ilex paraguariensis* extract: evidence for a nitric oxide-dependent mechanism. **Clinical Nutrition**, v. 24, n. 3, p. 360-366, 2005. ISSN 0261-5614.
- SESHADRI, B. et al. Phosphorus–cadmium interactions in paddy soils. **Geoderma**, v. 270, p. 43-59, 2016. ISSN 0016-7061.
- SEYYEDI, S. M.; MOGHADDAM, P. R.; MAHALLATI, M. N. Weed Competition Periods Affect Grain Yield and Nutrient Uptake of Black Seed (*Nigella Sativa* L.). *Horticultural Plant Journal*, v. 2, n. 3, p. 172-180, 2016. ISSN 2468-0141.
- TEAM, R. D. C. A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing 2014.
- TILMAN, D. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 671-677, 2002. ISSN 0028-0836.
- VALDUGA, A. T.; BATTESTIN, V.; FINZER, J. R. D. Secagem de extratos de erva-mate em secador por atomização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 23, n. 2, p. 184-189, 2003.
- WEI, M.; CHEN, J.; WANG, X. Removal of arsenic and cadmium with sequential soil washing techniques using Na₂ EDTA, oxalic and phosphoric acid: Optimization conditions, removal effectiveness and ecological risks. **Chemosphere**, v. 156, p. 252261, 2016. ISSN 0045-6535.
- YAVARI, S. et al. Sorption-desorption mechanisms of imazapic and imazapyr herbicides on biochars produced from agricultural wastes. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 4, n. 4, p. 3981-3989, 2016. ISSN 2213-3437.

ERVA-MATE: VIABILIDADE ECONÔMICA EM ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL EM RESERVA LEGAL NO ESTADO DE MS

Márcio A. dos Santos¹; Moisés Centenaro²; Carlos O. Zamberlan³; Romildo Camargo Martins⁴

¹ Bolsista CAPES, Mestrando do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos (PPGDRS). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS, - Ponta Porã. Rua Itibiré Vieira Km 4,5, S/n, Residencial Julia de Oliveira Cardinal, Ponta Porã-MS, Brasil. E-mail: mar.aqui.santos@gmail.com

² Professor Doutor, Adjunto e Pesquisador. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS. Rua Itibiré Vieira Km 4,5, S/n, Residencial Julia de Oliveira Cardinal, Ponta Porã-MS, Brasil. E-mail: m.centenaro@uems.br³

Professor Doutor, Adjunto, Pesquisador e Coordenador do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos (PPGDRS). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS. Rua Itibiré Vieira Km 4,5, S/n, Residencial Julia de Oliveira Cardinal, Ponta Porã-MS, Brasil. E-mail: otaviozamberlan@gmail.com

⁴ Bolsista CAPES, Mestrando do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos (PPGDRS). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS, - Ponta Porã. Rua Itibiré Vieira Km 4,5, S/n, Residencial Julia de Oliveira Cardinal, Ponta Porã-MS, Brasil. E-mail: romldocamargo@gmail.com

Resumo: A exploração da erva-mate na região Sul de Mato Grosso do Sul, já se apresentou como grande importância social e econômica, caracterizando-se como o “ouro verde” no final do século XIX e início do século XX, estimulando assim, a formação de algumas cidades em áreas de ocorrência natural da erva-mate. Esse trabalho visa apresentar a viabilidade do cultivo da erva-mate em áreas de reserva legal como uma atividade alternativa diante de manejo adequado conforme previsto pelo Código Florestal Brasileiro (CFB) no Estado de Mato Grosso do Sul. Através de dados disponíveis como valor de produção, área e quantidade produzida no estado, buscou-se demonstrar indicadores de investimento e retorno sobre esta atividade. A pesquisa baseou-se com dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e da Lei 12.651/2012 do CFB. O estudo demonstrou que a legislação, admite-se a exploração econômica da reserva legal mediante manejo sustentável e previamente aprovado pelo órgão competente. O Art. 21º do CFB, cita que é livre a coleta de produtos florestais não madeireiros, tais como frutos, cipós, folhas e sementes. Desta forma, é possível plantar em área de reserva legal, onde há ocorrência natural de erva-mate, pelo menos 50% do número de plantas da mesma espécie. De acordo com dados da produção municipal, o estado de Mato Grosso do Sul no ano de 2015 tinha uma área de cultivo de 229 ha de erva-mate, com a produção de 1.313 ton de folhas verdes, atingindo o valor de produção de R\$ 550.000,00. A produtividade econômica por ha no MS ficou em R\$ 2.401,75, assim, cultivando somente 50% de erva-mate no espaço de reserva, geraria-se um rendimento alternativo bastante satisfatório para os produtores locais, atendendo aos princípios do desenvolvimento sustentável, que são respectivamente os econômicos, sociais e ambientais.

Palavras-Chave: Exploração Florestal. Desenvolvimento Sustentável. Erva-Mate.

Introdução

É essencial o papel que o agronegócio e suas ações geram para o crescimento e desenvolvimento do país, principalmente para o estado e para a região recebedora dessa dinâmica socioeconômica, proporcionando a valorização social e geração de emprego e renda.

Franco et al. (1999), orienta que o desenvolvimento local integrado e sustentável é um instrumento capaz de promover o surgimento de comunidades mais sustentáveis, despertando suas vocações locais, para o desenvolvimento de suas potencialidades, além de fomentar o intercâmbio externo. Considerar os aspectos endógenos de cada lugar, corroboram para a definição de estratégias e objetivos com maior grau de eficácia, Fochezatto (2010) afirma que a alternativa do desenvolvimento regional, se faz cada vez mais na capacidade da região em mobilizar seus recursos

encontrados endogenamente de forma planejada e sustentável, atualizando constantemente seus processos e arranjos produtivos locais, objetivando nesse sentido, uma continuidade por parte dos agentes locais. Haddad (2009) afirma que o processo de desenvolvimento sustentável de toda e qualquer região, não depende somente do seu crescimento econômico, mas da capacidade endógena de organização social e política, [...] a um processo permanente de conservação e também da preservação do ecossistema regional.

Segundo Bacha (2012), crescimento é o processo de aumento do produto (seja nacional ou interno) de uma economia e o desenvolvimento agrega mudanças estruturais nessa economia, melhorando assim o bem estar de sua população. Assim, o Desenvolvimento local Integrado e sustentável está sendo considerado como uma via possível para a melhoria da qualidade de vida e para a conquista de modos de vida mais sustentáveis, agregando de forma assertiva, o bem estar não somente econômico, mas também o social e o ambiental.

Não obstante, a temática ambiental e de convivência harmoniosa com os recursos naturais, tem se destacado nessas abordagens para garantir o uso eficiente do espaço e da sua exploração econômica. Rodrigues et al. (2007, p. 942), bem como Toniasso et al. (2012, p. 3), corroboram dizendo que torna-se bastante importante a adoção de soluções práticas na agropecuária que permitam aos produtores melhorarem suas condições de vida, ao mesmo tempo em que preservam e/ou recuperam o meio ambiente.

Partindo desse pressuposto, objetivou-se com o respectivo estudo, estimular a geração de alternativas que supram a necessidade e preocupação no âmbito da diversificação da produção, manejo e exploração do espaço e das áreas propícias para o cultivo, dentro de propriedades com potencial aos diferentes tipos de culturas produtivas. Torna-se importante nesse sentido, considerar o exemplo de algumas propriedades da região Sul do Brasil, que se destacam no cultivo da erva-mate tendo grande parte de sua produção destinada ao consumo no estado de Mato Grosso do Sul.

Nesse aspecto, a área de ocorrência natural da erva-mate no sul de MS, o torna detentor de uma potencialidade similar aos demais estados produtores (PR, SC e RS). Onde segundo Daniel (2009), a erva-mate (*Ilex paraguariensis*) ocorre naturalmente em regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, com distribuição a partir da região central do Rio Grande do Sul, estendendo-se em quase todo o estado de Santa Catarina, bem como o centro sul do Paraná e uma pequena parte do nordeste de São Paulo. O mesmo autor destaca ainda que, do Oeste do Paraná a área de ocorrência natural da erva-mate segue para o sul de Mato Grosso do Sul, parte da província de Misiones na Argentina e por fim, a região oriental do Paraguai.

Frente a esta realidade e para fomentar esta atividade na região sul de Mato Grosso do Sul, justifica-se a pesquisa, tendo como objeto as respectivas áreas de reservas legais localizadas na região de ocorrência natural da erva-mate no estado. Tal possibilidade de cultivo, ainda foge do conhecimento do produtor rural em relação a diferentes ações de caráter econômico, bem como as técnicas e métodos sustentáveis de utilização desse espaço.

Na resolução CONAMA nº 406/2009 estão descritas as diretrizes de um manejo florestal sustentável baseando-se em uma administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema. Segundo informações do SFB (Sistema Florestal Brasileiro) para o ano de 2011, o estado sulmatogrossense possui presença de florestas Ombrófilas Densas, Mistas e de Savanas, - algumas proporções maiores ou menores - que passam a favorecer nesse sentido, diferentes estudos de aproveitamento de florestas entregue a composição de reserva legal. O Código Florestal Brasileiro, pautado na Lei: 12.651/2012 possibilita e apresenta importantes diretrizes à exploração econômica de caráter sustentável da reserva legal no sentido em que possa auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, promovendo consequentemente o retorno financeiro para o produtor e a conservação da biodiversidade local.

Metodologia

Neste contexto, com caráter qualitativo, o objetivo do respectivo estudo propôs avaliar a rentabilidade e viabilidade econômica da produção da erva-mate de forma sustentável em áreas de reserva legal em propriedades com área superior a 4 (quatro) módulos fiscais nos municípios que integram a área de ocorrência natural da erva-mate no MS. No estudo qualitativo, Godoy (1995) apresenta uma abordagem que valoriza o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada.

Nesse aspecto, a metodologia baseou-se em dados secundários apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dos Produtos de Extração Vegetal e de Silvicultura (PEVS), tendo como parâmetro de análise o ano de 2015, analisando três variáveis como: quantidade produzida, valor da produção e área colhida, bem como as diretrizes legais da Lei 12.651/2012 do Código Florestal Brasileiro no que tange às normatizações jurídicas dos organismos competentes do estado de Mato Grosso do Sul, como o Imasul (Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul) e SEMADE (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico).

Resultados e Discussões

Não obstante, a erva-mate tem sido de grande importância histórica para a economia de diversos municípios dos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, considerada nesse sentido, como a principal região produtora de erva-mate no país. Nesse aspecto, o relatório de PFNMs (Produtos Florestais Não madeireiros) do IBGE, disponível no panorama nacional dos PEVS 2015 (Produtos de Extração Vegetal e Silvicultura), caracterizou a erva-mate como o segundo produto de maior influência nessa categoria, com um total de (R\$396,3 milhões) frente aos (R\$1,5 bilhão) do total nacional de toda a produção não madeireira no ano de 2015.

Os dados indicam para o estado de Mato Grosso do Sul, uma forte potencialidade frente à atividade ervateira, não obstante, a produção da erva-mate vem diminuindo gradativamente se comparado aos demais estados produtores. Diante do prisma do manejo florestal sustentável, as atividades empregadas atualmente no estado de Mato Grosso do Sul, visam única e exclusivamente, a exploração comercial de espécies para utilização em desdobro conforme Schaeffer (2003) e para o abastecimento de madeira cerrada no próprio estado ou para estados que fazem limite.

De acordo com dados de inscrição do CAR (Cadastro Ambiental Rural), no mês de maio de 2016, realizado pela SEMADE através de informações já válidas pelo Sistema Imasul de Registros e Informações Estratégicas do Meio Ambiente (SIRIEMA), o estado de Mato Grosso do Sul possui 3,5 milhões de hectares de reserva legal frente ao registro total de imóveis rurais cadastrados no sistema, porém o Estado ainda contabiliza um total de 260 mil hectares com déficits, ou seja, propriedades que não possuem o mínimo de 20% exigido de reserva obrigatória.

Com isso, a relevância econômica da Reserva Legal estimula não somente a manutenção das florestas existentes como também a recuperação destes ambientes degradados. Frente aos indicadores do IBGE relativo à produção de erva-mate no MS em 2015, os dados apresentam, conforme a (**Tabela 1**), uma área colhida de 229 hectares de erva-mate com a produção de 1.313 toneladas de folhas verdes, atingindo o valor de produção de R\$550.000,00.

Tabela 1 - Valores em quantidade produzida, valor da produção, área colhida e rendimento da Erva-Mate (em folha verde) em 2015.

Nacional, Região e Estados	Qtde produzida (ton)	Valor da prod. (R\$)	Área colhida (ha)	Rendimento médio kg/ha
Brasil	602.899	579.191.000	94.945	6.349,98
PR	217.851	248.523.000	51.826	4.204,50
SC	91.349	69.885.000	12.912	7.075,73
RS	292.386	260.233.000	29.978	9.753,35
Sul	601.586	578.640.000	94.716	6.351,47
MS	1.313	550.000	229	5.733,62

Fonte: IBGE, Lavouras Permanente 2015.

A produção de erva-mate no MS representou em 2015 apenas 0,22% da produção nacional, e a produtividade financeira por hectares de R\$ 2.401,75, considerando o valor de R\$ 6,28 a arroba de folhas verdes no estado – abaixo da média nacional – dentro do período analisado, corroborando assim, com mais de 5.700 Kg/ha no que tange ao rendimento médio de produção entre os demais estados produtores. Diante de um comparativo com as principais culturas de lavouras permanentes – considerando as potencialidades produtoras das principais regiões do país – a erva-mate se encontra entre as explorações de maior volume por hectare conforme (**Tabela 2**), corroborando mais uma vez com o desenvolvimento alternativo de produção e manejo de diferentes culturas nativas, no que tange à temática florestal.

Tabela 2 – Rendimento médio da produção das principais lavouras permanentes no país.

Rendimento Médio da produção das lavouras permanentes				
Variável – Rendimento Médio da produção (Kg/ha) - Produtos da Lavoura Permanente – Ano 2015				
Erva-Mate	Palmito	Café	Cacau (amêndoas)	Castanha de
Caju				
(folha verde)		(grãos)		
6.350	4.881	1.336	403	175

Fonte: IBGE, Lavouras Permanentes-2015.

A Lei 12.651/2012 do Código Florestal Brasileiro, delimita a obrigatoriedade de 20% para a formação de reserva legal nas propriedades rurais do estado de Mato Grosso do Sul para áreas superior a 4 (quatro) módulos fiscais, abaixo disto, não há obrigatoriedade de manutenção de área de reserva legal conforme destaca o mesmo código. A respectiva lei permite ainda o cultivo em área de reserva legal de apenas 50% do total da área, com plantas de ocorrência natural da região, ou seja, de composição nativa como é o caso da erva-mate (*Ilex paraguariensis*).

Ainda que considerada uma população de plantas reduzida em relação ao cultivo tradicional em função da legislação, seria possível – com uma gestão assertiva do manejo frente aos constantes reajustes de preço da arroba de folhas verdes – ter um rendimento anual de R\$ 1.200,87 por ha com a produção de erva-mate, aplicando o manejo sustentável na reserva, em contrapartida atender-se-ia aos princípios do desenvolvimento sustentável, que são respectivamente os econômicos, sociais e ambientais, agregando renda, emprego e manutenção da biodiversidade local.

Conclusões

Os processos dinâmicos, relacionados ao desenvolvimento regional, devem considerar a priori as potencialidades endógenas e fortalecer as iniciativas que surgem junto aos atores e agentes locais

na busca de diferentes sistemas de produção e na geração de renda alternativa, que passem a complementar nesse sentido, os custos e investimentos financeiros, inerente a toda e qualquer propriedade rural.

Diante dessa conjuntura, a erva-mate se apresenta como uma das mais significantes alternativas de manejo florestal dentro das propriedades que possuem áreas de reserva legal, sendo esta – segundo o código florestal brasileiro – uma importante alternativa de exploração econômica, bem como, a de manutenção da biodiversidade local. É certo que a respectiva iniciativa ou atividade, requer um importante acompanhamento por parte dos órgãos competentes no âmbito federal, estadual e municipal, atuando junto aos produtores no sentido de direcionar os esforços de forma correta e legalmente assessorados.

O estado de Mato Grosso do Sul vem se destacando na silvicultura com a exploração do eucalipto junto às indústrias de papel e celulose, bem como outras atividades de caráter madeireiro, como àqueles voltados à indústria moveleira, látex, entre outras segundo informações do Sistema de Informação EMBRAPA ao passo que a exploração de outros recursos florestais – como é o caso da erva-mate nativa sul-matogrossense – demonstra-se cada vez mais com um distanciamento junto aos indicadores da produção nacional.

Não obstante, o manejo das florestas para uma produção sustentável é tanto um desafio como uma oportunidade para todos os envolvidos no processo de desenvolvimento de uma região, seja por parte dos representantes do poder público, seja pela sociedade de modo geral.

Agradecimentos

Aos professores e coordenadores do programa de Pós Graduação *stricto sensu* em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Unidade de Ponta Porã/MS, bem como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo investimento nesta e em diferentes pesquisas desenvolvidas junto ao respectivo programa, no qual vem direcionando importantes conquistas de caráter profissional e acadêmico para o desenvolvimento local.

Referências Bibliográficas

- BACHA, C. J. C. Economia e Política Agrícola no Brasil. Atlas, 2a edição: São Paulo, 2012.
- CADASTRO AMBIENTAL RURAL (CAR) – SEMADE/MS - <http://www.semade.ms.gov.br/car-facilita-novo-mercado-de-compensacao-em-reserva-legal-diz-secretario-da-semade/> Acessado em 01/03/2017.
- CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO – Lei nº 12.651/2012 – Casa Civil; Subchefia para Assuntos Jurídicos. <[HTTP://www.planalto.gov.br/ccivil_03/](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/)> Acessado em: 27/09/2016.
- DANIEL, Omar. Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial / Omar Daniel. Dourados, MS: UFGD; UEMS, 2009.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Global Forest Resources Assessment 2015. Desk reference – Rome, 2015. Disponível em <<http://www.fao.org/3/ai4808e.pdf>> Acessado em: 27/02/2017.
- FOCHEZATTO, Adelar. Desenvolvimento regional: novas abordagens para novos paradigmas produtivos. In: CONCEIÇÃO, Octávio A. C. et al. (Org.). O ambiente regional. Porto Alegre: FEE, 2010. (Três décadas de economia gaúcha, 1).
- FRANCO, A. (Coord.). Proder-Especial: um vetor de sustentabilidade econômica em processos de desenvolvimento local integrado e sustentável. SEBRAE Nacional, Brasília, 1999.
- GODOY, Arilda S, 1995b. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresa. São Paulo, v. 35, 3: 20-29.

HADDAD, Paulo R. Capitais Intangíveis e Desenvolvimento Regional. Revista de Economia, v. 35, n. 3 (ano 33), p. 119-146, set./dez. 2009. Editora UFPR.

IBGE – Lavouras Permanentes 2014-2015 – Mato Grosso do Sul:

<<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ms&tema=lavourapermanente2015>>

Acessado em:24/09/2016 as 17:57.

Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Gestão Ambiental de Mato Grosso do Sul: conceitos e práticas/Eliane C. dias R. de Barros e Eliane M. Garcia (orgs.) Dourados,MS:UEMS, 2014.

RODRIGUES, E.R.; CULLEN JÚNIOR, L.; BELTRAME, T.V.; MOSCOGLIATO, A.V.; SILVA, I.C. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para a recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. Revista Árvore. Viçosa, v.31, n.5, p. 941-948. 2007.

SCHAEFFER, R. O . Avaliação dos Planos de Manejo no Mato Grosso do Sul. Tese de Mestrado. No prelo. Campo Grande (MS). 2003.

TONIASSO, H. R.; SOUZA, C. C.; BRUM, E.; FIGUEIREDO, R. S. Agricultura familiar e associativismo rural – o caso associação harmonia de agricultura familiar de mato grosso do sul e a sua sustentabilidade. Informe Gepec – Vol. 12, nº 2, jul/dez.

MEDICIÓN Y ESTIMACIÓN DEL ÁREA FOLIAR EN PLANTAS DE YERBA MATE

Matías M. Skromeda¹; Sandra P. Molina¹; Guillermo M. Arndt¹; Diana V. Ohashi¹; Maricel G. Balsamo¹; Hipólito J. Kuzdra¹; Ramón M. Mayol¹

¹ Investigador, Equipo de Yerba Mate y Té, Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul, CR Misiones, INTA. Ruta Nacional 14, km 836, Cerro Azul, Misiones, Argentina. Email: skromeda.matias@inta.gob.ar.

Resumen: En yerba mate, el producto de cosecha está compuesto por hojas y ramas finas, siendo el área foliar un parámetro importancia para evaluar el cultivo, por tal motivo, el objetivo de este estudio fue disponer de una metodología práctica para su determinación. Se utilizaron dos metodologías, Gravimétrica y Software ImageJ®. La metodología Gravimétrica determina el área foliar por regla de tres simple, mediante la obtención del peso de un disco de área conocida y el peso de la hoja. El software ImageJ® utiliza fotografías y realiza el cálculo del área en base a una escala conocida. Se evaluaron los factores, estado de madurez de las hojas, puntos cardinales y ubicación en altura de la planta. Luego se determinó el modelo matemático para estimar el área foliar, a través de variables lineales de las hojas, largo (L), ancho (A) y su producto (LxA). Comparando ambos métodos, desde el punto de vista de la facilidad y rapidez, el método del software resultó ser el más adecuado. Los datos fueron analizados con el programa estadístico R® y transformados por el método Box-Cox. Los resultados para el efecto de la ubicación y orientación no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$, Tukey), en cambio para el estado de madurez se observaron diferencias significativas, siendo el nivel “hoja madura” seleccionado para la estimación del área foliar, ya que se presenta en mayor proporción durante el ciclo del cultivo y es de fácil identificación. Los modelos obtenidos presentaron alta correlación (r) y coeficientes determinación (R^2), $AF = a + bL$ (0,809-0,8995), $AF = a + bA$ (0,8528-0,9235) y $AF = a + b(LxA)$ (0,9414-0,9703), respectivamente. Si bien LxA presenta la mejor r y R^2 también se podría utilizar el modelo con A como buen estimador. Las ecuaciones propuestas en la presente investigación pueden ser empleadas sin necesidad de recurrir al muestreo destructivo, según el criterio de cada evaluador y objetivo del estudio.

Palabras clave: *Ilex paraguariensis*. Hoja. Superficie. Gravimétrico. ImageJ®.

Introducción

La yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), perteneciente a la familia Aquifoliaceae, es una especie sudamericana de clima subtropical, preferentemente húmedo, distribuida en el noreste de Argentina, sur de Brasil y este de Paraguay (Giberti, 1979). En Argentina, se concentra en la provincia de Misiones y noreste de Corrientes, siendo el principal productor mundial.

El área foliar está asociada con la mayoría de los procesos agronómicos, biológicos, ambientales y fisiológicos, que incluyen el análisis de crecimiento, la fotosíntesis, la transpiración, la interceptación de luz, la asignación de biomasa y el balance de energía (Kucharik et al., 1998).

En este sentido, el dato del área foliar para cualquier estudio de parámetros que afecten directa o indirectamente el crecimiento es, junto con altura de la planta y diámetro del tallo, uno de los datos más importantes.

La producción de materia seca está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación solar incidente, de la capacidad del canopeo para interceptarla y la eficiencia del cultivo para transformarla (Andrade et al., 1996). En yerba mate, el producto de cosecha está compuesto básicamente por hojas y ramas finas.

Medir la superficie foliar a través de métodos destructivos cosechando un elevado número de hojas puede ser costoso, engorroso y que insuere mucho tiempo (Pintro et al., 1998; Antunes et al., 2008). En el caso de yerba mate, se complica aún más al tratarse de una especie de características arbóreas y con gran polimorfismo foliar, incluso en una misma planta.

Como alternativa, existen softwares que utilizan el análisis de imágenes para estimar el área foliar en forma rápida y precisa (Lallana, 1999), aunque también se trata de métodos destructivos.

En este contexto, se han desarrollado otros métodos no destructivos basados en mediciones lineales en la hoja como longitud (L), ancho (A) y el producto de ambas (LxA), que resultan en estimaciones del área foliar de manera económica, rápida y fiable (Williams y Martinson, 2003; Cabezas-Gutiérrez et al., 2009; Karimi et al., 2009; Álvarez et al., 2012). Sin embargo, no toma en cuenta factores externos tales como la morfología foliar, lo cual varía entre especies, estadios de desarrollo, genotipos, etc. (Calderón Puig et al., 2011).

Tampoco se conoce si existe algún tipo de hoja o posición en la planta que se correlacione mejor con el área foliar en la planta de yerba mate.

Por lo antes expuesto, el presente trabajo se realizó con los objetivos de determinar la influencia en el área foliar de *Ilex paraguariensis*, del estado de maduración de las hojas, punto cardinal y altura en la planta, comparar el método gravimétrico con el análisis por imágenes a partir del Software ImageJ® y obtener un modelo matemático para la estimación.

Metodología

El ensayo fue realizado en noviembre de 2016 en la Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul (INTA), con 6 plantas adultas de yerba mate, mayores a 15 años de edad, creciendo en campo a pleno sol.

Se analizó el efecto sobre el área foliar de la posición cardinal: Este (E), Oeste (O), Norte (N) y Sur (S) de las ramas, el estado de maduración de las hojas: Flash, Post-flash y Madura (**Figura 1**) y la posición en altura de las hojas en la planta: Abajo, Medio y Arriba.

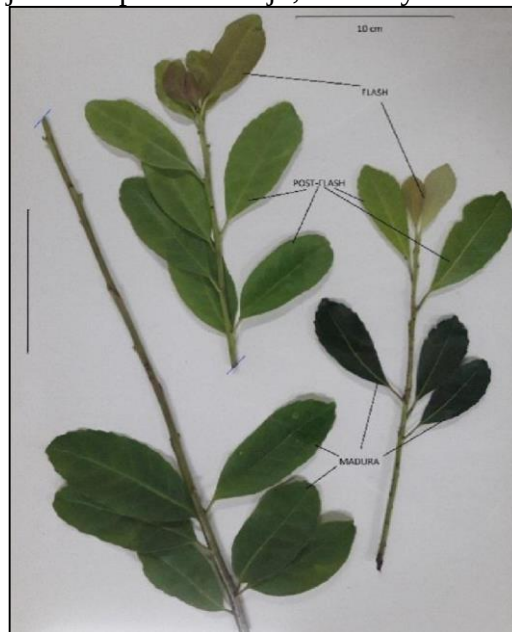


Figura 1. Foto de los tres estados de maduración: flash, post-flash y madura.

En 200 hojas, de cada planta, se midieron la longitud (L) y el ancho (A) con regla milimetrada. Los dos métodos usados para la determinación del área foliar fueron el método gravimétrico y el análisis de imágenes con el software ImageJ®.

Para el método gravimétrico, se utilizó un sacabocados y se realizó una perforación en cada hoja, obteniendo un disco de área conocida (AD). Se determinó el peso de cada hoja (PH) y del disco (PD), luego se calculó el área de la hoja (AF) con la siguiente fórmula:

$$AF = \frac{\times}{PD}$$

Para la determinación del área foliar con el software ImageJ®, se utilizaron las mismas hojas del método gravimétrico. Se ubicaron sobre una hoja de papel de color blanco con dimensiones conocidas como referencia. Se tomaron las fotografías con una cámara de 13 megapíxeles de resolución, las cuales se procesaron y analizaron (**Figura 2**) para determinar el área de la hoja.

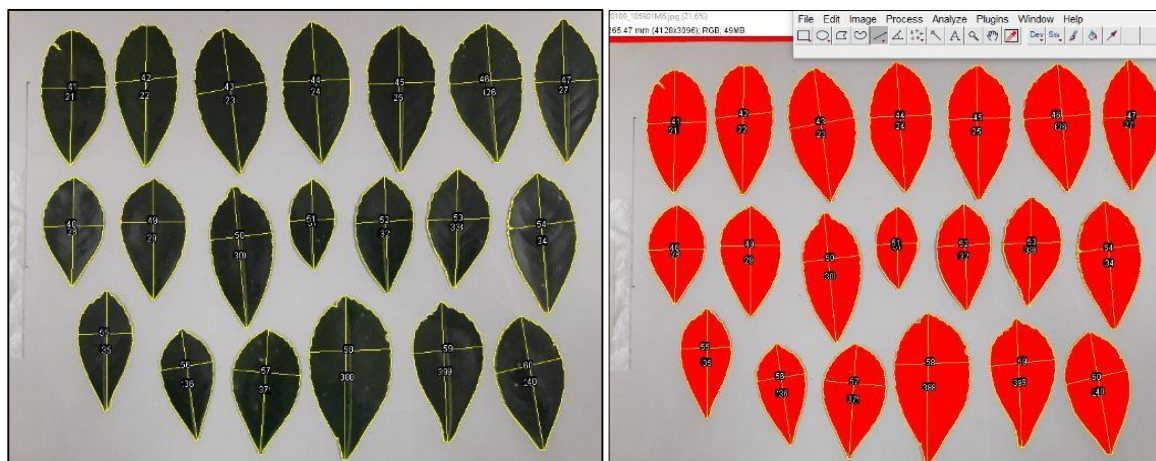


Figura 2. Foto procesada por el software ImageJ.

Se utilizaron la longitud, el ancho y el producto de ambos (LxA) como variables independientes y el AF, determinada por cada método, como variable dependiente. Con estos datos se realizaron los respectivos análisis de correlación de Pearson (r), los gráficos de dispersión y regresión lineal, buscando la función que más se ajusta al modelo según el coeficiente de determinación (R²).

Por otro lado, se correlacionaron los datos de área foliar obtenidos con ambos métodos y se calculó el coeficiente de correlación de Pearson (r).

Los datos fueron analizados con el programa estadístico R® (Core Team, 2016), transformados por el método box.cox (y^λ), donde el exponente λ fue calculado para cada variable (Box and Cox, 1964).

Resultados y Discusión

Los valores de media y desvío estándar, de las distintas variables (longitud, ancho y área de las hojas) para cada factor y nivel estudiado, se resumen en la **Tabla 1**.

Comparando los datos de largo y ancho de los distintos factores y niveles, se observa en el factor madurez, que los niveles flash y post-flash son los que presentan mayor diferencia en la media general y la mediana. Debido a estas diferencias se realizó el análisis de Normalidad.

Tabla 1. Resumen de las variables largo y ancho, para cada factor y nivel.

Factor	Nivel	Largo (cm)			Ancho (cm)		
		Mediana	Media	SD	Mediana	Media	SD
Posición	Arriba	7.10	7.221	0.970	3.10	3.125	0.557
	Medio	7.30	7.377	1.134	3.20	3.226	0.621
	Abajo	7.20	7.188	0.928	3.25	3.250	0.524
Orientación	Este	7.20	7.307	0.978	3.20	3.210	0.584
	Oeste	7.30	7.365	0.945	3.30	3.278	0.465
	Norte	7.10	7.208	1.162	3.20	3.143	0.585
	Sur	7.25	7.298	1.025	3.10	3.181	0.509
Madurez	Flash	3.70	3.835	0.745	1.65	1.660	0.360
	Post-flash	6.50	6.395	1.250	2.90	2.985	0.660
	Madura	7.50	7.586	1.212	3.30	3.360	0.636
General	-	7.000	6.878	1.484	3.100	3.042	0.727

Los datos presentaron una distribución diferente a la normal ($p < 0,001$, ShapiroWilk), es decir asimétrica con cola hacia la derecha, por lo cual, para realizar el análisis estadístico se utilizaron datos transformados por el método box.cox (y^λ), donde el exponente λ fue calculado para cada variable (**Tabla 2**).

Efecto de la ubicación, orientación y estado de madurez de hojas.

La luz es uno de los principales factores que regula el área de las hojas, con una relación inversamente proporcional a su incidencia. Las hojas superiores captan la mayor cantidad de luz y son pequeñas, pero estas son las que generan sombreado a los estratos inferiores produciendo un aumento del área foliar.

Del mismo modo, Pes et al. (1995), encontraron que la disminución del área foliar es causada por la degradación de la clorofila en hojas expuestas a luz directa. Los resultados para el efecto de la ubicación no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$, Tukey).

Otro de los factores que puede influir en la captación de luz es la orientación cardinal de las hojas, aquellas ubicadas al E y O reciben la luz de manera más perpendicular por la mañana y tarde respectivamente. Por otro lado, las ubicadas hacia el N y S captan la luz con menor ángulo y menor intensidad. Al analizar los datos, no se observaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$, Tukey), indicando que no hubo efecto de la orientación sobre el área foliar.

A medida que la hoja se desarrolla, uno de los cambios visibles se presenta en el aumento del área. Analizando los tres estadios, flash, post-flash y madura se encontraron diferencias significativas en el área foliar ($p < 0.05$, Tukey). Debido a que las hojas en estado maduro son más abundantes y se presentan en mayor proporción durante el ciclo del cultivo, se recomienda ese estadio para la estimación del área.

Para poder estimar el área foliar de plantas de yerba mate se deberían seleccionar las hojas teniendo en cuenta solamente el grado de madurez, al no haber influencia de la ubicación en altura ni orientación dentro de la planta.

Comparación entre el método gravimétrico y el software ImageJ®.

De la comparación entre los dos métodos, se encontró que existe una alta correlación entre los mismos ($r\text{-Pearson} = 0,97 \pm 0,0035$), por lo que cualquiera de ellos podría utilizarse como herramienta para la estimación del área (**Figura 3**).

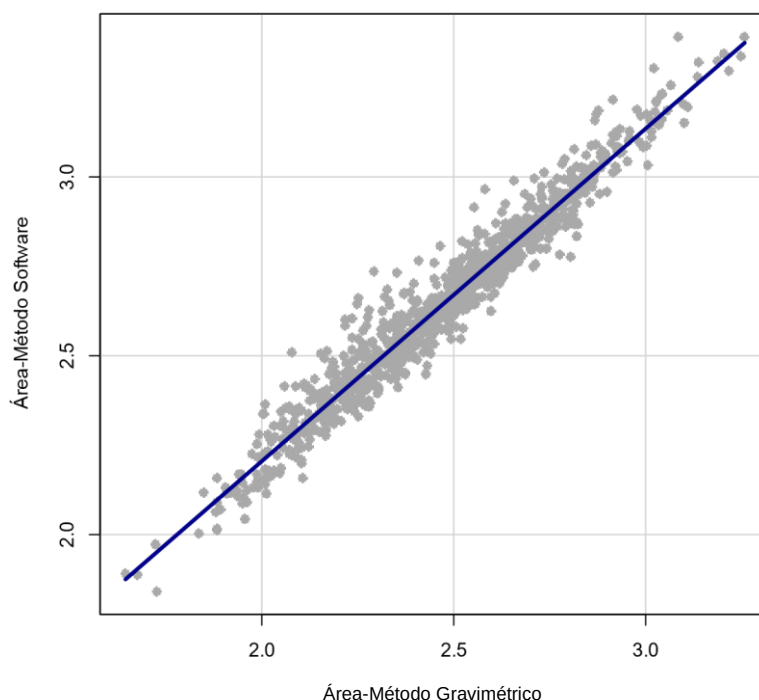


Figura 2. Gráfica de correlación entre ambos métodos.

En vista a estos resultados, se recomienda la utilización del software ImageJ® por practicidad y rapidez para la determinación del área foliar. Además, podría utilizarse como metodología no destructiva en algunos casos. Como así también Jadoski et al. (2012), al analizar el área foliar en un cultivar de Batata, recomienda el mismo software y Flumignan et al. (2008) aconsejan el análisis por imágenes en café por ser un método no destructivo, de bajo costo y portátil.

Modelo de Estimación para Área foliar.

Definido el tipo de hoja a utilizar y considerando la correlación de Pearson entre L, A y Área para ambos métodos, se generan los modelos lineales para la estimación del área foliar (Tabla 2).

Tabla 2. Modelos de estimación en función del largo (L), ancho (A) y su producto (LxA)

Modelo	a	b	R ²	r Pearson	λ		
AF(*) = a + bL	-0.99029 ± (0.057)			2.02578 ± (0.032)		0.809	0.8995 -0.1
AF(*) = a + bA	1.40008 ± (0.017)			0.81759 ± (0.011)		0.8528	0.9235 0.45 AF(*) = a +
b(LxA)	0.35632 ± (0.018)		0.62	125 ± (0.005)	0.9414	0.9703	0.1

* λ para AF= -0.05

Se deduce que los modelos matemáticos pueden ser usados para calcular el área foliar de forma no destructiva con buen ajuste. Los coeficientes de determinación (R²) fueron 0,809; 0,8528 y 0,9414, para L, A y LxA, respectivamente.

Valores similares fueron publicados por otros investigadores, para estimar el área individual de la hoja a través de mediciones lineales. Cabezas-Gutierrez et al. (2009) encontraron relaciones de alta precisión para la determinación rápida y económica del área foliar en plantas de *A. acuminata*, *E. pendula* y *Q. humboldtii*. También analizaron la estimación del área foliar través de mediciones lineales, Jadoski et al. (2012) en un cultivar de batata, Flumignan et al. (2008) y Tavares-júnior et al. (2002) en café, Calderón et al. (2009) en mango y aguacatero, entre otros.

Conclusiones

Desde el punto de vista de la facilidad y rapidez, el método que utiliza el software resultó ser el más adecuado para la estimación del área foliar.

La alta correlación encontrada con el largo y ancho de la hoja, permite también usar uno de estos atributos para estimar el área foliar, siendo el ancho de la hoja el parámetro que mejor se correlaciona con el área foliar. Esto reduce el tiempo de medición y facilita el manejo de la información.

Bajo las condiciones del presente ensayo, el modelo que utiliza las medidas de longitud y ancho de las hojas, producto de la multiplicación de los dos atributos foliares, puede proveer estimaciones de alta precisión para la determinación rápida y económica del área foliar en plantas de *Ilex paraguariensis*. Las ecuaciones propuestas en la presente investigación pueden ser empleadas sin necesidad de recurrir al muestreo destructivo.

Agradecimientos

Se agradece a todo el equipo de trabajo de “Yerba Mate y Té” de la EEA Cerro Azul, Misiones. Este trabajo fue financiado por Proyecto Regional Territorial Alto Uruguay (PReT-1242103) y Proyecto Nacional Manejo Integrado (PNIND-1108073), del Programa Nacional de Cultivos Industriales.

Referencia bibliográfica

- ÁLVAREZ, Y.; ÁLVAREZ, E.; CANO, J.; SUESCÚN, D. Modelo matemático para estimar área foliar en árboles del bosque tropical seco en el Caribe colombiano. *Revista Intropica* 7:69-79. 2012.
- ANDRADE, F.; CIRILO, A.; UHART, S.; OTEGUI, M. *Ecofisiología del cultivo de maíz*. Editorial La Barrosa. Buenos Aires. 1996.
- ANTUNES, W.C.; POMPELLI, M.F.; CARRETERO, D.M.; DAMATTA, F.M. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). *Annals of Applied Biology* 153(1):33-40. 2008.
- BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformations. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B.* 26 211-46. 1964.
- CABEZAS-GUTIÉRREZ, M.; PEÑA, F.; DUARTE, H.W.; COLORADO, J.F.; LORA SILVA, L. Un modelo para la estimación del área foliar en tres especies forestales de forma no destructiva. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 12(1):121-130. 2009.
- CALDERÓN, A.; SOTO, F.; CALDERÓN, M.; FUNDORA, L. R. Estimación de área foliar en posturas de mango (*Mangifera indica* L.) y aguacatero (*Persea spp*) en fase de vivero a partir de las medidas lineales de las hojas. *Cultivos Tropicales*, 30(1):43-48. 2009.
- CALDERÓN PUIG, A.A.; CALDERÓN VALDÉS, M.; FUNDORA SÁNCHEZ, L.R.; JERÉZ MOMPIÉ, E. Estimación de área foliar en posturas de mamey (*Pouteria sapota* Jacq.) en fase de vivero, a partir de las medidas lineales de las hojas. *Cultivos Tropicales* 32(2):30-34. 2011.
- FLUMIGNAN, D.L.; ADAMI, M.; TEIXEIRA DE FARIA R. Área foliar de folhas íntegras e danificadas de cafeeiro determinada por dimensões foliares e imagem digital. *Coffee science, Lavras*, 3(1):1-6. 2008.
- GIBERTI, G.C. Las especies argentinas del género *Ilex* L. (Aquifoliaceae). *Flora fanerogámica Argentina. Darwiniana* 22(1-3):217-240. 1979.

- JADOSKI, S.O.; LOPES, E.C.; MAGGI M.F.; SUCHORONCZEK A.; SAITO L.R.; DENEGA, S. Método de determinação da área foliar da cultivar de batata Ágata a partir de dimensões lineares. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. 33(1):2545-2554. 2012.
- KARIMI, S.; TAVALLALI, V.; RAHEMI, M.; ROSTAMI, A.A.; VAEZPOUR, M. Estimation of leaf growth on the basis of measurements of leaf lengths and widths, choosing pistachio seedlings as model. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 3(2):1070-1075. 2009.
- KUCHARIC, C.J.; NORMAN, J.M.; GOWER, S.T. Measurements of branch area and adjusting leaf area index indirect measurements. *Agricultural and Forest Meteorology* 91:69-88. 1998.
- LALLANA, V.H. Medición del área foliar mediante escáner y software Idrisi. *Revista FAVE* 13(2):27-33. 1999.
- PES, L.; HOPPE, J.M.; STORCK, L.; SANTOS OLIVEIRA, O. Comportamento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em consorcio silvicultural. *Ciências Florestais, Santa Maria* 5(1):19-32. 1995.
- PINTRO, J.C.; MATUMOTO-PINTRO, P.T.; FREITAS SCHWAN-ESTRADA, K.R. Crescimento e desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivadas em solo sob diferentes níveis de fertilidade. *Acta Scientiarum* 20(3):285-289. 1998.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2016.
- TAVARES-JÚNIOR, J.E.; FAVARIN, J.L.; DOURADO-NETO, D.; NUNES MAIA, A.H.; FAZUOLI, L.C.; SILVEIRA BERNARDES M. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. *Bragantia, Campinas*, 61(2):199-203. 2002.
- WILLIAMS, L.; MARTINSON, T.E. Nondestructive leaf area estimation of “Niagara” and “DeChaunac” grapevines. *Scientia Horticulturae* 98:493-498. 2003.

ADUBAÇÃO ORGÂNICA E CLONAGEM PODE ALAVANCAR A PRODUTIVIDADE DA ERVA-MATE

Eliziane L. Benedetti¹; Delmar Santin²; Ivar Wendling³; Cristiano F. Novak⁴; Ana P. Staskowiak⁴

¹ Professora/Pesquisadora. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, IFSC, Canoinhas. Av. Expedicionários, 2150, Canoinhas-SC, Brasil. Email: eliziane.benedetti@ifsc.edu.br

² Pesquisador/Consultor. Cambona Consultoria e Treinamento Agroindustrial Ltda (CCTA). Rod Br 277, Km 711, Santa Terezinha de Itaipu-PR, Brasil. Email: desantinflorestal@yahoo.com.br

³ Pesquisador. Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira, Km 111, Colombo-PR, Brasil. Email: ivar.wendling@embrapa.br

⁴ Bolsistas IC/Curso Técnico em Agroecologia. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, IFSC, Canoinhas. Av. Expedicionários, 2150, Canoinhas-SC, Brasil. Email: cristonovak@gmail.com e anapaula.sz10@hotmail.com

Resumo: A desnutrição e a heterogeneidade do material genético são fatores que atualmente interferem para a baixa produtividade e qualidade da erva-mate. A adubação orgânica e a clonagem são alternativas que podem sanar esses problemas nessa cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta em crescimento e nutrição da planta, assim como, a disponibilidade de nutrientes no solo cultivado com clones de erva-mate e adubado com cama de frango. O experimento foi conduzido por sete meses em casa de vegetação. Testouse três doses de cama de frango (0, 20 e 35 g dm⁻³) e dois clones (clone 1 e 2) de erva-mate. Avaliou-se a disponibilidade de P e K no solo, a produtividade de massa verde total (MVT) e teor foliar de P, K e S. A cama de frango aumentou a disponibilidade de P e K no solo e estimulou a produtividade de MVT da erva-mate. Dose de 35 g dm⁻³ de cama de frango deve ser evitada, pois, afeta negativamente o crescimento da erva-mate. Conclui-se que a erva-mate responde positivamente a adubação com cama de frango, sendo a dose de 20 g dm⁻³, a mais indicada para a maior produtividade de massa verde total; além de ser uma boa fonte de nutrientes a qual disponibiliza P e K no solo para atender a demanda desses nutrientes pela erva-mate; e o genótipo é um fator importante para aumentar a produtividade dos ervais, sendo o clone 2, em média 17 % mais produtivo que o clone 1.

Palavras-chave: Nutrição da erva-mate. *Ilex paraguariensis*. Cama de frango. Propagação vegetativa.

Introdução

O sistema de produção atual da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no Brasil é muito atrasado. Comumente na sucessão familiar das propriedades rurais com produção de erva-mate são herdados métodos de produção da cultura dos pais os quais aprenderam com os avós. Isso implica que nas últimas duas gerações até os dias de hoje raras foram as inovações inseridas no sistema de produção da erva-mate. O resultado disso é a redução de mais de 63 % da produtividade média de erva-mate brasileira nos últimos 25 anos (IBGE, 2017). Cenário que demonstra a baixa competitividade do setor produtivo, pondo em dúvida a continuidade desta atividade no Brasil no médio prazo.

A nutrição é um fator crucial para culturas onde o produto colhido é a base de folhas. Como é o caso da erva-mate, em que o produto colhido é constituído basicamente por folhas e galhos finos, Reissmann et al. (1985) alertaram para a expressiva exportação de nutrientes da área e que medidas de reposição nutricional seriam necessárias. Mas, daquela época (1985) até hoje, a reposição nutricional de ervais ainda é raro.

A resposta positiva da erva-mate a adubação ocorre tanto para a orgânica (Benedetti et al., 2016; Benedetti e Dallabrida, 2016) como para a mineral (Santin et al., 2015a). A possibilidade de utilizar compostos orgânicos como fontes de nutrientes, possibilita que grande parte dos produtores utilizem fontes orgânicas produzidas na própria propriedade.

Outro fator limitante no atual sistema de produção de erva-mate é a genética e a baixa qualidade de mudas utilizadas nos novos plantios. As mudas utilizadas são propagadas por semente e, na maioria, sem seleção de matrizes, resultando em ervais de baixa produtividade e alta heterogeneidade da matéria prima (Santin et al., 2015b). A propagação vegetativa, a nível de clone, permite selecionar a matriz doadora de propágulos com as características de produtividade e qualidade desejadas. Isso permite formar plantios homogêneos, pois, as mudas obtidas apresentam as mesmas características genéticas da planta matriz (Wendling e Brondani, 2015). Desta forma, a utilização de mudas de qualidade e a reposição nutricional em dose adequada, são fatores que podem favorecer o crescimento de plantas em fase inicial.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a resposta em crescimento e nutrição da planta, assim como, a disponibilidade de nutrientes no solo cultivado com clones de ervamate e adubado com cama de frango.

Metodologia

O estudo foi conduzido em casa de vegetação do IFSC, Campus Canoinhas, SC. As mudas clonais de erva-mate foram produzidas por miniestaquia pela Embrapa Florestas conforme Wendling e Brondani (2015).

Os tratamentos foram dispostos com quatro repetições, no delineamento em blocos casualizados. Cada unidade experimental foi composta por cinco vasos com 2,5 dm³ de solo e uma planta por vaso. Os tratamentos foram arranjos no fatorial 3 x 2, sendo três doses de adubação orgânica e dois clones de erva-mate.

A partir da análise do solo (4,80 % de M.O.; 25 % de argila; 5,2 de pH_{H2O}; Ca, Mg e Al, respectivamente, de 5,50, 1,16 e 1,59 cmol_c dm⁻³; P e K, respectivamente, de 1,4 e 172 mg dm⁻³) e da concentração de nutrientes no adubo orgânico (N=1,56 %, P₂O₅=6,59% e K₂O=2,51 %) definiram-se as doses sendo: T1- testemunha, T2- dose recomendada (20 g dm⁻³) e T3- dose 75 % acima da recomendada (35 g dm⁻³) para suprir o fósforo para fase de plantio (Santin et al., 2015a).

As adubações foram parceladas em duas aplicações. A primeira foi homogeneizada ao solo no momento da transferência das mudas e, a segunda, realizada superficialmente após três meses.

Após sete meses da instalação do experimento coletou-se a parte aérea (folha + galho fino) e determinou-se a massa verde total (MVT). As folhas foram separadas dos galhos finos e, após secas em estufa de ventilação forçada a 60 °C, as folhas foram moídas em moinho tipo Willey e analisadas para P (Braga e Deffelpo, 1974), K e S (Tedesco et al., 1995).

Logo após a coleta das plantas, coletou-se uma amostra de solo de cada vaso. A coleta consistiu na retirada de uma porção do volume de solo na vertical (da superfície até o fundo do vaso). Após seco e peneirado, determinou-se a disponibilidade de P e K (Tedesco et al., 1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando constatados efeitos significativos dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

Solo

De maneira geral a adubação influenciou positivamente a disponibilidade de P e K no solo (**Figura 1**). O teor de P (Figura 1A) aumentou quando o solo recebeu adubação, sendo que as doses de 20 e 35 g dm⁻³ de cama de frango resultaram na disponibilidade de P no solo, respectivamente, de 34,4 e 39,2 mg dm⁻³, mas não diferiram entre si.

Quanto ao teor de K (Figura 1B), a dose de 35 g dm⁻³ de cama de frango proporcionou teor (402,5 mg dm⁻³) significativamente superior às demais doses. A dose recomendada (20 g dm⁻³ de cama de frango), com disponibilidade de 345 mg dm⁻³ de K, também foi superior à testemunha.

A dose de adubo orgânico utilizada elevou o nível de P no solo de muito baixo para muito alto. Para o K, como a disponibilidade inicial do nutriente no solo já estava em nível muito alto, não alterou com a adubação (CQFS, 2014).

Provavelmente a resposta observada, principalmente para o P, em condição de plantios, seria menos intensa. Visto que o cultivo em vasos dificulta perdas dos nutrientes e a falta de incorporação de parte da dose, dificulta a sua decomposição, o que favorece um efeito residual elevado. Mesmo assim, é considerável o benefício que a adubação orgânica apresenta para recuperar os teores de P e K no solo. Respostas semelhantes foram observadas por Benedetti et al. (2016) onde a adubação orgânica aumentou a disponibilidade (e consequentemente o nível) de P e K em solos de ervais nativos adultos.

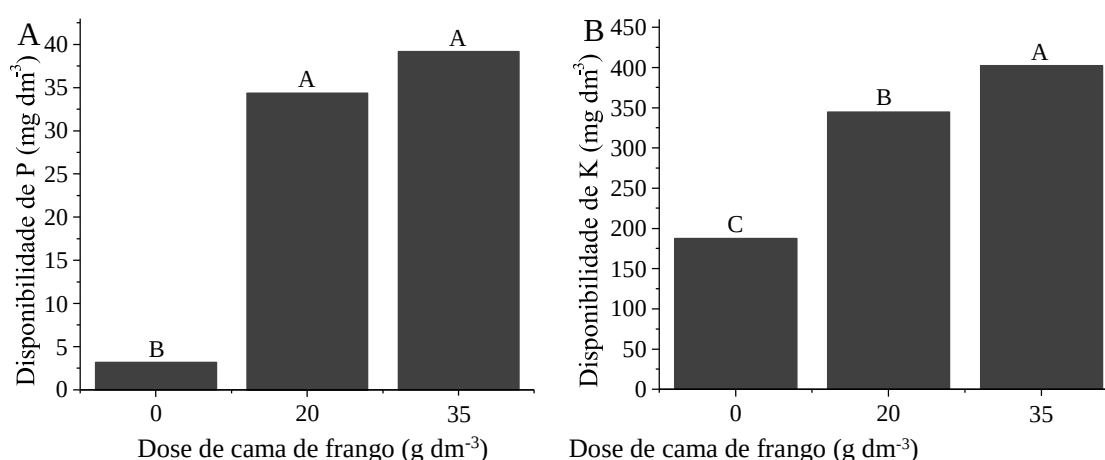


Figura 1. Disponibilidade de fósforo (A) e potássio (B) no solo com diferentes doses de adubação orgânica. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre doses de cama de frango pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Vegetal

A adubação com cama de frango favoreceu o crescimento da massa verde total (MVT) (**Figura 2A**). Ocorreu interação entre doses de cama de frango e clones, sendo a maior produtividade obtida na dose recomendada (20 g dm⁻³) para ambos os clones. No entanto, a MVT do clone 2 não diferiu entre as duas maiores doses testadas, indicativo que esse clone suporta altas doses do composto orgânico sem prejuízo ao crescimento de MVT. Já o clone 1 é mais sensível a altas doses de cama de frango, pois, na dose indicada para a cultura (20 g dm⁻³) a produtividade de MVT foi superior a da maior dose testada.

Ao se comparar os clones, observa-se que quando o solo foi adubado, o clone 2, apresentou superioridade na produtividade de MVT. Esses resultados demonstram que a

disponibilidade de P e K adequada no solo (**Figura 1A e B**) são fundamentais para o crescimento satisfatório dessa espécie e para identificar diferenças de potencial de crescimento entre clones.

O fato da erva-mate, ter sido considerada uma espécie que cresce bem em solos de baixa fertilidade (Carvalho, 2003) e ser pouco exigente em P (Reissmann et al., 1983), criou um conceito de que a erva-mate não necessita de adubação. No entanto, estudos com adubação apresentando

respostas positivas de crescimento (Santin et al. 2013), ajudam a demonstrar que a erva-mate é uma espécie (como as demais) que, quando o solo não é capaz de suprir sua demanda nutricional, necessita de reposição nutricional para melhorar seu crescimento e consequentemente a produção e sustentabilidade dos sistemas produtivos. Nesse sentido a cama de frango demonstrou ser uma alternativa viável para disponibilizar P e K ao solo e melhorar o crescimento de plantas jovens de erva-mate.

Além disso, a produtividade de massa verde diferenciada entre clones é indício de eficiência no uso de nutrientes e potencial produtivo específico de cada genótipo. Ao avaliar a produtividade de mudas propagadas vegetativamente de diferentes procedências, Santin et al. (2015b) também verificaram essa mesma tendência. O crescimento diferenciado entre clones sinaliza para ganhos significativos de produtividade via seleção e melhoramento ainda não explorado comercialmente.

Em relação ao teor de nutrientes foliares, observa-se que o teor P, K e S foram influenciados pela interação dose e clone (**Figura 2B, C e D**).

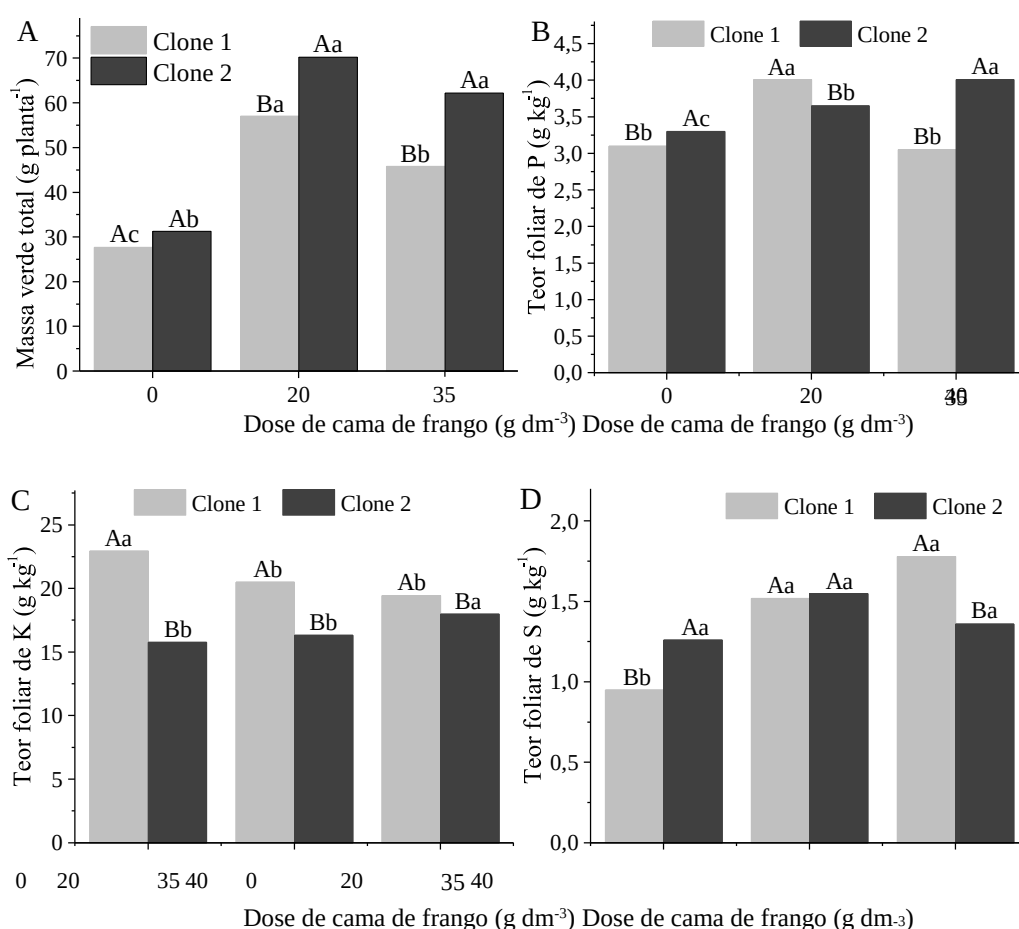


Figura 2. Massa verde total (MVT) (A); teor foliar de fósforo (B), potássio (C) e enxofre (D) em folhas de dois clones de erva-mate adubados com cama de frango. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre clones dentro da mesma dose e médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre doses dentro do mesmo clone pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao teor foliar de P, observa-se que o clone 1 apresentou o maior teor na dose recomendada, já o maior teor observado pelo clone 2 ocorreu na dose acima da recomendada (**Figura 2B**). Os teores observados nesse estudo, mesmo na testemunha, estão acima dos 1,6 a 1,7 g kg⁻¹ considerados adequados para bom crescimento de plantas jovens (Santin et al., 2013).

Para o teor foliar de K, observa-se que o clone 1 apresentou teores superiores ao clone 2 em todos os tratamentos (**Figura 2C**). Ao comparar os teores do clone 1 entre as doses,

observa-se superioridade na testemunha. Já ao comparar os teores do clone 2 entre as doses, a superioridade foi observada na maior dose testada.

Em relação aos teores foliares de S (**Figura 2D**) na dose recomendada os clones não diferiram entre si, já na testemunha, o maior teor foi obtido no clone 2 ($1,26 \text{ g kg}^{-1}$). Na maior dose testada, o maior teor foliar de S ocorreu no clone 1 ($1,78 \text{ g kg}^{-1}$). Ao comparar as doses dentro de cada clone, o teor foliar de S foi superior nas doses de 20 e 35 g dm^{-3} em relação à testemunha, para o clone 1. Já para o clone 2 as doses de cama de frango não alteraram o teor foliar de S da erva-mate (**Figura 2D**).

A resposta positiva da cama de frango, indica, primeiramente que a erva-mate depende de disponibilidade adequada de P e K no solo para que cada clone consiga expressar seu potencial de crescimento. Percebe-se que a cama de frango é uma boa fonte de nutrientes para a erva-mate, no entanto, a definição da dose deve seguir critérios técnicos, pois seu excesso pode ser prejudicial ao crescimento das plantas.

Conclusões

A adubação orgânica com cama de frango é uma boa fonte de nutrientes que disponibiliza P e K no solo para atender a demanda desses nutrientes pela erva-mate.

A erva-mate responde positivamente a adubação com cama de frango, sendo a dose de 20 g dm^{-3} , a mais indicada para a maior produtividade de massa verde total.

O genótipo é um fator importante para aumentar a produtividade dos ervais, sendo o clone 2, em média 17 % mais produtivo que o clone 1.

Na dose recomendada de cama de frango (20 g dm^{-3}) para a erva-mate o teor foliar de P, K e S é em torno de 3,8, 18,4 e $1,5 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente.

Agradecimentos

Ao Programa Institucional de apoio a projetos de Pesquisa Científica, de Desenvolvimento Tecnológico e de Inovação do IFSC – PROPPI (Edital 05/2015) pelo apoio financeiro e pela bolsa de IC concedidos para realização desse estudo. Ao CnPQ pela bolsa de IC concedida.

Referências Bibliográficas

- BENEDETTI, E.L.; DALLABRIDA, V.R. Aspectos da multifuncionalidade no planalto norte catarinense: adubação orgânica no incremento da produção de erva-mate. **Desenvolvimento Regional em Debate**. v. 6, n. 2, ed. esp., p. 147-169, 2016.
- BENEDETTI, E.L.; SANTIN, D.; DALLABRIDA, V.R.; GIACOMELLI, M. B. O. Adubação orgânica aumenta a produtividade de erva-mate nativa e a disponibilidade de fósforo e potássio no solo. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE XX: **Modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate**. Curitiba, 2016. EMBRAPA/CNPQ, 2016.
- BRAGA, J. M.; DEFFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. **Ceres**, v. 21, p. 73-85, 1974.
- CARVALHO, P. H. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 1039 p, 2003.
- CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção agrícola municipal 2015**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2017.

- REISSMANN, C. B.; KOEHLER, C. W.; ROCHA, H. O.; HILDEBRAND, E. E. Avaliação da exportação de macronutrientes pela exportação da erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS. Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). Curitiba, 1985, **Anais**. Curitiba: EMBRAPA/CNPF, p. 128139, 1985.
- REISSMANN, C.B.; ROCHA, H.O.; KOEHLER, C.W.; CALDAS, R.L.S.; HILDEBRAND, E. E. Bio-elementos em folhas e hastes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) sobre Cambisolos na região de Mandirituba – PR. **Floresta**, v. 14, p.49-54, 1983.
- SANTIN, D.; BENEDETTI, E.L.; BASTOS, M.C.; KASEKER, J.F.; REISSMANN, C.B.; BRONDANI, G.E.; BARROS, N.F. Crescimento e nutrição de erva-mate influenciados pela adubação NPK. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 363-375, 2013.
- SANTIN, D.; BENEDETTI, E.L.; REISSMANN, C.B. Nutrição e recomendação de adubação e calcário para a cultura da erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília: Embrapa, p. 99-195, 2015a.
- SANTIN, D.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E.L.; MORANDI, D.; DOMINGOS, D.M. Sobrevivência, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 571-579, 2015b.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 174p,1995. (Boletim Técnico, 5).
- WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. Produção de mudas de erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília: Embrapa, p., 11-98, 2015.

CRESCIMENTO INICIAL DE ERVA-MATE CULTIVADA EM DIFERENTES TIPOS DE COBERTURAS DO SOLO

Samara P. da Rocha⁽¹⁾; Dalvan J. Reinert⁽²⁾; Frederico D. Fleig⁽³⁾; Breno B. Heinz⁽⁴⁾; Gerâne S. Wertonge⁽⁵⁾; Felipe D. Bertol⁽⁶⁾

- (1) Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: samarapozzan@gmail.com.
- (2) Professor Adjunto. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: dalvan@ufsm.br.
- (3) Professor Associado II. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: dimasfleig@uol.com.br.
- (4) Mestrando do programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: breno_bevilaqua@hotmail.com.
- (5) Graduanda Engenharia florestal. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: gerane-wertonge@hotmail.com.
- (6) Bolsista de IC/Graduando. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: fe_bertol@hotmail.com.

Resumo: Devido a multiplicidade de usos da erva-mate, tornam-se importantes estudos que visem o aumento da produtividade desta espécie florestal. O objetivo do estudo foi avaliar o crescimento inicial de erva-mate cultivada com diferentes tipos de cobertura do solo. O experimento foi implantado em novembro de 2014, utilizando o delineamento experimental blocos ao acaso, com quatro blocos e cinco tratamentos: soja perene (SP), amendoim forrageiro (AF), vegetação espontânea roçada (VR), aveia preta+nabo forrageiro (outono/inverno) e feijão-miúdo (primavera/verão) (S1) e aveia preta+ervilhaca (outono/inverno) e feijão-miúdo (primavera/verão) (S2). A área foliar foi calculada por meio de equação ajustada com base em medidas lineares (comprimento e largura máxima das folhas), as quais foram medidas no campo e inseridas na equação para obter a área foliar. O diâmetro a 10 cm de altura das plantas foi medido com o uso de um paquímetro digital e a altura total da erva-mate foi medida com régua graduada. As medições foram feitas em maio de 2015 e de 2016. Em maio de 2015 o VR e o AF exibiram maior crescimento, todavia, em maio de 2016 o AF foi a cobertura do solo que proporcionou o maior crescimento. Para as condições edafoclimáticas do estudo, o AF é a cobertura do solo recomendada para o cultivo consorciado com erva-mate.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Conservação do solo. Produtividade de erva-mate.

Introdução

O cultivo de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.) possui grande importância econômica, social e ambiental. As folhas da *Ilex paraguariensis* quando secas e picadas são utilizadas para chimarrão e chás, tradicionais no sul do Brasil. A erva-mate também é utilizada como matéria-prima na fabricação de conservantes, tintas, produtos de limpeza, cosméticos, na indústria alimentícia, além de ser empregada na gastronomia e em sistemas agroflorestais (Rodigheri et al., 1995; Daniel, 2009). Bracesco et al. (2011) destacam que tem aumentado a quantidade de estudos sobre o uso da erva-mate para fins medicinais, tendo função como antioxidante, redutor de lipídios, anti-inflamatório (inflamação pulmonar), redutor dos níveis de colesterol, entre outros.

A fim de aumentar a produtividade dos plantios de erva-mate e atender a demanda por essa espécie florestal, visando à sustentabilidade e a conservação dos recursos naturais, recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas, como o uso de cobertura do solo. Conforme Castro et al. (2006) e Bai et al. (2014), as coberturas verdes protegem o solo contra o escoamento superficial e a erosão, por dissipar a energia de impacto das gotas de chuva.

Além disso, as culturas de cobertura podem reduzir a ocorrência de plantas daninhas por competir e também por promover um aumento de inimigos naturais das plantas daninhas, proporcionando a redução uso de agrotóxicos (Bone et al., 2009; Brust et al., 2014). Silva et al. (2002) reportam que o uso de leguminosas como coberturas podem reduzir a necessidade de aplicação de nitrogênio via adubos químicos, visto que estas plantas realizam a fixação biológica deste macronutriente, através de simbiose com bactérias. Lourenço et al. (2001) e Dedeczek et al. (2014) complementam que a incorporação da matéria orgânica no solo proporcionada pelas coberturas estimula processos biológicos e químicos como, por exemplo, aumenta a capacidade de troca de cátions (CTC), fornece nutrientes essenciais e solubiliza e complexa alguns metais tóxicos às plantas, aumenta a atividade microbiana, assim como melhora as condições físicas do solo.

Em relação às propriedades físicas do solo, Bai et al. (2014) ressaltam a importância da cobertura do solo para a melhoria das condições de temperatura e conservação da umidade edáfica. A cobertura do solo reduz a temperatura acima do solo pela interceptação dos raios solares que se dirigem à superfície, criando um microclima específico sob a mesma (Oliveira et al., 2005) e mantendo a temperatura dentro de limites fisiológicos razoáveis (Lourenço et al., 2001).

Não são muitos os trabalhos referentes às plantas de cobertura para erva-mate (Daniel, 2009), mas têm sido observados efeitos positivos do uso de cobertura no crescimento desta espécie florestal (Lourenço et al., 2001; Philipovsky et al., 2003; Daniel, 2009). Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes tipos de cobertura do solo no crescimento inicial da erva-mate.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido na área experimental do departamento de solos da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Rio Grande do Sul (29°68' de latitude Sul e 53°81' de longitude Oeste de Greenwich). O clima da região da área de estudo é o Cfa da classificação de Köppen, o qual corresponde ao clima subtropical úmido, sem estiagens (Moreno, 1961). A temperatura média anual e a precipitação pluviométrica total anual do município de Santa Maria é de 19,2 °C e 1708 mm, respectivamente (Maluf, 2000). O solo utilizado no experimento é um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico de textura franco arenosa até 40 cm de profundidade.

O experimento foi implantado em novembro de 2014, sendo constituído por quatro blocos e cinco tratamentos, distribuídos em unidades experimentais de 175m². Os tratamentos foram: soja perene (SP), amendoim forrageiro (AF), vegetação espontânea roçada (VR), aveia preta+nabo forrageiro (outono/inverno) e feijão-miúdo (primavera/verão) (S1) e aveia preta+ervilhaca (outono/inverno) e feijão-miúdo (primavera/verão) (S2). A SP foi semeada à lanço com densidade de semeadura de 6 kg ha⁻¹. O AF foi plantado por meio de estolões da planta, com no mínimo três gemas, em um espaçamento entrelinhas de 0,25 m. A VR foi roçada continuamente e, neste tratamento, predominaram gramíneas como o papuã, a tiririca, o capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e o capim-annoni (*Eragrostis plana*). Também foi observada a presença de caraguatá (*Bromelia pinguin*) e de bulva. No S1 a aveia preta e nabo forrageiro foram semeados à lanço com porcentagens de 30% e 70% do total recomendado por hectare (15 e 90 kg ha⁻¹ respectivamente para o nabo forrageiro e para a aveia preta), respectivamente. O feijão-miúdo foi semeado com uma densidade de 60 kg ha⁻¹, contendo 12 sementes por metro linear, com espaçamento de 0,40 m. No S2 a aveia preta e a ervilhaca foram semeadas à lanço com porcentagens de 45 e 55% do total recomendado por hectare, respectivamente, sendo recomendado 80 kg ha⁻¹ para a ervilhaca e 90 kg ha⁻¹ para a aveia preta. O feijão-miúdo foi semeado da mesma forma e com a mesma quantidade que no S1.

As mudas de erva-mate foram produzidas por meio de sementes e plantadas com espaçamento de 2,0 x 2,5 m. A proteção das mudas contra o sol da tarde foi feita com lâmina de madeira até os seis meses de idade das plantas. As lâminas tinham 3 mm de espessura, 40 cm de altura e foram colocadas a 25 cm de distância das mudas. O coroamento das mudas foi feito continuamente e com diâmetro de

1 metro. O preparo do solo foi feito por meio de três gradagens e a adubação foi feita por conforme a recomendação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, RS/SC (2004). Em nenhum momento foi utilizado herbicida, sendo o controle das plantas daninhas feito por meio manual.

Em maio de 2015 e de 2016 foi mensurada a área foliar total das plantas. Para tanto, foram coletadas 170 folhas em toda área experimental, as quais foram escaneadas e foi calculado a área total de cada folha com o programa ImageJ® (*Powerful Image Analysis*) (Rasband, 2007). Com os valores das áreas foliares foram ajustados modelos lineares, quadráticos, cúbicos, logarítmicos e exponenciais, em função de dimensões lineares das folhas (comprimento e largura máxima). Para maio de 2015 foram ajustados modelos em função do comprimento (C), da largura máxima (L) e do produto do comprimento pela largura máxima (C*L). Para maio de 2016 foram ajustados modelos em função do comprimento e da largura máxima. A estimação da área foliar foi feita com o uso do modelo que apresentou menor CV% e erro padrão e maior coeficiente de determinação ajustado, selecionada por meio do valor ponderado dos escores estatísticos, conforme descrito em Schneider et al. (2009). Dependendo da equação selecionada, foram medidos no campo o comprimento, a largura ou ambos para estimar a área foliar. Foram medidas todas as folhas de seis árvores de cada unidade experimental. As árvores que tiveram as folhas medidas em maio de 2015 foram as mesmas medidas em maio de 2016.

As medições do diâmetro a 10 cm de altura das árvores e das alturas totais das plantas foram feitas com o uso de paquímetro e régua graduada, respectivamente. As medições foram feitas em maio de 2015 e de 2016.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variâncias de Bartlett. Foi realizada a análise de variâncias e, quando o F foi significativo, foi calculado o teste de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

Em maio de 2015 o VR apresentou a maior altura total, mas não diferiu do AF e do S1. Já em maio de 2016 a maior altura total foi observada no AF e a menor no VR. Da mesma forma, para o diâmetro a 10 cm de altura da árvore o AF e o VR exibiram maior diâmetro em maio de 2015, mas em maio de 2016 o maior diâmetro foi observado no AF (**Tabela 1**).

A **Tabela 1** apresenta os resultados de área foliar para os tratamentos S1, S2, SP, AF e VR. Para maio de 2015, a melhor equação para estimar a área foliar da erva-mate foi a linear com variável independente comprimento vezes a largura máxima da folha: $y = 0,715*(C*L) - 0,241$. O coeficiente de variação, o coeficiente de determinação ajustado e o erro padrão desta equação foram, respectivamente, 4,06%, 0,99 e 0,72. Para maio de 2016, a melhor equação para estimar a área foliar da erva-mate foi a quadrática com a largura máxima como variável independente: $y = 0,85L^2 + 4,30L - 6,10$. O coeficiente de variação, o coeficiente de determinação ajustado e o erro padrão desta equação foram, respectivamente, 11,71%, 0,96 e 2,08.

Tabela 1. Altura total, diâmetro a 10 cm de altura da erva-mate e área foliar total por planta, nos tratamentos: soja perene (SP), amendoim forrageiro (AF), vegetação espontânea roçada (VR), aveia preta+nabo forrageiro e feijão-miúdo (S1) e aveia preta+ervilhaca e feijão-miúdo (S2)

Época ⁽¹⁾	Tratamentos				
	S1	S2	SP	AF	VR
Altura total das árvores (cm)					
Ma15	18,02 ^{abc(2)}	16,56 ^{bc}	16,30 ^c	22,22 ^{ab}	22,91 ^a
CV(%)	13,42				
Ma16	73,80 ^b	72,90 ^b	65,42 ^b	93,02 ^a	49,31 ^c
CV(%)	9,04				
Diâmetro a 10 cm de altura da planta (mm)					
Ma15	2,35 ^b	2,22 ^b	2,32 ^b	3,25 ^a	3,02 ^a
CV(%)	9,92				
Ma16	8,56 ^b	7,90 ^b	7,11 ^b	11,71 ^a	6,63 ^b
CV(%)	13,37				
Área foliar total por planta (cm²)					
Ma15	116,4 ^{abc}	121,5 ^{bc}	79,3 ^c	194,6 ^{ab}	230,1 ^a
CV(%)	32,41				
Ma16	1220,0 ^b	1239,9 ^b	934,2 ^b	2640,4 ^a	596,8 ^b
CV(%)	24,80				

⁽¹⁾Ma15 = maio de 2015. Ma16 = maio de 2016. CV=coeficiente de variação. ⁽²⁾Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Em maio de 2015 o VR exibiu maior área foliar total por planta, mas não diferiu do AF, S1 e S2. A menor área foliar no SP pode ser atribuída a competição por luz com a erva-mate, tendo em vista que a soja perene apresenta crescimento rápido após seu estabelecimento e hábito trepador, competindo e afetando o crescimento da erva-mate. A maior área foliar do VR em 2015 pode ter sido resultado do efeito da adubação de plantio e da menor competição por luz ocorrida nesse tratamento, tendo em vista que a roçada era frequente.

Em maio de 2016 o AF apresentou a maior área foliar total por planta, diferindo dos demais tratamentos. Comparando com o S1, S2 e SP, o AF apresentou a maior área foliar total por planta provavelmente porque o amendoim forrageiro tem menor altura, competindo menos com a erva-mate por luz. Já comparando o AF com o VR, o AF mantém a umidade e a temperatura do solo em limites fisiológicos mais favoráveis ao crescimento da erva-mate, proporcionando maior crescimento. Conforme Vieira et al. (2010), a temperatura afeta a absorção de água pelas plantas, o mecanismo de abertura e fechamento estomático, a fotossíntese, a respiração, a transpiração e, conseqüentemente, o crescimento vegetal.

O maior crescimento do AF em maio de 2016 também pode ser atribuído ao fato de que o amendoim forrageiro é uma planta leguminosa que fornece nitrogênio assim como outros nutrientes ao solo. Conforme BRSEEDS (2015) há registros que o amendoim forrageiro possa fixar de 80 a 120 Kg de N/ha/ano. O nitrogênio constitui os aminoácidos, que juntos formam as proteínas. Algumas proteínas são responsáveis pela fotossíntese, respiração da planta e pela absorção de elementos minerais pelas raízes ou pelas próprias folhas. O nitrogênio também faz parte da clorofila, pigmento responsável pela fotossíntese. Dessa forma, quando há falta de nitrogênio no solo as plantas crescem e produzem menos (Malavolta et al., 2002). Clermont-Dauphin et al. (2016) também encontraram efeito positivo de leguminosas em espécies arbóreas. Os autores estudaram o efeito da leguminosa

Pueraria phaseoloides como cobertura do solo em plantios de seringueira (*Hevea brasiliensis*) em uma toposequência. Os autores verificaram que, na parte inferior da toposequência, tanto a disponibilidade de nutrientes, quanto a água disponível foi significativamente melhorando com a implantação da cultura de cobertura, acarretando no aumento do perímetro das árvores, aos sete anos de idade. Resultados semelhantes aos do presente estudo também foram encontrados por Philipovsky et al. (2004), os quais estudaram a influência de gramíneas e leguminosas como cobertura verde de inverno nas entrelinhas de erva-mate. As espécies utilizadas foram: aveia preta (*Avena strigosa*), tremoço azul (*Lupinus angustifolius*), azevém comum (*Lolium multiflorum*), ervilhaca peluda (*Vicia pilosa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), mistura de ervilhaca peluda + nabo forrageiro + tremoço azul e vegetação espontânea (testemunha). Os autores constataram que, em relação às coberturas verdes de inverno, a leguminosa “tremoço” e a vegetação espontânea proporcionaram a maior e a menor produção das ervaíras, respectivamente, aos quatro anos após o plantio.

Conclusões

O amendoim forrageiro foi a cobertura do solo que proporcionou o maior crescimento inicial da erva-mate, por conservar a umidade do solo, amenizar a temperatura do solo e da superfície, assim como por fornecer nutrientes ao solo.

Agradecimentos

À CAPES pelo financiamento que tornou possível a realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- BAI, S. H.; BLUMFIELD, T. J.; REVERCHON, F. The impact of mulch type on soil organic carbon and nitrogen pools in a sloping site. **Biology and Fertility of Soils**, v. 50, p. 37– 44, 2014.
- BONE, N. J. Cover crops in Victorian apple orchards: Effects on production, natural enemies and pests across a season. **Crop Protection**, n. 28, p. 675–683, 2009.
- BRSEEDS. **Amendoim forrageiro**. Disponível em: <<http://www.brseeds.com.br/control/arquivo/amendoimforrageiro.pdf>>. Acesso em 09 dez. 2015.
- BRACESCO, N. et al. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 136, p. 378-384, 2011.
- BRUST, J.; CLAUPEIN, W.; GERHARDS, R. Growth and weed suppression ability of common and new cover crops in Germany. **Crop Protection**, n. 63, p. 1-8, 2014.
- CASTRO, L.G.; COGO, N.P.; VOLK, L.B.S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.30, n.2, p.339-352, 2006.
- CLERMONT-DAUPHIN, C; et al. Dinitrogen fixation by the legume cover crop *Pueraria phaseoloides* and transfer of fixed N to *Hevea brasiliensis*—Impact on tree growth and vulnerability to drought. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 217, p. 79–88, 2016.
- DANIEL, O. **Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial**. Dourados: Editora da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 2009. 288 p.
- DEDECEK, R. A. et al. **Coberturas vivas do solo**. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3601&p_r_p_-996514994_topicoId=2908>. Acesso em: 10 jun. 2014.

LOURENÇO, R. S. et al. Influência da cobertura morta na produtividade da erva-mate. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. n. 43, p. 113-122, 2001.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 201 p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da agricultura, 1961. 42 p.

OLIVEIRA, M. L. de. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.535-539, 2005.

PHILIPPOVSKY, J. F.; DEDECEK, R. A.; MEDRADO, M. J. S. Conservação do solo na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* S. Hill.) pelo uso de coberturas verdes de inverno. **Boletim de pesquisa florestal**, n.48, p. 3-13, jan./jun. 2004.

RASBAND, W.S. **ImageJ**. USA, 2007. Version 1.42. National Institute of Health. Available in: <<http://rsbweb.nih.gov/ij/>>. Access: 15 oct. 2013.

RODIGUERI, H. R.; SCHLOSSNACHER NETO, L.; CICHACZEWSKI, I. F. **Custos, produtividade e renda da erva-mate cultivada na Região de Guarapuava, PR**. Colombo: EMBRAPA-CNPq, 1995, 22p. (EMBRAPA-CNPq. Circular Técnica, 24).

SCHNEIDER, P.R.; SCHNEIDER, P. S. P.; SOUZA, C. A. M. de **Análise de Regressão Aplicada a Engenharia Florestal**. Santa Maria: FACOS, 2009. 274p.

SILVA, J. A. A. da. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-‘pêra’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 225-230, 2002.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul/ UFRGS, 2004. 400 p.

VIEIRA, E. L. et al. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luiz: EDUFMA, 2010. 230 p.

TEMPERATURA DO SOLO CULTIVADO COM ERVA-MATE E DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA VERDE

Samara P. da Rocha⁽¹⁾; Dalvan J. Reinert⁽²⁾; Frederico D. Fleig⁽³⁾; Breno B. Heinz⁽⁴⁾; Gerâne S. Wertonge⁽⁵⁾; Felipe D. Bertol⁽⁶⁾, Monike Andrade Pereira⁽⁷⁾

- (1) Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: samarapozzan@gmail.com.
- (2) Professor Adjunto. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: dalvan@ufsm.br.
- (3) Professor Associado II. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: dimasfleig@uol.com.br.
- (4) Mestrando do programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: breno_bevilaqua@hotmail.com.
- (5) Graduanda Engenharia florestal. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: gerane-wertonge@hotmail.com.
- (6) Bolsista de IC/Graduando. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: fe_bertol@hotmail.com.
- (7) Mestranda do programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. UFSM, Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: monikeandrade.pereira@hotmail.com.

Resumo: As coberturas verdes interferem na temperatura do solo e esta, por sua vez, influencia processos químicos, biológicos e outros processos físicos do solo, assim como o crescimento das plantas. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de diferentes tipos de cobertura verde na temperatura do solo cultivado com erva-mate. O experimento foi implantado em novembro de 2014 com delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro blocos e quatro tratamentos, sendo eles: soja perene (SP), amendoim forrageiro (AF), vegetação espontânea roçada (VR) e aveia preta+nabo forrageiro (outono/inverno) e feijão-miúdo (primavera/verão) (S1). A temperatura do solo foi medida na primavera e no verão de 2015 por meio de um sistema automatizado de coleta de dados composto por termopares de cobreconstantan. As medidas de temperatura eram feitas a cada quinze minutos e foi feita a média diária, a qual foi usada para a comparação entre os tratamentos. Foi feita uma análise de variância para cada média diária e os tratamentos foram comparados pelo teste de tukey. O VR apresentou maior temperatura do solo tanto no verão como na primavera. Já o AF exibiu menor temperatura nas duas estações em que ocorreram as medições de temperatura. Dessa forma, recomenda-se a utilização do AF como cobertura do solo em plantios de erva-mate, por manter a temperatura do solo amena em períodos em que a taxa de crescimento da ervamate é maior, favorecendo o crescimento desta espécie florestal. A vegetação espontânea roçada não é indicada como cobertura do solo para erva-mate. Recomenda-se a continuidade do experimento para verificar os efeitos das coberturas do solo a longo prazo.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Física do solo. Conservação do solo.

Introdução

Os plantios de erva-mate podem ser homogêneos, consorciados com outras espécies agrícolas ou florestais, sombreados ou a pleno sol. Nos plantios a pleno sol, há produtores que têm deixado o erval em total concorrência com plantas daninhas ou excessivamente limpo, expondo o solo em demasia, podendo causar erosão. Entretanto, alguns produtores de erva-mate têm realizado o consórcio de seus plantios com coberturas do solo, como por exemplo com culturas de subsistência, que proporcionam uma renda adicional e podem reduzir os custos com a produção da erva-mate

(Medrado, 2002). As coberturas do solo podem ser naturais ou implantadas, permanentes ou periódicas, verdes ou mortas (*mulch*) (Philipovsky et al., 2004).

A utilização de plantas de cobertura é importante para a manutenção ou melhoria das características biológicas, químicas e físicas do solo (Perin et al., 2003). Em relação às características físicas do solo, ressalta-se a influência das coberturas sobre a temperatura do solo. Conforme Brady e Weil (2013) a temperatura do solo influencia outras propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além do crescimento das plantas. A maioria das plantas é muito mais sensível à temperatura do solo do que à temperatura do ar acima da superfície dele. A temperatura do solo afeta o crescimento da planta porque interfere na absorção de água e nutrientes, no crescimento radicular e na fotossíntese.

A redução da temperatura do solo diminui a taxa de absorção de água pelas raízes, devido à condutância radicular, aumento da viscosidade da água, diminuição da permeabilidade das membranas celulares, redução da atividade metabólica (respiração), redução do crescimento radicular, redução no acúmulo de nutrientes (absorção ativa), aumento da resistência à absorção passiva e menor energia livre e cinética das moléculas de água (Vieira et al., 2010). Temperaturas quase ótimas para a planta, a taxa de absorção da água pelas raízes pode aumentar cerca de 10% para cada grau de aumento na temperatura do solo. Entretanto, a condução da água nos vasos do xilema até às folhas aumenta cerca de 1% para cada 1°C de aumento da temperatura do solo (Mota, 1986). Além disso, a temperatura afeta reações químicas que liberam nutrientes para as plantas, influi na atividade de íons que participam em reações de troca, na decomposição da matéria orgânica, interfere nos processos da difusão dos gases e o movimento dos colóides no solo. Além disso, afeta a atividade dos microrganismos do solo, a germinação das sementes e atua diretamente na gênese, por influir no colapso do material parental (a rocha) e na decomposição dos minerais primários (Amaro Filho et al., 2008; Prevedello, 2010; Reichardt; Timm, 2012; Blancocanqui et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito de diferentes tipos de cobertura verde na temperatura do solo cultivado com erva-mate.

Material e métodos

O experimento foi implantado em Santa Maria, Rio Grande do Sul, em novembro de 2014. O clima da região da área de estudo é o Cfa da classificação de Köppen, o qual corresponde ao clima subtropical úmido, sem estiagens (Moreno, 1961). A temperatura média anual e a precipitação pluviométrica total anual do município de Santa Maria é de 19,2 °C e 1708 mm, respectivamente (Maluf, 2000). O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico de textura franco arenosa até 40 cm de profundidade.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro blocos (repetições) e quatro tratamentos, distribuídos em unidades experimentais de 175m². Os tratamentos foram:

- Soja perene (SP): a soja perene foi semeada à lanço com densidade de semeadura de 6 kg ha⁻¹;
- Amendoim forrageiro (AF): o AF foi plantado por meio de estolões da planta, com no mínimo três gemas, em um espaçamento entrelinhas de 0,25 m;
- Vegetação espontânea roçada (VR): a VR foi roçada continuamente e, neste tratamento, predominaram gramíneas como o papuã, a tiririca, o capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e o capim-annoni (*Eragrostis plana*). Também foi observada a presença de caraguatá (*Bromelia pinguin*) e de bulva;
- Aveia preta+nabo forrageiro (outono/inverno) e feijão-miúdo (primavera/verão) (S1): no S1 a aveia preta e nabo forrageiro foram semeados à lanço com porcentagens de 30% e 70% do total recomendado por hectare (15 e 90 kg ha⁻¹ respectivamente para o nabo forrageiro e para a aveia preta), respectivamente. O feijão-miúdo foi semeado com uma densidade de 60 kg ha⁻¹, contendo 12 sementes por metro linear, com espaçamento de 0,40 m;

As mudas de erva-mate foram produzidas pela empresa Ambiflora, localizada em Chapecó, Santa Catarina, utilizando sementes do pomar da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). As mudas foram plantadas por meio de coveamento manual com espaçamento de 2,0 x 2,5 m, totalizando 35 plantas em cada unidade experimental. O preparo do solo foi feito por meio de três gradagens e a adubação de plantio foi feita conforme a recomendação da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, RS/SC (2004), utilizando uréia (45g), superfosfato simples (56g) e cloreto de potássio (17g). Em nenhum momento foi utilizado herbicidas. O controle das plantas daninhas foi feito por meio manual.

A temperatura do solo foi medida continuamente na primavera e no verão de 2015 por meio de um sistema automatizado de coleta de dados, alimentado por uma bateria de 60 amperes e uma placa solar. A temperatura do solo foi medida por meio de termopares de cobre-constantan, os quais estavam conectados a multiplexadores e ao *datalogger*, programados para fazer leituras da temperatura do solo a cada quinze minutos (**Figura 1**). Os termopares foram confeccionados com tubo de nylon, de aproximadamente 2 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro, dentro do qual foi colocado o fio de cobre-constantan, e o tubo foi preenchido com cola Araudite de secagem rápida. Os termopares foram instalados horizontalmente no centro da camada do solo de 0-5 cm e a 70 cm de distância das ervas mate.

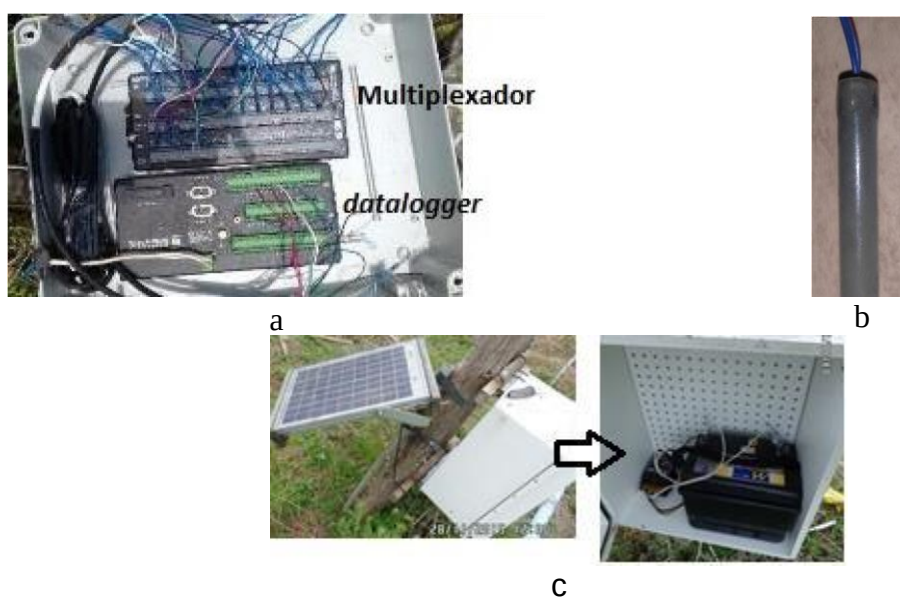


Figura 1. a) Multiplexador e *datalogger*. b) Termopar. c) Placa solar e bateria.

Os dados foram submetidos à análise de variâncias e, quando o F foi significativo, foi calculado o teste de tukey ($p < 0,05$). Foi feita uma análise de variância para cada média diária.

Resultados e Discussão

Os dias nove e dez de outubro de 2015 apresentaram as menores temperaturas do solo na primavera. Como se pode observar, nestes dias não houve diferença entre os tratamentos. Nos demais dias da primavera os tratamentos diferiram entre si, sendo que o VR apresentou os maiores valores de temperatura e o AF os menores (**Figura 2**).

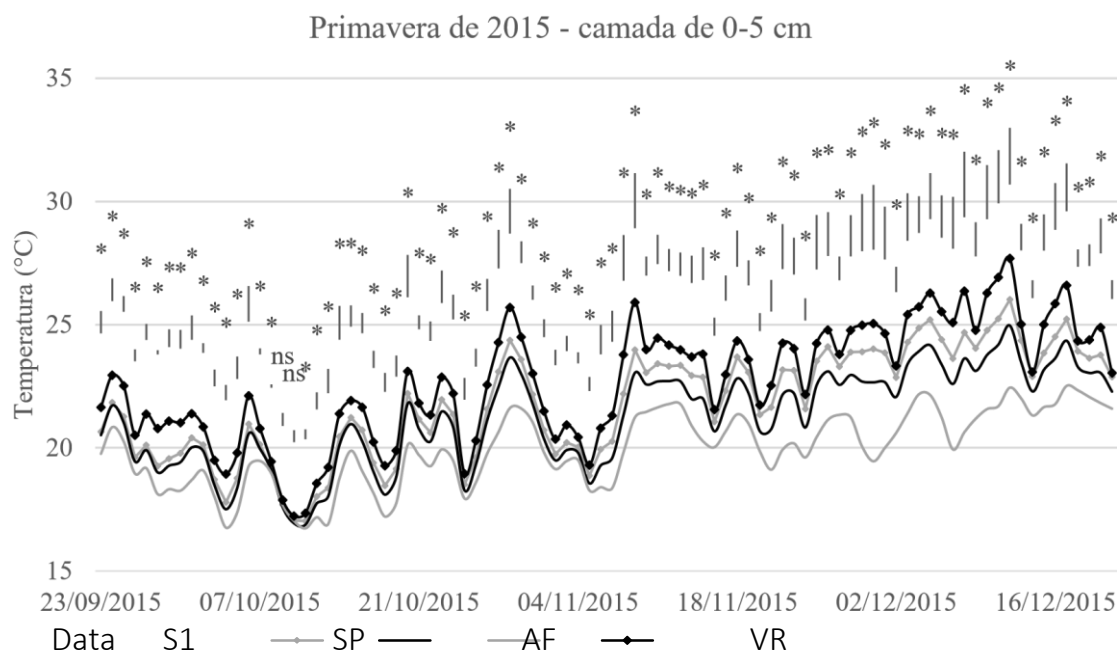


Figura 2. Temperatura do solo cultivado com erva-mate e coberturas do solo: soja perene (SP), amendoim forrageiro (AF), vegetação espontânea roçada (VR) e aveia preta+nabo forrageiro (outono/inverno) e feijão miúdo (primavera/verão) (S1). *Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ns = não significativo. Barras verticais representam a diferença mínima significativa de Tukey (DMS).

No verão ocorreram diferenças entre os tratamentos em todos os dias, com maior temperatura no VR, seguido do S1, SP e a menor temperatura ocorreu no AF (**Figura 3**). Entre os dias 11 e 24 de janeiro, dias em que ocorreram as maiores temperaturas do solo, observa-se que o VR se sobressai sobre os demais tratamentos, exibindo valores de temperatura do solo maiores que 30°C . A temperatura do solo interfere na absorção de água e nutrientes, no crescimento radicular, na fotossíntese e, conseqüentemente, afeta o crescimento das plantas (Brady; Weil, 2013). Xu e Huang (2000) estudaram o efeito da temperatura do ar e do solo no crescimento e em respostas fisiológicas da gramínea *Agrostis palustris* e observaram que as altas temperaturas do solo ($20/35^{\circ}\text{C}$) e do ar/solo ($35/35^{\circ}\text{C}$) reduziram a taxa fotossintética e o número de raízes. As altas temperaturas do ar/solo também reduziram a eficiência fotoquímica (F_v/F_m). Além disso, os autores observaram que a alta temperatura do solo foi mais prejudicial do que alta temperatura do ar. Conforme Primavesi (2006), a planta tem dificuldade em absorver água no momento em que a temperatura do solo e do ar sobe, por existir pouca diferença de concentração entre a solução externa, do solo, e a interna, da célula.

As altas temperaturas do solo também afetam organismos do solo, Primavesi (2006) cita que a elevação da temperatura no solo é mortal para a maioria, uma vez que estão recobertos por uma finíssima película que não é capaz de protegê-los contra a seca. Toda fauna edáfica depende de um certo grau de umidade, de modo que qualquer temperatura que resseca a superfície do solo a prejudica.

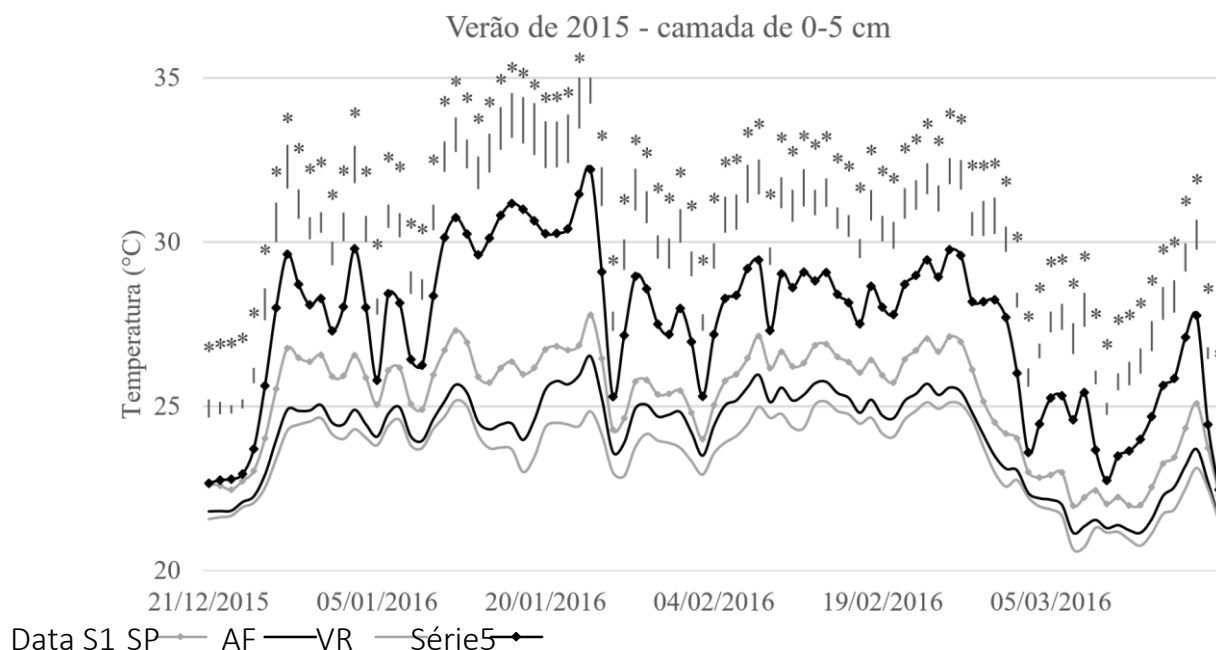


Figura 3. Temperatura do solo cultivado com erva-mate e coberturas do solo: soja perene (SP), amendoim forrageiro (AF), vegetação espontânea roçada (VR) e aveia preta+nabo forrageiro (outono/inverno) e feijão miúdo (primavera/verão) (S1). *Significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ns = não significativo. Barras verticais representam a diferença mínima significativa de Tukey (DMS).

Tanto na primavera como no verão, o tratamento VR exibiu maior temperatura provavelmente porque a altura da vegetação espontânea roçada é menor do que das demais culturas. Conforme Prevedello (2010), materiais com grande quantidade de ar originam coberturas com temperaturas mais amenas no solo. Por isso, os tratamentos AF, SP e S1 isolaram o calor de forma mais eficaz e causaram menor temperatura do solo, tendo em vista que o VR era roçado continuamente. Além disso, como reportam Amaro Filho et al. (2008), a cobertura vegetal dissipa por reflexão parte da energia solar incidente, diminuindo a evaporação da água principalmente na camada superficial, o que provavelmente pode ter influenciado na menor temperatura nos tratamentos AF, SP e S1.

Conclusões

O uso de cobertura verde causa a redução da temperatura do solo tanto no verão como na primavera, o que pode favorecer o crescimento da erva-mate nestas épocas, nas quais ocorre a maior taxa de crescimento desta espécie florestal. O amendoim forrageiro e a vegetação espontânea roçada proporcionaram a menor e maior temperatura do solo, respectivamente. Dessa forma, a vegetação espontânea roçada não é indicada como cobertura do solo para erva-mate. Recomenda-se a continuidade do experimento para verificar os efeitos das coberturas do solo a longo prazo.

Referências Bibliográficas

- AMARO FILHO, J.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; MOTA, J.C.A. **Física do Solo** - Conceitos e Aplicações. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2008. 290 p.
- BLANCO-CANQUI, H; CLAASSEN, M. M. PRESLEY, D. R. Summer cover crops fix nitrogen, increase yields, and improve soil-crop relationships. **Crops & Soils**, v.45, n.3, may/jun. 2012.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 685 p.

- MEDRADO, M. J. S. **Uso de coberturas verdes de solo nas entrelinhas de erva-mate**. Colombo: EMBRAPA, 2002. p.7. Comunicado técnico 84.
- MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da agricultura, 1961. 42 p.
- MOTA, F. S. da. **Clima e agricultura no Brasil**. Porto Alegre: Sagra, 1986.
- PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 7, p. 791-796, jul. 2003.
- PHILIPPOVSKY, J. F.; DEDECEK, R. A.; MEDRADO, M. J. S. Conservação do solo na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* S. Hill.) pelo uso de coberturas verdes de inverno. **Boletim de pesquisa florestal**, n.48, p. 3-13, jan./jun. 2004.
- PREVEDELLO, C. L. Energia térmica do solo. In: VAN LIER, Q. de J. (Ed.). **Física do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 177-211.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. 18 ed. São Paulo: Nobel, 2006.
- RICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri, SP: Manole, 2012. 478p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande Do Sul E Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: SBRS – Núcleo Regional Sul/ UFRGS, 2004. 400 p.
- VIEIRA, E. L. et al. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luís: EDUFMA, 2010. 230 p.
- Xu, Q.; Huang, B. Growth and Physiological Responses of Creeping Bentgrass to Changes in Air and Soil Temperatures. **Crop Science Society of America**, n. 5, v. 40, p. 1363-1368, 2000.

EFEITO DO SOMBREAMENTO NA SOBREVIVÊNCIA DE PROGÊNIES DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*)

Ana C. Ricardi 1; Italo M. G. Amaral 2; Eleandro J. Brun 3; Diego Rodrigues4; Mauricio R. Gorenstein5

¹ Bolsista PET Graduando. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos, E-mail: ana.carol.ricardi@gmail.com

² Engenheiro Florestal, Mestrando em Agroecossistemas (PPGSIS), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos. E-mail: italo.maykee@gmail.com

³ Engenheiro Florestal, Dr. Prof. Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos. E-mail: eleandrobrun.utfpr@gmail.com

⁴ Bolsista PIBIS/Graduando. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos, E-mail: rodrigues_goioxim@hotmail.com

⁵ Engenheiro Florestal, Dr. Prof. no curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos. E-mail: mauriciorg@utfpr.edu.br

Resumo: A erva-mate é um produto florestal não madeirável com uso amplamente difundido na região Sul do Brasil. A espécie apresenta importância sociocultural e econômica para a região. Por muitos anos, a exploração da erva-mate era somente em ervais nativos, de origem natural da floresta de Araucária, porém estes ervais, por diversos fatores, perderam o vigor e a produtividade, tornando necessária a implantação de novos ervais, estes sem critérios de seleção de mudas e locais inapropriados. Desta maneira, este trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência de progênies de erva-mate em diferentes ambientes, com intensidades luminosas distintas sobre as plantas. O experimento foi instalado no campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Dois Vizinhos, em setembro de 2016, com três progênies e em três sítios, sendo estes: a pleno sol (A), sub-bosque de floresta nativa (B) e sub-bosque de floresta plantada de eucalipto (C), cada sítio abrigou quatro blocos experimentais de formato linear, sem bordadura, com 15 mudas cada, 5 de cada progênie, totalizando 60 mudas por sítio e 180 ao total, o espaçamento utilizado foi 1,5 m x 1,5 m. Os sítios com maior sombreamento obtiveram taxa de sobrevivência maior, concordando com o que é encontrado em outros trabalhos científicos. As progênies 1 e 2, combinadas com o sítio A, tiveram 75% de sobrevivência, seguido pela progênie 3 no sítio A com 80%. A progênie 2, nos sítios B e C, teve 100% de sobrevivência e as progênies 1 e 3 nos sítios B e C apresentaram 95% de sobrevivência. Sendo assim, a progênie que obteve melhores resultados foi a 2, combinada com os sítios B e C, que não tiveram diferenças significativas entre si.

Palavras-chave: Silvicultura. Produto florestal não madeirável. Espécie nativa.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma árvore típica das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, apresentando ampla ocorrência na região Sul do Brasil, tanto na forma nativa quanto cultivada (ALVES et al., 2000). A espécie possui grande importância sociocultural e econômica, entretanto, devido ao desmatamento, aumento da área de produção de culturas anuais e perda de vigor dos indivíduos, houve a degradação dos povoamentos dessa essência, tornando necessária a introdução de novos plantios, a fim de suprir a necessidade de consumo (SAIDELLES; REINERT e SALET, 2003).

Para implantação de um erval com melhores resultados, Sturion e Resende (2001) mencionam que testes de procedência/progênie estão sendo cada vez mais utilizados para relacionar a interação genótipo x ambiente, a fim de selecionar melhores materiais genéticos para determinado ambiente.

Segundo Ferreira et al. (1997), alguns fatores ambientais controlam o desenvolvimento das plantas e sua sobrevivência, dentre eles destacam-se, disponibilidade de luz, água, calor, nutrientes e

condições edáficas. Uma das principais variáveis a serem observadas em ervais recém estabelecidos é a incidência solar sobre as plantas. Segundo Medrado et al. (2000), ervais logo após instalados devem ser protegidos dos raios solares, ressaltando assim as vantagens do consórcio da erva-mate com outras espécies, que proporcionem interceptação dos raios solares nos ervais recém implantados. Portanto, modificações nos níveis de luz em que as espécies estão habituadas podem condicionar respostas fisiológicas diversas em um indivíduo (ATROCH et al., 2001).

Assim como Coelho et al. (2000) mencionaram, a erva-mate é uma espécie clímax tolerante à sombra, que está bem adaptada às condições de sub-bosque, o que muitas vezes dificulta seu cultivo, provocando alto índice de mortalidade em plantios puros. Desta maneira este trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência de progênies de erva-mate em diferentes ambientes, com intensidades luminosas distintas sobre as plantas.

Metodologia

O experimento foi instalado no município de Dois Vizinhos, nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em setembro de 2016. Segundo dados do IBGE(2016), a vegetação original do município é classificada como Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Mata de Araucária, local de ocorrência natural da erva-mate.

Segundo dados do IAPAR (2009), baseado no sistema de classificação de Koeppen, o clima de Dois Vizinhos é do tipo Cfa - Clima subtropical, com a média de temperaturas variando de 18 a 22°C, apresentando verões quentes, tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. Cabreira (2015) constatou que nas áreas de estudo ocorrem as seguintes classes de solos: Nitossolo Vermelho e Neossolo Litólico.

Foram implantadas 180 mudas de erva-mate de três progênies, sendo estas (1) ECO R1 F60, (2) ECO R5 F165 e (3) ECO R2 F14, as quais são provenientes de área de produção de sementes da Epagri, localizada em Chapecó, oriundas de sementes coletadas de árvores superiores em regiões produtoras no Sul do Brasil, como na região Norte do Rio Grande do Sul, Centro Sul e Sudoeste do Paraná. Os sítios de plantio foram três: a pleno sol (A), local que antes do plantio era utilizado para experimentos diversos, tendo sido cultivada com culturas anuais até 2012, sub-bosque de floresta nativa (B), sendo vegetação de transição entre Floresta Estacional Semidecidual e Ombrófila Mista, com manchas de estágios iniciais e médios de sucessão florestal e sub-bosque de floresta plantada de eucalipto (C), floresta que foi implantada em 2010. Cada sítio abrigou quatro blocos experimentais de forma linear sem bordadura com 15 mudas cada, 5 de cada progênie, totalizando 60 mudas por sítio e 180 ao total. O espaçamento utilizado foi 1,5 m x 1,5 m.

No total, foram constituídos 9 tratamentos, em arranjo bifatorial (Fator 1: sítio x Fator 2 (progênie), sendo:

- 1A- Pleno sol com progênie 1;
- 1B- Sub-bosque de floresta nativa com progênie 1;
- 1C- Sub-bosque de floresta plantada de eucalipto com progênie 1;
- 2A- Pleno sol com progênie 2;
- 2B- Sub-bosque de floresta nativa com progênie 2;
- 2C- Sub-bosque de floresta plantada de eucalipto com progênie 2;
- 3A- Pleno sol com progênie 3;
- 3B- Sub-bosque de floresta nativa com progênie 3;
- 3C- Sub-bosque de floresta plantada de eucalipto com progênie 3;

O plantio foi realizado após o preparo das áreas conforme a necessidade apresentada em cada uma. Nos locais com vegetação superior (sub-bosque de floresta nativa e eucalipto) foi apenas realizada a roçada da vegetação competidora na parcela e a abertura de covas de 30 cm de

profundidade para abrigar as mudas. À pleno sol, o solo foi preparado em área total com uso de escarificador até 30 cm de profundidade.

A caracterização da luminosidade de cada local foi realizada com auxílio de luxímetro digital, sempre comparando a medição em cada sítio com a condição à pleno sol. A umidade relativa do ar e a temperatura média foram obtidas com uso de termohigrômetro digital. As medições microclimáticas foram realizadas por 3 dias seguidos, 30 dias após o plantio, em condição de tempo bom, com medições nos horários das 09 h, 15 h e 18 h de cada dia. A precipitação pluviométrica foi obtida através do banco de dados da estação meteorológica do INMET instalada na UTFPR - Campus Dois Vizinhos, no período de setembro e outubro de 2016.

Foi verificada a sobrevivência das mudas aos 90 dias após o plantio, sendo anotada a condição geral das mudas quanto aos estágios de viva ou morta.

Resultados e Discussão

Cada local apresentou características microclimáticas distintas (**tabela 1**). A luminosidade foi amplamente superior na área a pleno sol, sendo que, nas áreas sob sombreamento de floresta de eucalipto, foi interceptada 42,1% da intensidade luminosa e no sub-bosque de floresta nativa a interceptação foi de 71,1%

Tabela 1- Caracterização do microclima dos locais de plantio. Dois Vizinhos, PR, 2016.

Local	Luminosidade (LUX)	Umidade do Ar (%)	Temperatura do ar (°C)	Precipitação Média no período (mm)
A (Pleno sol)	105.000	55,5	34,8	112,7
B (Nativa)	30.300	66,3	28,7	112,7
C (Eucalipto)	60.800	60,2	31,3	112,7

A umidade relativa do ar foi superior no sub-bosque de floresta nativa, intermediária no sub-bosque de eucalipto e menor à pleno sol, mostrando que a umidade do ambiente, além da luminosidade, também pode interferir na sobrevivência das mudas plantadas nesses locais. Esse fato também pode ser associado à variação da temperatura, que tem comportamento inverso à umidade do ar, com os maiores valores sendo encontrados à pleno sol, intermediários no eucalipto e inferior no sub-bosque da floresta nativa. A precipitação média dos meses de setembro e outubro de 2016 foi 112,7 mm, sendo que o mês de outubro apresentou maior precipitação.

As porcentagens de sobrevivência em cada ambiente estão demonstradas na **tabela 2**. A progênie com maior porcentagem de sobrevivência nos locais sombreados foi a 2, não apresentando mortalidade nesses ambientes.

Não houve diferenças significativas entre as progênies 1 e 3 quanto a sobrevivência quando inseridas sobre sombreamento. O mesmo efeito foi evidenciado por Coelho et al. (2000), relatando o aumento da sobrevivência de plantas jovens de erva-mate em ambientes com maiores graus de sombreamento.

Tabela 2- Porcentagem de sobrevivência para cada progênie em seu respectivo sítio de plantio.

Progênie	Sobrevivência (%)		
	A (pleno sol)	B (Nativa)	C (Eucalipto)
1	75,0	95,0	95,0
2	75,0	100,0	100,0
3	80,0	95,0	95,0
Média	76,7	96,7	96,7

Sturion (1984) constatou que houve maior sobrevivência de mudas de erva-mate quando estas passavam por redução de sombreamento, iniciando com 70% diminuindo para 50%, 30 % e a pleno sol e mudas com sombreamento de 70 % constante apresentaram maior mortalidade.

Pes et al. (1999) verificaram que o melhor comportamento quanto a sobrevivência de mudas de erva-mate foi o consórcio com Bracatinga, entretanto o consorcio da mesma com *Pinus* sp. não apresentou diferenças significativas, já o consórcio com capoeiras apresentou alta mortalidade. Este fato pode ser explicado com base em Ferri (1985), que relata que indivíduos encontrados em povoamentos com alta densidade tem maior competitividade com plantas não lenhosas.

A comparação entre os tratamentos exposta na **figura 1** reforça que todas as progênies obtiveram valores menores no ambiente A, fato que é endossado por diversos autores.

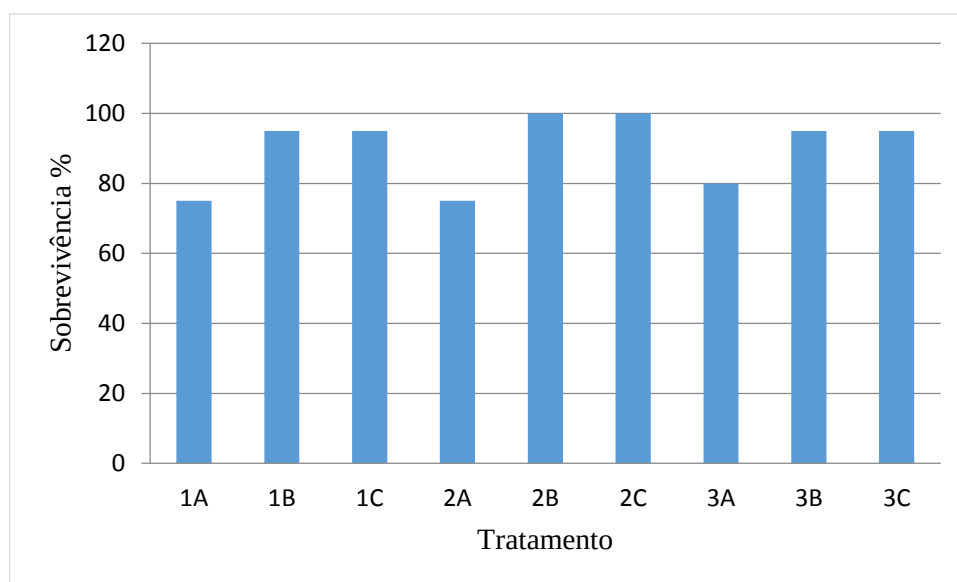


Figura 1- Gráfico comparativo apresentando a porcentagem de sobrevivência para cada tratamento.

Segundo Grigoletti Júnior e Auer (1996), após a inserção das mudas a campo, as mesmas passam por um processo de adaptação onde, fatores como o contato com o solo e o estresse provocado pelo plantio podem ocasionar morte dos indivíduos pela insolação excessiva, falta de água e doenças.

Conclusões

Com a realização deste trabalho foi possível concluir que houve maior sobrevivência de mudas a campo quando inseridas em maior sombreamento, independentemente da progênie, entretanto os tratamento 2 B e 2 C tiveram 100 % de sobrevivência, reforçando o que foi descrito por diversos autores que mudas de erva-mate devem ser protegidas do sol logo após o plantio, a fim de evitar danos futuros aos indivíduos de erva mate.

Agradecimentos

À empresa Eco Empreendimentos Ambientais Ltda., pelo apoio à pesquisa e cedência dos materiais genéticos de erva-mate em estudo.

Referências Bibliográficas

- ALVES, L.F.A. et al. Ácaros fitófagos da erva-mate: situação atual e perspectivas de controle. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ERVA-MATE, 2., 2000, Encantado. **Anais...** Encantado, Evangraf, 2000. p. 39-42.
- ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* LINK submetidas a diferentes condições de sombreamento. *Ciencia e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n.4, p. 853-862, jul. /ag. 2001.
- CABREIRA, M. A. F. Levantamento das classes de solos da área experimental da Universidade Federal do Paraná-Campus Dois Vizinhos. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharelado em Engenharia Florestal). UTFPR. 2015
- COELHO, G. C.; RACHWAL, M. F.; SCHNORENBERGER, E.; SCHENKEL, E. P. Efeito do sombreamento sobre a sobrevivência, morfologia e química da erva-mate. In: 2º CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ERVA MATE, 3ª REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA MATE, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Ed. dos Organizadores, p.396-399.
- DA SILVA, Eduardo Teixeira; NETO, Humberto Bicca; FOLTRAN, Bianca Nadal. Materiais de cobertura na produção de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill). **Scientia Agraria**, v. 8, n. 1, p. 103-109, 2007.
- FOLTRAN, Bianca Nadal. Efeito de diferentes níveis de intensidade luminosa na produção de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill). 2004.
- IAPAR. Cartas climáticas do Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 2009. 49p
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dois Vizinhos-PR**. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=410720> >. Acesso em: 01 de set. 2016, 19:20:26.
- MEDRADO, M. J. S. et al. Implantação de erva-mate. **Embrapa Florestas. Circular técnica**, 2000.
- SAIDELLES, Fabio Luiz Fleig; REINERT, Dalvan José; SALET, Roberto Luiz. Crescimento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em três classes de solos, na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 17-25, 2003.
- STURION, José Alfredo; RESENDE, MDV. Produção de massa foliar de três procedências de erva-mate e eficiência de seleção em dois tipos de solos na região de Ponta Grossa, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo**, n. 43, p. 87-98, 2001.
- STURION, J. A. Efeito do sombreamento na formação de mudas de Erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.). Embrapa Florestas, 1984.
- GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; AUER, Celso Garcia. Doenças da erva-mate: identificação e controle. **EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica**, 1996.
- FERRI, M. G. et al. **Fisiologia vegetal: análise quantitativa do crescimento**. 2. Ed 1985.
- PES, L.o et al. Comportamento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em consórcio silvicultural. **Ciência Florestal**, v. 5, n. 1, p. 19-31, 1999.

CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS PLANTIOS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) NO MUNICÍPIO DE CAMPO ERÊ-SC

Guilherme M. Schwade¹; Eleandro J. Brun²; Flávia G. K. Brun²; Maria M. da Silva²

¹Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos. Estrada para Boa Esperança, Km 04, Dois Vizinhos-PR, Brasil. E-mail: guilherme_schwade@hotmail.com

²Professor(a)/Pesquisador(a) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos. Estrada para Boa Esperança, Km 04, Dois Vizinhos-PR, Brasil. E-mail: eleandrobrun.utfpr@gmail.com; flaviagbrun@gmail.com; mariasantos@utfpr.edu.br

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil), é a espécie mais conhecida e utilizada do gênero, pertence à família Aquifoliaceae. O cultivo desta espécie é de grande importância socioeconômica, pois é realizado por um grande número de pequenos produtores, comunidade indígena (guarani) e pelas próprias ervateiras. A abrangência natural da espécie ocupava grandes áreas, porém com o passar dos anos a maior parte dos ervais nativos foram assolados e hoje a área de cultivo é muito menor, sendo atualmente mais comum encontrar plantios de erva-mate na forma de cultivo comercial do que na forma natural. O município de Campo Erê-SC, por sua vez, não é exceção do descrito acima. Hoje se caracteriza no município, de forma predominante, as atividades econômicas ligadas à agropecuária, sendo destaque na produção de grãos, principalmente milho e soja, gado de corte e de leite. Deste modo, o presente estudo visou quantificar, as áreas recobertas com erva-mate, com o objetivo de realizar a caracterização geral dos ambientes de plantio de *Ilex paraguariensis* no município de Campo Erê-SC. Ponderando os dados encontrados no presente levantamento, encontrou-se uma área total de 100,14 hectares com o plantio de erva-mate no município, ou seja, apenas 0,21% de todo o território. Estes plantios perfazem uma área média de 3,45 hectares, sendo que o menor plantio identificado foi de apenas 259 m² e a maior área plantada foi de 10,5 hectares. Por fim, foi possível fazer a caracterização dos plantios hoje existentes no município e assim concluir que a maioria dos mesmos ocorrem em áreas subaproveitadas das propriedades, sendo realizados há vários anos sem quase nenhum manejo silvicultural.

Palavras-chave: Espécie nativa. Silvicultura. Erval. Pequena propriedade rural.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) é a espécie mais conhecida e utilizada do gênero *Ilex*, pertence à família Aquifoliaceae. A mesma possui cerca de 600 espécies, sendo que 220 são nativas da América do Sul, das quais, 68 ocorrem no Brasil (Scherer, 1997; Sturion e Resende, 1997).

Segundo Contini et al. (2016), os únicos países produtores da espécie, no mundo, são o Brasil, a Argentina e o Paraguai. Nesses países, o cultivo desta espécie é de grande importância socioeconômica, pois é realizada por um grande número de pequenos produtores, comunidade indígena (guarani) e pelas próprias ervateiras.

A erva-mate começou a ser utilizada primeiramente pelos indígenas e vem se tornando, ao longo dos anos, cada vez mais firmada na cultura Sul Americana, com seus principais usos ocorrendo na composição de bebidas, sendo a principal o chimarrão, bebida oriunda da infusão de folhas secas e moídas da erva-mate, que apresenta características sensoriais que conquistaram o paladar dos consumidores dessa região do país. Estudos apontam que a erva-mate é consumida, em média, por 30% da população da América do Sul na forma de chimarrão, ingerindo mais de 1 litro/dia dessa bebida (Nietsche, 2002; Malheiros, 2007).

Outro benefício da erva-mate é que a mesma apresenta várias propriedades consideradas importantes do ponto de vista farmacológico e medicinal, dentre as principais podemos destacar a anti-inflamatória, antioxidante, antirreumática, anticarcinogênica, estimulantes, diuréticas e terapêuticas (Arçari et al., 2009; Braghini et al., 2014).

A medicina popular, deste modo, vem se utilizando da erva-mate para vários fins, recomendando a mesma para tratamentos de artrite, dor de cabeça, constipação, reumatismo, fadiga, retenção de líquido, hipertensão, dentre outros (Anesini et al., 2006).

Deste modo, observamos que a erva-mate é utilizada para diversos fins farmacêuticos como na indústria de cosméticos e em bebidas estão presente inclusive em escala internacional como é o caso da Coca-Cola, através de chás ou infusões e na forma mais natural presente no chimarrão e no tererê.

De ocorrência natural em todo o sul do Brasil, juntamente com seus vizinhos Argentina e Paraguai, a abrangência natural da espécie ocupava grandes áreas, porém com o passar dos anos a maior parte dos ervais nativos assolados e hoje a área de cultivo é muito menor, sendo atualmente mais comum encontrar plantios de erva-mate na forma de cultivo comercial do que na forma natural.

O município de Campo Erê-SC, por sua vez, não é exceção do descrito anteriormente, hoje se caracteriza no município, de forma predominante, as atividades econômicas ligadas a agropecuária, sendo destaque na produção de grãos principalmente milho e soja, gado de corte e de leite. Deste modo o presente estudo visou quantificar as áreas recobertas com erva-mate, com o objetivo de realizar a quantificação da área plantada e dos ambientes de plantio de *Ilex paraguariensis* no município de Campo Erê-SC.

Metodologia

A área de estudo é composta pelo município de Campo Erê/SC, pertencente à região Sul do país. A área do município localiza-se sob as seguintes coordenadas geográficas P1= 26°20'45.57"S/53° 9'14.36"O, P2= 26°25'35.22"S/52°58'16.20"O, P3= 26°33'1.52"S/53° 3'33.75"O, P4= 26°27'23.84"S/53°14'27.45"O, numa altitude média de 903 m, sob o Datum SIRGAS-2000.

O município conta com uma área de 479 km² e uma população de 8.993 pessoas segundo estimativa de IBGE, (2015). Seguindo a classificação de Köppen, a região está inclusa no tipo de clima "Cfb", apresentando Clima Subtropical temperado, com temperatura média anual de 16,7°C, com temperaturas extremas abaixo de 0°C no inverno e com temperatura média do ar de 20,6°C nos meses mais quentes (verão). A precipitação pluviométrica média anual é de 1900 a 2200 mm (Alvares et al., 2013).

O solo da região é, em sua maioria, formado por Latossolo Vermelho. A vegetação original da região era composta por Floresta Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual, sendo que hoje existem apenas pequenos fragmentos florestais, esses quase que em totalidade de florestas secundárias (GeoEnsino, 2012). Nessa região havia abundância da espécie *Araucaria angustifolia*, a qual foi demasiadamente explorada, sendo que na década de 80, haviam mais de 30 serrarias instaladas no município.

Hoje a atividade da exploração da erva mate persiste em pequena escala, com algumas indústrias instaladas, podendo ser consideradas de pequeno porte. A erva mate utilizada provém das pequenas áreas nativas ainda existentes e algumas poucas áreas cultivadas, além do também do Paraná, o qual o município faz fronteira.

O trabalho se dividiu em duas partes, sendo a primeira feita em laboratório através de técnicas de sensoriamento remoto. Foi adquirido o material oriundo do levantamento aerofotogramétrico do estado de Santa Catarina, resultado de levantamento realizando em 2010 por uma empresa contratada para realizar o mesmo em todo o território de Santa Catarina, sendo este o único estado do país a possuir um material do tipo para o planejamento urbano e rural. O levantamento teve seu fim em 2013, com um investimento de 12 milhões de reais (Governo do Estado de Santa Catarina, 2015).

Com as imagens aerofotogramétricas em mãos, foi utilizado o software ArcGis para a classificação da mesma, a imagem trabalhada foi uma PAN com resolução espacial de 39 cm por pixel. A classificação se deu de maneira manual por um único operador conhecedor da realidade regional, a fim de facilitar a identificação das classes e minimizar possíveis erros de entendimento, pois cada operador poderia atribuir seu entendimento na hora de determinar as classes, além de serem usadas como parâmetros às características fundamentais de interpretação visual (Tonalidade e Cor, Forma e Tamanho, Padrão, Textura, Associação e Sombra).

Na classificação foram identificadas as áreas com o cultivo de erva-mate e realizados a criação de polígonos sobre as mesmas, a escala de trabalho utilizada para a classificação foi de 1:1.500, posteriormente essas informações foram exportadas para o software Excel para tabulação das mesmas.

Já na segunda fase do trabalho foram escolhidas, de maneira aleatória, 10% dos polígonos demarcados em SIG para serem feitas visitas *in loco*, a fim de possibilitar a identificação de características silviculturais dos plantios, bem como coletar informações com os proprietários referentes à implantação e manejo dos mesmos.

Resultados e Discussão

Realizada a classificação da imagem, foram encontradas 29 áreas com o plantio de erva-mate no município, conforme mostrado na **Figura 1**.

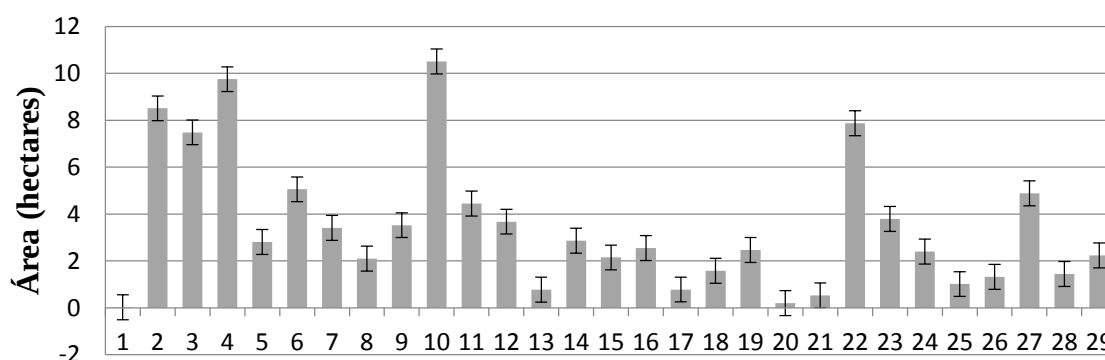


Figura 1. Quantificação dos polígonos demarcados em hectares das 29 áreas com plantio de erva-mate em Campo Erê-SC (As barras verticais junto às colunas representam o erro associado à estimativa em hectares).

Ponderando os dados encontrou-se uma área total de 100,14 hectares com o plantio de erva-mate no município, ou seja, apenas 0,21% de todo o território. Destes plantios obteve-se a área média de 3,45 hectares, sendo que o menor plantio identificado foi de apenas 259 m² e a maior área plantada foi de 10,5 hectares.

Destas áreas analisadas, foram escolhidas três, de forma aleatória, através de sorteio, para atender os 10% estipulados para visita *in loco* e colhida das demais informações com os produtores. Os dados obtidos estão descritos na **Tabela 1**.

Observou-se, através dos dados coletados em campo, a precariedade de manejo silvicultural nos plantios analisados, bem como a pouca área plantada no município, tendo em vista que atualmente se encontram ativas três ervateiras no mesmo, as quais estão carecendo da busca de matéria prima em localidades mais distantes, majorando o custo do material, principalmente com fretes.

Tabela 1. Dados obtidos dos produtores e de coleta *in loco* em 3 propriedades com o plantio de erva-mate em Campo Erê-SC.

Informações	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3
Coordenadas	26°25'58.23"S/ 53°11'38.91"O	26°27'41.95"S/ 53°12'27.80"O	26°27'46.61"S/ 53°14'13.24"O
Localização	Linha São Pedro	Fazenda Araçá	Linha Camargo
Tamanho da propriedade (ha)	36	48	29,5
Atividade Econômica Predominante	Erva-mate	Lavoura	Pecuária
Área (ha) com erva-mate	10,5	1	0,5
Teve apoio técnico?	Não	Não	Não
O Plantio Florestal é?	Misto	Puro	Puro
Variedades das mudas?	Sem registro/sementes	Sem registro/sementes	Sem registro/sementes
Espaçamento	2x2	3x2	2x2
Idade do plantio (anos)	14	8	13
Teve preparo do solo?	Não	Não	Não
Teve adubação?	Não	NPK	Não
Controle de invasoras?	Roçada	Dessecação	Roçada
Colheita	Anual	Anual	Anual
Tipo de acesso à propriedade	Estrada secundária	Estrada secundária	Estrada secundária
Informações do plantio	Plantio sombreado em partes	Plantio sem tratamentos culturais	Plantio para consumo
Vigor geral do plantio	Baixo	Baixo	Médio
Relevo (dec. Média %)	3 - 8 Suave-ondulado	3 - 8 Suave-ondulado	3 - 8 Suave-ondulado
Cobertura Predominante	Sub-bosque de nativas	Sub-bosque de nativas	Gramíneas
Tipo de solo	Argiloso	Argiloso	Argiloso
Nível de degradação do solo	Baixo	Baixo	Baixo

Nas três propriedades visitadas foi possível observar que nenhum dos plantios recebeu apoio técnico de qualquer natureza para sua implantação, bem como o mesmo se deu sem nenhum tipo de preparo do solo, sendo que as mudas não apresentam procedência conhecida, padecendo assim de qualidade resultando geralmente em materiais de baixa produtividade.

Por outro lado, notou-se a potencialidade de um nicho de mercado ainda quase inexplorado, podendo se tornar uma nova fonte de renda para vários produtores principalmente de pequeno porte, sendo que a maioria possui áreas com declividade mais elevada que não permite a mecanização convencional para agricultura, porém propícias para o cultivo de ervais.

Sabendo que o apoio técnico é imprescindível para a correta condução dos plantios, podendo o mesmo ser trabalhado através da iniciativa privada com consultores ou sindicatos, ou através de serviços públicos como a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) ou a secretária da agricultura municipal.

Outro ponto importante a ser destacado é a qualidade dos acessos nas propriedades visitadas, sendo que as mesmas apresentam estradas secundárias cascalhadas o que facilita os tratos culturais necessários, principalmente na questão de colheita e adubação dos ervais, que geralmente necessita do acesso de caminhões ou tratores para o transporte.

Segundo Chechi e Schultz (2016), fica claro que a erva-mate é cultivada principalmente em pequenas propriedades rurais como uma fonte de renda alternativa, e que o setor ervateiro vem apresentando algumas alterações nos últimos anos. O registro de produtores especializados no cultivo de erva-mate no estado do Rio Grande do Sul, tendo a erva-mate como única fonte de renda, e contratos de integração entre ervateiras e produtores, no estado do Paraná, caracterizam inovações produtivas e organizacionais importantes no setor.

Conclusões

Conclui-se, através deste trabalho, que os plantios de erva-mate, apesar de ocuparem pequenas áreas, têm bom potencial de ampliação no município, pela existência de mercado (ervateiras locais) e também pela existência de áreas disponíveis para plantio.

A maioria das áreas usadas para o plantio são subaproveitadas nas propriedades, com ervais implantados há vários anos, com manejo silvicultural praticamente inexistente, carecendo muitas vezes até mesmo de preparo do solo e adubação, itens básicos para os ervais expressarem boas condições de produção.

Os produtores não dão atenção à escolha de mudas a serem plantadas, fazendo quase que em totalidade o plantio sem conhecer a origem genética das plantas, sem nenhum tipo de certificação e conhecimento do potencial de produção das mudas.

O acesso às áreas de plantio geralmente é bom, sendo feito por estradas secundárias cascalhadas, o que facilita a colheita e o manejo quando necessário.

Por fim, foi possível fazer a caracterização dos plantios hoje existentes no município, e foram apontadas questões a serem trabalhadas para melhorar a cadeia produtiva, sendo a erva-mate um produto tão apreciado na região.

Referências Bibliográficas

- ANESINI, C.; FERRARO, G.; FILIP, R. Peroxidase-like activity of *Ilex paraguariensis*. Food Chemistry, New York, v. 97, n. 3, p. 459- 464, 2006.
- ARÇARI D.P.; BARTCHEWSKY W.; DOS SANTOS T. W.; OLIVEIRA K. A.; FUNCK A.; PEDRAZZOLI J.; DE SOUZA M. F.; SAAD M. J.; BASTOS D. H.; GAMBERO A.; CARVALHO PDE O.; RIBEIRO M. L. Antiobesity effects of yerba mate extract (*Ilex paraguariensis*) in high-fat diet-induced obese mice. Obesity Journal, v. 17, n. 12, p. 2127-2133, 2009.
- BRAGHINI, F.; CARLI, C. G.; BONSAGLIA, B.; SANTOS, J. F. JUNIOR, S.; OLIVEIRA, D. F.; TRAMAJUS J.; TONIAL, I. B. Composição físico-química de erva-mate, antes e após simulação do chimarrão. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 20, 7-15. 2014.
- CHECHI L. A.; SCHULTZ G. A produção de erva-mate: um estudo da dinâmica produtiva nos estados do sul do Brasil. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p. 2016.

- CONTINI, A. Z., REGO, F. L. H., BENATTI, L. A. C., & DA COSTA, R. B. Avaliação do desenvolvimento inicial de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) nativas da região de Caarapó-MS. *Multitemas*, (31). 2016.
- GEOENSINO – Vegetação de Santa Catarina. 2012. Adaptado EPAGRI, CARRARO, Fernando, Geografia de Santa Catarina. São Paulo. FTD. 2008. Disponível em: <<http://www.geoensino.net/2012/08/vegetacao-de-santa-catarina.html>> Acesso em: 18 de fevereiro de 2016.
- GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, Secretária do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/saneamento-e-recursos-hidricos/levantamento-aerofotogrametrico>>, Acesso em: 15 de setembro de 2015.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Cidades@, Informações estatísticas do Município. 2015. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=420350>>, Acesso em: 18 de novembro de 2015.
- MALHEIROS, G. C. Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate tipo chimarrão. UFSM, 2007. 103f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria, 2007.
- NIETSCHKE, K. et al. Análise sensorial de chimarrão pelo método de estimativa de magnitude. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ERVA-MATE, 2., Encantado, RS. Anais... Encantado, p.169-170. 2002.
- SCHERER, R.A. *Early selection of yerba mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)*. Bonn: Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, 58p. 1997.
- STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V.de. Programa de melhoramento genético da erva-mate no Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da Embrapa. In: CONGRESSO SUL AMERICANO DA ERVA-MATE, 1. e REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., Curitiba, 1997. *Anais...* Colombo. EMBRAPA-CNPQ, 467p.1997.

INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO ANUAL NO POTENCIAL DE OCORRÊNCIA DA ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.)

Tarik Cuchi¹, Jéssica Thalheimer de Aguiar¹, Luís Paulo Baldissera Schorr¹, Carla Talita Pertille¹, Giselli Castilho Moraes¹, Elisiane Vendruscolo²

¹Eng. Florestal, Mestrando (a) do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências Agroveterinárias. Av. Luís de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, CEP 88520-000 Lages, SC. E-mail: tarik.cuchi@gmail.com; jeh.aguiar93@hotmail.com; luispaulo_schorr@hotmail.com; carlatapertille@gmail.com; giselli.moraes14@hotmail.com.

²Acadêmica de Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen. Linha 7 de Setembro, s/n, CEP 98400-000. Frederico Westphalen, RS, Brasil. E-mail: elisianevendruscolo@gmail.com.

Resumo: O conhecimento sobre a distribuição de espécies florestais tem implicações fundamentais ao estudo da biodiversidade, áreas de conservação e para que seja possível a compreensão dos fatores climáticos necessários para a sobrevivência e reprodução das espécies. O objetivo deste trabalho foi determinar a faixa de probabilidade de ocorrência de *Ilex paraguariensis* através da precipitação anual, utilizando programação e modelagem de dados climáticos. As informações sobre sua distribuição geográfica foram obtidas por meio da consulta de coordenadas geográficas disponíveis no banco de dados da página *SpeciesLink*, e os dados de precipitação com base no banco de dados *WorldClim*. Para gerar a espacialização, foi utilizada a plataforma R. Os resultados gerados demonstraram que a predominância da distribuição da erva mate ocorreu com maior frequência no sul do Brasil, e que a mesma tem preferência por áreas em que a precipitação anual seja de aproximadamente 1800 mm até 3500 mm. Este estudo apresenta elevada importância, pois fornece subsídios para que ocorra um planejamento mais adequado das ações para a conservação desta espécie, entre outras aplicações.

Palavras-chave: Fatores climáticos, biodiversidade, conservação.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.), refere-se a uma espécie florestal que pertence à família Aquifoliaceae com ocorrência natural no Brasil, Argentina e Paraguai (GORZALCZANY et al., 2001), sendo que mais de 80% deste total situado no bioma brasileiro Mata Atlântica (ALEGRE et al., 2007).

Ela é uma árvore nativa da América do Sul e a maior parte da erva extraída provém de ervais nativos ou adensados, explorados por pequenos produtores que se reúnem em cooperativas para o processamento ou a comercializam em grandes indústrias produtoras de erva-mate do sul do Brasil (CANTERLE, 2005).

No Brasil, sua ocorrência se distribui nos estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (BONDARIK et al., 2006). Sendo a Região Sul a maior produtora, onde mais de 596 municípios desenvolvem as atividades ervateiras, sendo que o número de colaboradores é de aproximadamente 710.000 pessoas, os quais produzem cerca de 650.000 toneladas de folhas (MACCARI e SANTOS, 2000).

Essa espécie vem sendo utilizada desde a época do descobrimento da América do Sul, quando os indígenas consumiam em sua dieta alimentar folhas da planta produzindo bebidas a partir desta matéria prima (MACCARI e SANTOS, 2000). A produção teve um amplo crescimento nos últimos anos, no entanto, o mercado da erva-mate continua restrito à região sul do Brasil, sendo que a base produtiva está sustentada no extrativismo (BALZON et al., 2004).

O clima da Região Sul pode ser caracterizado por ser mesotérmico e sem estação seca, favorecendo a existência de florestas (BEHLING e PILLAR, 2007). Dentre os principais fatores que

influenciam a distribuição geográfica das espécies florestais, o clima e os eventos da natureza se destacam, principalmente pela expansão dos ecossistemas em função de alterações climáticas passadas (FERNANDES, 2003).

Os paradigmas que circundam o desenvolvimento das espécies mudaram desde as alterações climáticas passadas, e assim, grandes desafios como as consequências e efeitos de potenciais alterações do clima, devem ser considerados pelo interesse em sua conservação.

O objetivo do presente estudo foi determinar a faixa de probabilidade de ocorrência de *Ilex paraguariensis* através da precipitação anual, utilizando programação e modelagem de dados climáticos pela linguagem R.

Metodologia

As informações sobre a distribuição geográfica foram obtidas por meio da consulta de coordenadas geográficas disponíveis no banco de dados da página *SpeciesLink*, que consiste em um sistema distribuído de Informação que integra em tempo real, dados primários de coleções científicas, desenvolvido com o apoio das instituições: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Global Biodiversity Information Facility (GBIF), JRS Biodiversity Foundation, Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI), Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Rede Nacional de Pesquisa (RNP) e Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA).

A variável explicativa utilizada para a distribuição geográfica da espécie, bio12 (Precipitação anual), foi obtida pelo banco de dados online *WorldClim* (HIJMANS et al., 2017) com resolução espacial de 2,5 m. Estes dados adquiridos neste banco de dados foram gerados por interpolações de observações, representativas de 1960 até 1990, resultando nas condições correntes. A distribuição geográfica das espécies foi projetada através de programação R (R Core Team, 2017).

A modelagem da influência atual da precipitação anual, também utilizando a linguagem R, foi gerada por meio do algoritmo Máxima Entropia - MAXENT (PHILLIPS et al., 2017), em conjunto com o pacote do R *biomod2* (THUILLER et al., 2016). A acurácia dos modelos foi avaliada por meio das estatísticas TSS (*True kill statistic*). Todas os demais processamentos no R, como as imagens, dados estatísticos e gráficos foram gerados com os seguintes pacotes: *maptools* (BIVAND e LEWIN-KOH, 2017), *sp* (PEBESMA e BIVANDI, 2005), *raster* (HIJMANS, 2016), *dismo* (HIJMANS et al., 2017), *prettymapr* (DUNNINGTON, 2016), *usdm* (NAIMI, 2015).

Resultados e Discussão

Os dados de ocorrência geográfica de *Ilex paraguariensis* (**Figura 1**) demonstraram que a espécie possui uma distribuição maior na região Sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina).

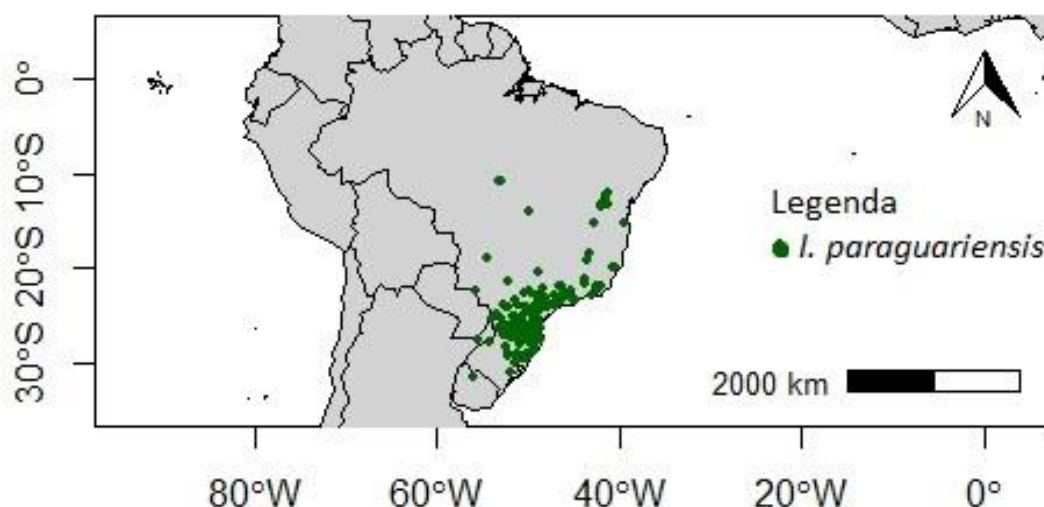


Figura 1. Pontos geográficos de *Ilex paraguariensis* obtidos no *speciesLink*.

Os estados onde foram coletados pontos de coordenadas originais e não-suspeitas são: Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Além disso dois pontos foram coletados em outros países, um no Uruguai e outro na Argentina.

Os resultados se assemelham com grande parte da literatura disponível sobre *Ilex paraguariensis*, quando menciona que sua área ocorrência, em sua maioria, se encontra na Região Sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), estendendo-se ainda ao sul de Mato Grosso do Sul, São Paulo (ALENCAR, 1960), Minas Gerais (LINHARES, 1969), Goiás, Rio de Janeiro e Espírito Santo (BELLO, 1908). Assim como para os demais países da América do Sul ocorre uma constante a indicação sobre a distribuição no Uruguai (CANDIDO FILHO, 1930) e Argentina (HOEHNE, 1930).

Além disso, vale ressaltar que o mapa foi obtido com base nos locais de coleta das exsicatas consultadas, sendo um mapa de pontos da distribuição geográfica, já que se utilizou o sistema de pontos de existência da espécie para sua elaboração (BROWN e LOMOLINO 1998; ZUNINO e ZULLINI 2003; MEAZA, 2000).

A principal vantagem do estudo através do mapa de distribuição geográfica se dá por sua grande precisão, tendo em vista que o mesmo apresenta os registros de coletas que já foram realizadas de forma real e porque o mesmo não extrapola a área de distribuição para localidades duvidosas, ou seja, aquelas que se tenha dúvidas sobre a existência da espécie em estudo (BROWN e LOMOLINO, 1998).

Segundo JULI et al. (2003), os fatores climáticos como a temperatura e disponibilidade de água são variáveis de grande importância que explicam a diversidade e distribuição de espécies florestais. Nesse caso, a disponibilidade hídrica é relacionada a fatores climáticos tais como precipitação e evapotranspiração.

Considerando a variável explicativa precipitação anual, a qual foi amostrada de acordo com as coordenadas geográficas obtidas no *speciesLink*, encontram-se pontos nos valores de 371 mm até 3537 mm (**Figura 2**).

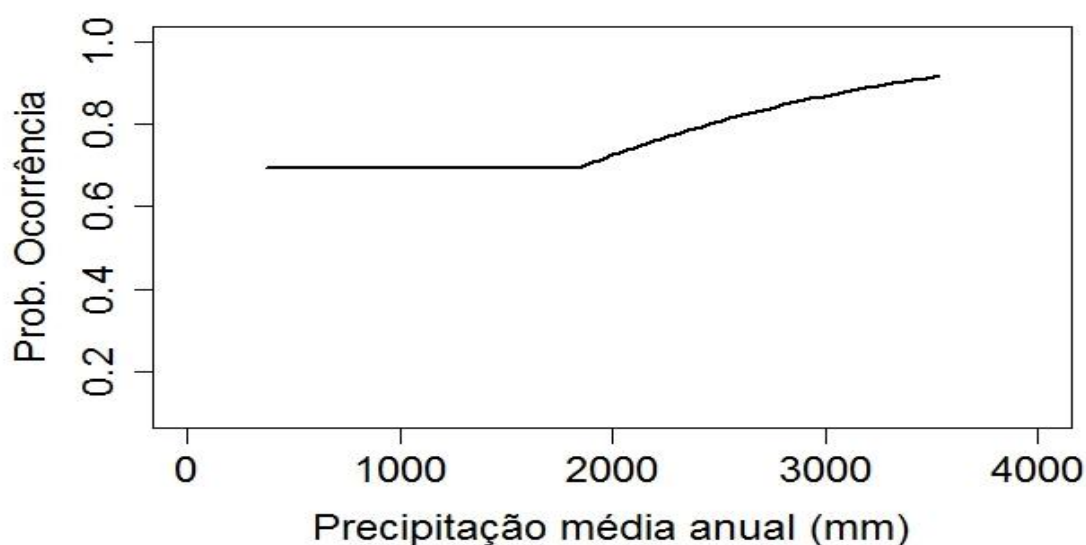


Figura 2. Comportamento da ocorrência de *I. paraguariensis* através da precipitação anual.

A precipitação anual média foi igual à 1405 mm e a mediana de 1411 mm. Esses resultados corroboram com as características da espécie *Ilex paraguariensis*, que se referem a uma planta que se adapta muito bem em regiões com precipitação média anual em torno de 1.500 mm (CARVALHO, 1994).

Além disso, analisando a **Figura 2** percebe-se que em um primeiro momento, em locais onde ocorre precipitação anual de 371 a 1810 mm, a probabilidade de ocorrência da espécie se mantém constante, sendo seu valor 0,69.

A partir de 1810 mm, ocorre um crescimento na probabilidade de ocorrer que atinge o ponto máximo aos 3537 mm, com a probabilidade de 0,92 (92%). O aumento de ocorrência de erva-mate a partir de 1810 mm é de 22%.

O ponto de máxima probabilidade de ocorrência aos 3537 mm tem o potencial de refletir a distribuição e a preferência da espécie por ambientes úmidos, os quais geralmente situam-se em climas que se alternam temperado, subtropical e tropical, com possibilidade de grande variação de temperatura, com verões chuvosos e invernos mais secos (SCHEIDT e ARRUDA, 2006).

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que a variável precipitação anual tem significativa influência na ocorrência de *Ilex paraguariensis*, espécie que tem preferência por locais com precipitação anual acima de 1810 mm, tendo em vista que ocorre um crescimento de probabilidade de ocorrência de 22% no intervalo de 1810 a 3587 mm. Vale ressaltar que outros fatores podem influenciar, em conjunto com a precipitação, nas condições necessárias para o crescimento desta espécie, mais dados climáticos serão correlacionados em estudos futuros a fim de obter todas variáveis que influenciam diretamente nas características de desenvolvimento desta espécie.

Referências Bibliográficas

ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMÁN, L. J. M.; CORRÊA, G. Geração da curva alométrica para avaliar as reservas de carbono em plantios de Erva-Mate, no Sul do Brasil. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, v. 33, 2007. 18 p.

- ALENCAR, F. R. de. Erva-mate. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1960. 85p. (Produtos Rurais, 12).
- BALZON, D. R.; SILVA, J. C. G. L. da; SANTOS, A. J. dos. Aspectos Mercadológicos de Produtos Florestais Não-Madeireiros – Análise Retrospectiva. Revista Floresta 34 (3), Set/Dez, 363-371, Curitiba, PR. 2004.
- BEHLING, H.; PILLAR, V. D. Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. Philosophical Transactions Royal Society B, 362:243–251. 2007.
- BELLO, W. O mate. Rio de Janeiro, Sociedade Nacional de Agricultura, 46p. 1908.
- BIVANDI, R.; LEWIN-KOH, N. maptools: Tools for Reading and Handling Spatial Objects. R package version 0.9-1. Obtido em: <<https://CRAN.R-project.org/package=maptools>>. 2017
- BROWN J. H.; LOMOLINO, M. V. Biogeography. Sunderland, Sinauer, p. 691.1998.
- BONDARIK, R.; KOVALESKI, J. L.; PILATTI, L. A. A produção de erva-mate e o início da atividade industrial no estado do Paraná. In: II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. Ponta Grossa, Brasil. 2006.
- CANDIDO FILHO, J. Cultura da erva mate, *Ilex paraguariensis* (elementos de agricultura especial). O Matte, Curitiba, (8) :2-5,1930.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Curitiba: EMBRAPA/CNPFFlorestas, 1994.
- CANTERLE, L. P. Erva-mate e atividade antioxidante. Dissertação de Mestrado, UFSM, 100p., 2005.
- DUNNINGTON, D. prettymapr: Scale Bar, North Arrow, and Pretty Margins in R. R package version 0.1.5. 2016. Obtido em: <<https://CRAN.R-project.org/package=prettymapr>>.
- FERNANDES, A. Conexões florísticas do Brasil. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2003. 134 p.
- GORZALCZANY, S.; FILIP, R.; ALONSO, M. R.; MINÕ, J.; FERRARO, G. E.; ACEVEDO, C. Choleric effect and intestinal propulsion of mate (*Ilex paraguariensis*) and its substitutes or adulterants. Journal of Ethnopharmacology, v.75, p. 291–294, 2001.
- HIJMANS, R. J. raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 2.5-8. 2016. Obtido em: <<https://CRAN.R-project.org/package=raster>>.
- HIJMANS, R. J.; CAMERON, S.; PARRA, J. WorldClim 1.4 (current conditions). 2017
- HIJMANS, R. J.; PHILLIPS, S.; LEATHWICK, J.; ELITH, J. dismo: Species Distribution Modeling. R package version 1.1-4. 2017. Obtido em: < <https://CRAN.R-project.org/package=dismo>>.
- HOEHNE, F. C. Plantas de goso (a flora do Brasil). O Matte, Curitiba, (7) :18,1930.
- JULI, P. G.; JORDI, C.; ALBERT, F.; XAVIER, F. Coarse-scale plant species richness in relation to environmental heterogeneity. Journal of Vegetation Science 14: 661-668, 2003.
- LINHARES. T. História econômica do mate. Rio de Janeiro. Liv;aria José Otvrnpio. 522p. 1969.
- MACCARI J. R. A.; MAZUCHOWSKI, J. Z. (Coord.). Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate. Curitiba: Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-mate. Série PADCT, 1. 160 p., 2000.
- MACCARI, A. J.; SANTOS, A. P. R. Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate. MCT/CNPq/PADCT, Curitiba, PR, 2000.
- MEAZA G. Metodologia y práctica de la Biogeografía. Ediciones del Serbal, Barcelona, p. 392. 2000.
- NAIMI, B. usdm: Uncertainty Analysis for Species Distribution Models. R package version 1.1-15. 2015. Obtido em: <<https://CRAN.R-project.org/package=usdm>>.
- PEBESMA, E. J.; BIVANDI, R. S.. Classes and methods for spatial data in R. R News 5 (2). 2005. Obtido em: <<https://cran.r-project.org/doc/Rnews/>>.

- PHILLIPS, S. J.; SCHAPIRE, R. E. Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.0). 2017. Obtido em: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017. Obtido em: <<https://www.R-project.org/>>.
- SCHEIDT, G. N.; ARRUDA, E. J. Avaliação química e térmica de Erva-Mate: uma contribuição para a sustentabilidade na reserva Indígena Kaiowá e Guarani, Caarapó, MS. 2006. 18p. Dissertação (Mestrado): Curso de Desenvolvimento Local, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande.
- THUILLER, W.; GEORGES, D.; ENGLER, R.; BREINER, F. biomod2: Ensemble Platform for Species Distribution Modeling. R package version 3.3-7. 2017. Obtido em: <<https://CRAN.R-project.org/package=biomod2>>.
- ZUNINO M.; ZULLINI A. 2003 Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución. Ciudad de México, FCE. 359p.

PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE *ILEX PARAGUARIENSIS* SUBMETIDA AO DÉFICIT HÍDRICO

Felipe Dalla-zen Bertol⁽¹⁾; Dalvan José Reinert⁽²⁾; Samara Pozzan da Rocha⁽³⁾, Juçara Terezinha Paranhos⁽⁴⁾, Hilda Hildebrand Soriani⁽⁵⁾, Elói Paulus⁽⁶⁾, Breno Bevilaqua Heinz⁽⁷⁾, Marcelo Vielmo Afonso⁽⁸⁾

⁽¹⁾Bolsista de IC/Graduando. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: fe_bertol@hotmail.com.

⁽²⁾Professor Adjunto. UFSM, Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: dalvan@ufsm.br.

⁽³⁾Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. UFSM, Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: samarapozzan@gmail.com.

⁽⁴⁾Professora adjunta. UFSM, Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: jtparanhos@gmail.com.

⁽⁵⁾Professora adjunta. UFSM. Linha 7 de Setembro, s/n
BR 386 Km 40, Frederico Westphalen, RS, Brasil. Email: hildasoriani@gmail.com.

⁽⁶⁾Doutor em Ciência do Solo na UFSM.

⁽⁷⁾Mestrando Engenharia Agrícola. UFSM, Santa Maria. Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, Brasil. Email: breno_bevilaqua@hotmail.com.

⁽⁸⁾Mestre pela Universidade Federal de Santa Maria. Email: marcelo.afonso@iffarroupilha.edu.br.

Resumo: O consumo de erva-mate tem aumentado nos últimos anos, tornando-se importantes estudos que avaliem os parâmetros de crescimento desta espécie florestal. O objetivo do estudo foi avaliar a fluorescência da clorofila *a* de erva-mate em condições ótimas de desenvolvimento e no ponto de murcha permanente fisiológico. O estudo foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS. As mudas de erva-mate foram cultivadas com umidade a 80% da capacidade de campo até o momento em que o sistema radicular estivesse bem desenvolvido. Nesse momento foi suspensa a irrigação a fim de atingir o PMP. Ao atingir o PMP foram medidos o diâmetro do caule e a altura das plantas. A fluorescência da clorofila foi medida antes de cessar a irrigação e no PMP, com o uso de um fluorômetro modulado, sendo mensuradas: a fluorescência inicial (F_o), a fluorescência máxima (F_m), a relação entre a fluorescência variável (F_v) e aF_m e a taxa de transporte de elétrons (ETR). No PMP ocorreu redução da F_o , F_m , F_v/F_m e ETR. Em grande parte destes parâmetros ocorreu redução de aproximadamente 40% no PMP comparando com a condição de umidade ótima do solo, indicando que o aparato fotossintético foi severamente comprometido.

Palavras-chave: Erva-mate. Fotossíntese. Estresse hídrico.

Introdução

A erva-mate ocorre naturalmente em solos de baixa fertilidade, ácidos ou ligeiramente ácidos e muito intemperizados (Lorenço et al., 2001), devendo ser evitados solos úmidos não permeáveis (Lorenzi, 2009). A disponibilidade de água é um dos fatores que mais influencia a fotossíntese e, consequentemente, o crescimento das plantas (Marenco et al., 2014). O déficit hídrico prolongado pode causar degradação das clorofilas e o fechamento dos estômatos, afetando as trocas gasosas e reduzindo a taxa fotossintética. Assim, a medição da fotossíntese é uma ferramenta importante para avaliar o estresse hídrico da planta (Kalaji et al., 2014).

Uma das formas de se avaliar a fotossíntese são os métodos que se baseiam na fluorescência da clorofila (Kalaji et al., 2014). O uso de parâmetros da fluorescência tem sido utilizado principalmente por gerar dados quantitativos e qualitativos do aproveitamento da energia luminosa pelo Fotossistema II e relações com a capacidade de fotossíntese, além de ser uma análise não destrutiva (Correia et al., 2009). Há trabalhos com *Coffea Arabica* (Konrad et al., 2005); *Saccharum officinarum* L. (Willadino et

al., 2011), entre outras espécies agrícolas e florestais (Cruz et al., 2009; Silva et al., 2016). Entretanto, não há trabalhos com fluorescência da clorofila *a* com erva-mate. Nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar a fluorescência da clorofila *a* de erva-mate em condições ótimas de desenvolvimento e no ponto de murcha permanente fisiológico.

Material e métodos

O estudo foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, Rio Grande do Sul. O experimento foi conduzido de novembro de 2014, quando as mudas foram plantadas em vaso de 4 litros, até agosto de 2015, sendo constituído por dez mudas de erva-mate (dez repetições). As mudas de erva-mate, de aproximadamente 15 cm de altura, foram produzidas pela empresa Ambiflora, localizada em Chapecó, Santa Catarina, com o uso de sementes providas da Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). O solo utilizado no plantio foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Embrapa, 2013), com textura Franco arenosa (aproximadamente 62% de areia, 27% de silte e 11% de argila).

As mudas de erva-mate foram cultivadas em solo com umidade correspondente a 80% da capacidade de campo até julho de 2015, a fim de obter um bom desenvolvimento do sistema radicular. O controle da umidade do solo foi feito por meio da pesagem dos vasos. Foram colocados dois tubos de náilon (0,5 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento) no solo dos vasos para ter melhor irrigação das plantas em maior profundidade do solo, tendo em vista que as irrigações eram frequentes, podendo ocorrer selamento superficial do solo (**Figura 1a**).

A determinação do PMP fisiológico foi feita por meio da metodologia proposta por Briggs e Shantz (1912), os quais definem o PMP fisiológico como sendo o teor de água no solo em que a planta murcha e não recupera a turgescência de suas folhas, mesmo após ser colocada em câmara úmida e escura. Quando se verificou bom desenvolvimento do sistema radicular da erva-mate, suspendeu-se a irrigação do solo e a superfície do vaso foi vedada com papel alumínio, deixando apenas orifícios para a passagem do caule das plantas (**Figura 1b, 1c**).



Figura 1. a) Irrigação das mudas. b) Sistema radicular PMP. c) Planta no PMP.

Ao atingir o ponto de murcha permanente, foi realizada a medição da altura total das plantas e do diâmetro do caule a 5 e a 10 cm de altura da planta com o uso de régua graduada e paquímetro, respectivamente. Em seguida, foi feita a separação da planta em caule, raiz e folhas, os quais foram acondicionados em sacos de papel devidamente identificados e, então, colocados em estufa a aproximadamente 45°C, para a determinação da massa seca.

A análise da fluorescência da clorofila *a* foi realizada antes de cessar a irrigação e no PMP. As análises foram feitas na segunda folha de cada planta, contando a partir do ápice, com o uso de um

fluorômetro modulado (JUNIOR-PAM, Walz, Effeltrich, Alemanha). Para gerar as curvas de indução de fluorescência foram feitas medições às 8 horas sob uma radiação média de $600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A fluorescência mínima ou inicial (F_0) foi medida usando um pulso de luz modulado que não causa alterações fisiológicas significativas na planta. A F_0 é definida como emissão de luz pelas moléculas de clorofila *a* excitadas, antes da energia ser dissipada para o centro de reação do fotossistema II (PSII) (Campostrini, 2008). A fluorescência máxima (F_m) foi medida após a aplicação de luz actínica saturante ($10.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por 0,6 segundos. A F_m e a F_0 foram utilizadas para obter a fluorescência variável (F_v), sendo calculada por: $F_v = F_m - F_0$ e a eficiência quântica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) (Ferreira et al., 2015). A taxa de transporte de elétrons (ETR) foi medida as 6 horas, sendo avaliada por meio da geração de curvas de luz, onde cada amostra foi submetida a nove níveis de radiação (0;125;190;285; 420; 625; 820; 1150 e $1500 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) por 10 segundos, com o uso do fluorômetro modulado.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) e, tendo distribuição normal dos dados de fluorescência da clorofila *a* foram submetidos ao teste *t* pareado.

Resultados e Discussão

Quando o solo atingiu o PMP, a altura, o diâmetro a 10 e 5 cm de altura das plantas foram de 41,91 cm, 4,51 mm e 5,10 mm, respectivamente (**Tabela 1**). A massa seca média total foi 17,16 g. Após cessar a irrigação, ocorreu a senescência e queda das folhas. Segundo Cruz et al. (2009), à medida que a disponibilidade de água diminui, há redução na taxa transpiratória, e um aumento na síntese de ácido abscísico, acelerando a senescência foliar; as folhas mais velhas sofrem dessecação e, em seguida, ocorre a abscisão.

Tabela 1. Parâmetros dendrométricos da erva-mate no ponto de murcha permanente.

Altura	Diâmetro a 0,10 m	Diâmetro a 0,05 m	Massa seca de folhas	Massa seca de caule	Massa seca de raiz	Massa seca total
(cm)	(mm)	(mm)	(g)	(g)	(g)	(g)
41,91	4,51	5,10	5,91	3,77	8,74	17,16

A **Figura 2** mostra os resultados da análise da fluorescência da clorofila *a* antes e no ponto de murcha permanente. Tanto a fluorescência inicial (F_0) quanto a máxima (F_m) foram menores no PMP do que antes do mesmo. De acordo com Silva et al. (2006), a redução de F_0 evidencia, provavelmente, danos no centro de reação do fotossistema II. E, segundo o mesmo autor, a redução dos valores de F_m pode estar relacionada a inativação do fotossistema II nas membranas dos tilacóides, afetando o fluxo de elétrons entre o fotossistema II e I.

A eficiência quântica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) no PMP foi menor comparando com a condição inicial da erva-mate. Antes do PMP a relação F_v/F_m média foi de 0,72 e no PMP foi de 0,51. Bolhàr-Nordenkamp e Öquist (1993) observaram que valores da relação F_v/F_m abaixo de 0,725 indicam que a planta está sob fotoinibição. Para Schreiber (2004) as folhas das plantas geralmente mostram uma relação F_v/F_m de 0,8. Contudo, salientam que o valor dessa relação varia de acordo com as características e condições fisiológicas das plantas.

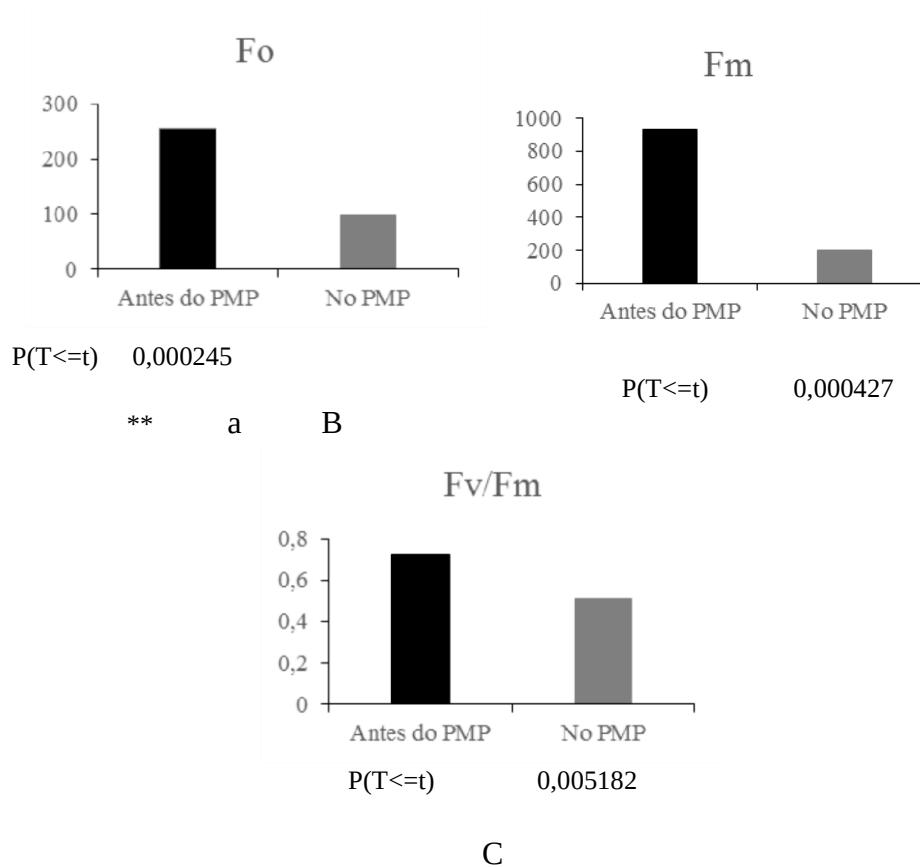


Figura 2. Fluorescência inicial (F_o), fluorescência máxima (F_m), relação entre fluorescência variável (F_v) e F_m.

A taxa de transporte de elétrons (ETR) aumentou com o aumento progressivo da radiação fotossinteticamente ativa e foi menor no PMP (**Figura 3**). Comparando com a condição ótima de umidade do solo, no PMP ocorreu uma redução de 41 e 44% respectivamente nas radiações de 125 e 1500 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

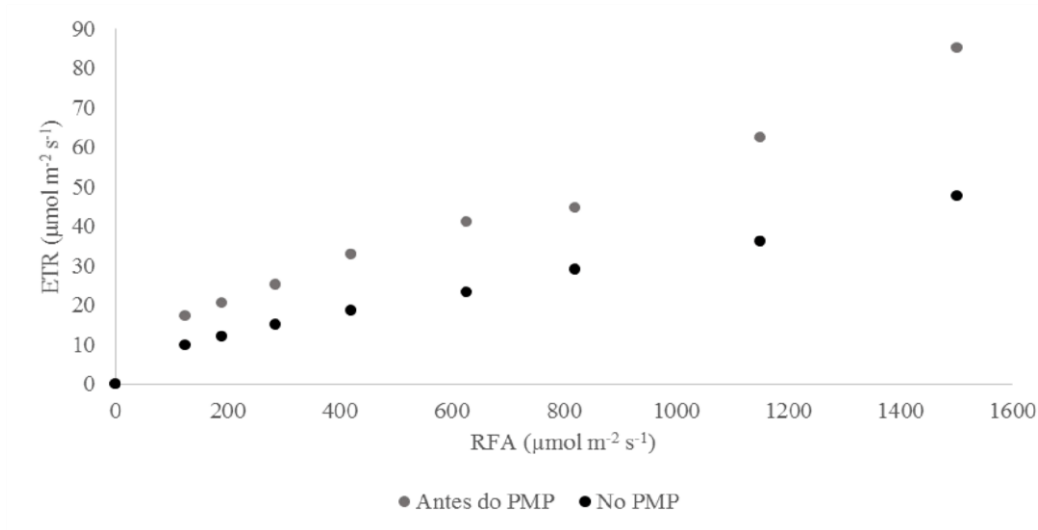


Figura 3. Taxa de transporte de elétrons (ETR, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em relação à radiação fotossinteticamente ativa (RFA, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) antes e no ponto de murcha permanente (PMP).

Devido à suspensão da irrigação há o fechamento estomático, o que faz com que se tenha uma redução da assimilação de dióxido de carbono (CO₂) e da concentração intracelular deste gás, resultando na redução do fluxo de elétrons (Taiz; Zeiger, 2013). Com a redução da assimilação de CO₂ em razão do estresse hídrico, os produtos da fase fotoquímica (ATP e NADPH₂) deixam de ser utilizados e a ciclagem destas moléculas podem afetar a taxa de transporte de elétrons entre os fotossistemas (Taiz; Zeiger, 2013).

Conclusões

Comparando com a condição de umidade ótima do solo, no PMP ocorreu redução da fluorescência inicial, da fluorescência máxima, da relação F_v/F_m , da eficiência fotoquímica efetiva máxima, indicando que o aparato fotossintético foi significativamente comprometido.

Referências Bibliográficas

- BERTOLLI, S. C.; SOUZA, J. de; SOUZA, G. M. Caracterização fotossintética da espécie isohídrica pata-de-elefante em condições de deficiência hídrica. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 196-205, 2015.9
- CAMPOSTRINI, E. Fluorescência da clorofila a: considerações teóricas e aplicações práticas. UFNF, Rio de Janeiro. 2008.
- BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; OQUIST, G. Chlorophyll fluorescence as a toll in photosynthesis research. In: HALL, D.; SCURLOCK, J. M. O.; BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P. (Eds.). **Photosynthesis and production in a changing environmental**. London: Chapman & Hall, 1993. cap. 12. p. 193-206
- COELHO, J. B. M. Ponto de murcha permanente fisiológico e potencial osmótico de feijão caupi cultivado em solos salinizados. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.7, p.708-713, 2014.
- CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v.40, p.514-521, 2009.
- CRUZ, M. DO C. M. DA C. et al. Fluorescência da clorofila a em folhas de tangerineira 'Ponkan' e limeira ácida 'tahiti' submetidas ao estresse hídrico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 896-901, 2009.
- BRIGGS, L. J.; SHANTZ, H. L. The wilting coefficient for different plants and its indirect determination. Washington: Department of Agriculture, Bureau of Plant Industries. U. S. Gov. Printing Office, 1912. 83p.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 685 p.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 306 p.
- FERREIRA, P. A. A. et al. *Rhizophagus clarus* and phosphate alter the physiological responses of *Crotalaria juncea* cultivated in soil with a high Cu level. *Applied Soil Ecology*, 91, p. 37 – 47, July 2015.
- KALAJI, H. M., et al. Frequently asked questions about in vivo chlorophyll fluorescence: practical issues. *Photosynth Research*, v.122, p.121-158, 2014.
- KOLENC, K., et al. Hop (*Humulus lupulus* L.) response mechanisms in drought stress: Proteomic analysis with physiology. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.105, p.6778, 2016.
- KONRAD, M. L. F., SILVA, J. A. B., FURLANI, P. R., & MACHADO, E. C. (2005). Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. *Bragantia*, 64(3), 339-347.

- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2009. 384 p.
- LOURENÇO, R. S. et al. Influência da cobertura morta na produtividade da erva-mate. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo: EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. n. 43, p. 113-122, 2001
- MARENCO, R. A. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. Revista Ceres, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 786-799, 2014.
- MATIESKI, T., et al. Análise técnica e estudo da viabilidade econômica de uma agroindústria de processamento de erva-mate no município de Casca – RS. Agropecuária Técnica, n.1, v.36, p.18-23, 2015.
- MOLINE, E. F. da V., et al. Ponto de murcha permanente em solos arenoso e argiloso utilizando o tomateiro como cultura indicadora. Global Science and Technology, Rio Verde, v. 06, n. 01, p.164 – 170, 2013.
- OLIVEIRA, S. V. de.; WAQUIL, P. D. Dinâmica de produção e comercialização de ervamate no Rio Grande do Sul. Ciência Rural, Santa Maria, v.45, n.4, p.750-756, 2015.
- SCHREIBER, U. Pulse-Amplitude-Modulation (PAM) Fluorometry and Saturation Pulse Method: An Overview. In: PAPAGEORGIOU, G. C.; GOVINDJEE (Eds). **Chlorophyll a Fluorescence: a Signature of Photosynthesis**. vol.19. Dordrecht: Springer, 2004. cap.11, p. 279319.
- SILVA, M. M. P. da. Eficiência fotoquímica de gramíneas forrageiras tropicais submetidas à deficiência hídrica. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.1, p.67-74, 2006.
- SILVA, E. C. da, et al. Different levels of water deficit induces changes in growth pattern but not in chlorophyll fluorescence and water relations of Hancorniaspeciosa Gomes seedlings. **Scientia Plena**, v.12, n.2, p.1-13, 2016.
- WILLADINO, L., et al. Estresse salino em duas variedades de cana-de-açúcar: enzimas do sistema antioxidativo e fluorescência da clorofila. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 417-422, 2011.

Economia, Legislação e Aspectos Sociais

ANÁLISE DA ADOÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO EM ERVATEIRAS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

**Bruna Bresolin Roldan¹; Mila Carolina Pereira Noronha²; Ilvandro Barreto de Melo³; Gaspar Scheid⁴
Maria Aparecida Ferreira Frozza⁵; Lucas Bonacina Roldan⁶**

¹ Extensionista Rural Nível Superior Agropecuária. EMATER/RS. Rua Botafogo, 1051, Porto Alegre-RS, Brasil.
Email: bbresolin@emater.tche.br

² Extensionista Rural Nível Superior Agropecuária. EMATER/RS. Rua Botafogo, 1051, Porto Alegre-RS, Brasil.
Email: mnoronha@emater.tche.br

³ Extensionista Rural Nível Superior Agropecuária. EMATER/RS. Avenida Presidente Vargas, 100, Passo Fundo-RS, Brasil. Email: ibareto@emater.tche.br

⁴ Extensionista Rural Nível Superior Agropecuária. EMATER/RS. Avenida Luiz Milani, 964, Frederico Westphalen-RS, Brasil. Email: gscheid@emater.tche.br

⁵ Especialista em Saúde. Secretaria Estadual de Saúde. Rua Fagundes dos Reis nº 757, Passo Fundo-RS, Brasil.
Email: maria-frozza@saude.rs.gov.br

⁶ Professor da Escola de Negócios – PUCRS; Av. Ipiranga, 6681, prédio 50, 10º. Andar, Porto Alegre, RS, Brasil. Email: lucas.roldan@pucrs.br

Resumo: O programa de boas práticas de fabricação é exigido pela legislação de alimentos e deve ser implementado por toda indústria de alimentos, visando garantir a produção de um alimento seguro. A Secretaria de Saúde, juntamente com a EMATER/RS-Ascar, constituiu um grupo de trabalho, que possibilitou a discussão sobre o setor ervateiro, devido às peculiaridades que a produção de erva-mate possui, para posterior publicação da Portaria nº194/2016, tornando obrigatório o estabelecimento ter um responsável pela implantação/implementação das boas práticas de fabricação que tenha participado de um curso de Boas Práticas de Fabricação para Erva-Mate e derivados. Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adoção das Boas Práticas de Fabricação nas ervateiras, após a participação no curso. Foram entrevistados treze cursistas, através de um questionário semiestruturado que foi analisado através de análise de conteúdo. Os resultados mostraram que a implantação do programa de boas práticas de fabricação é um processo que não se dá de maneira homogênea nos diferentes requisitos analisados, tendo como principais dificuldades enfrentadas a resistência dos manipuladores as mudanças exigidas referentes a hábitos e comportamentos e também referente aos investimentos exigidos para implementar as reformas nas estruturas físicas e equipamentos.

Palavras-chave: Erva-mate. Qualidade. Boas práticas de fabricação.

Introdução

As boas práticas de fabricação (BPF) são os procedimentos necessários para garantir a qualidade dos alimentos e, consequentemente, a saúde do consumidor (Brasil, 1997). Além de atender as exigências da legislação, a adoção das BPF é uma oportunidade de melhoria contínua, proporcionando um ambiente organizado, com padronização dos procedimentos, comprometimento dos funcionários e cronograma de treinamentos (Da Cas, 2010.)

A erva-mate, assim como os demais alimentos, deve atender aos requisitos exigidos pela legislação e, além disso, atende às exigências impostas pelos consumidores, que cada vez mais estão informados e em busca de alimentos certificados, saudáveis, com preço justo e com qualidades que vão além do sabor (Maccari Junior, 2005; Valent et al., 2014).

O processamento da erva-mate envolve operações unitárias e equipamentos diferenciados da maioria dos fluxogramas de produção de alimentos, possui uma forte raiz cultural, de um “saber fazer” artesanal, além de ser a bebida símbolo do Estado do Rio Grande do Sul. Devido a essas características, existem peculiaridades inerentes a este tipo de processo, como, por exemplo, a não

utilização de água para higienização de equipamentos e edificações e uso de madeira nas tulhas de armazenamento, nos soques e em alguns casos, revestindo as salas de armazenagem.

Com o objetivo de padronizar os processos de higienização, desmistificar alguns mitos criados e promover a legalização de empreendimentos, no ano de 2011, a Divisão de Vigilância Sanitária, Coordenadorias Regionais de Saúde da Secretaria de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul, juntamente com a EMATER/RS-Ascar, constituiu um grupo de trabalho, já que o Estado possui mais de 200 estabelecimentos produtores de erva-mate, sendo que parte dos mesmos se mantinha na informalidade. A parceria entre as duas entidades possibilitou o consenso em relação ao uso de água e madeira, com a elaboração de procedimentos operacionais padrão (POPs) para higienização, criação de um *checklist* específico experimental para as ervateiras e a publicação de uma Portaria Estadual (nº194/2016), tornando obrigatório o estabelecimento ter um responsável pela implantação/implementação das BPF que tenha participado de um curso de Boas Práticas de Fabricação para Erva-Mate e derivados, com carga horária de 40 horas/aula, que é ministrado nos centros de formação da EMATER/RS-Ascar.

Até o momento, já foram capacitadas mais de 60 ervateiras, pertencentes aos cinco polos ervateiros do Estado. E, para verificar se o conteúdo que está sendo repassado em sala de aula está proporcionando mudanças nas indústrias, fez-se necessário uma pesquisa. Frente ao exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adoção das Boas Práticas de Fabricação em ervateiras do Polo Alto Vale do Taquari, após a participação no curso.

Metodologia

A pesquisa realizada caracterizou-se por ser um estudo de caso múltiplo, onde a unidade de análise foi representada por cada ervateira entrevistada (Yin, 2005). As amostras foram definidas de modo não-probabilístico e por conveniência (Gil, 2007). Assim, foram selecionadas para a pesquisa as ervateiras do Polo Alto Vale do Taquari, dos municípios de Ilópolis e Arvorezinha, que participam dos cursos de Boas Práticas de Fabricação para erva-mate e derivados, nos meses de outubro e novembro de 2016.

Foram realizadas visitas há dezessete ervateiras, porém em treze delas as pessoas que participaram dos cursos estavam presentes e se prontificaram em participar da pesquisa, sete ervateiras em Ilópolis e seis ervateiras em Arvorezinha. As entrevistas realizadas utilizaram um roteiro semiestruturado, que se caracterizam por serem mais flexíveis, possibilitando que o entrevistador instigue o entrevistado a expor a sua opinião sobre determinado assunto e explore com profundidade este assunto (Yin, 2005).

As entrevistas foram gravadas para posterior transcrição, sendo que as perguntas trataram da caracterização da empresa e opinião sobre a adoção das boas práticas de fabricação na ervateira. A **Tabela 1** apresenta a caracterização das treze ervateiras entrevistadas, sendo que todas possuem Alvará Sanitário.

Tabela 1. Caracterização das ervateiras entrevistadas

Idade	6 com menos de 10 anos	7 com mais de 10 anos
Porte*	10 microempresas	3 pequenas empresas
Produção	2 até 10.000 kg/mês	8 entre 11.000 a 50.000kg/mês
		3 mais de 100.000kg/mês

*Classificação de acordo com Sebrae (2017).

Para análise dos resultados utilizou-se análise de conteúdo, que consiste nas seguintes etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação (Bardin,

1977). A compilação dos dados e a criação dos gráficos foi realizada com o auxílio do programa Microsoft Excel.

Resultados e Discussão

A respeito do que entendem sobre Boas Práticas de Fabricação, os entrevistados responderam se tratar de procedimentos de higiene e limpeza, que garantem a qualidade, frisando que a erva-mate é um alimento, porém foram unâimes em responder que somente conseguiram implantar uma parte das BPF em suas empresas. Resultados semelhantes foram encontrados por Stefanello, Linn e Mesquita (2009), em pesquisa com cozinheiras de serviços de alimentação, que responderam entender que boas práticas de fabricação são normas para atingir qualidade, e importantes para produzir um alimento seguro.

Em relação às mudanças provocadas pelo curso na ervateira, quatro responderam que posteriormente a realização do curso houveram reformas na estrutura física das indústrias, em três houveram mudanças nos procedimentos de higiene e em duas houveram reformas na estrutura física e mudança nos procedimentos de higiene, nas demais houveram poucas mudanças que não foram classificadas.

Foi possível verificar que os itens que foram reestruturados pelo maior número de ervateiras foram: colocação de telas nas janelas e colocação de paredes, possivelmente isso se deve ao fato da importância dada a esses itens durante o curso. O isolamento do setor de empacotamento é frisado durante todo o curso, devido a sua importância, por ser um ponto de controle e seu isolamento ser exigido pelas Coordenadorias de Saúde. A colocação de telas nas aberturas é exigência da legislação (Portaria nº326/1997-Anvisa) e importante no processamento de erva-mate, que costuma atrair pássaros e insetos. O item organização da lenha também é bastante discutido no curso por possuir potencial para se tornar um abrigo para pragas e vetores.

Os demais itens foram adequados conforme as necessidades individuais de cada indústria, e também quando questionados sobre quais foram as maiores dificuldades para a implantação das BPF, dez responderam encontrar na resistência dos funcionários as mudanças a maior dificuldade e três responderam que o dinheiro para investir nas reformas necessárias é a maior dificuldade. Resultados semelhantes foram encontrados para as agroindústrias familiares (Nascimento Neto et al., 2007).

Com relação aos procedimentos de higiene, seis declararam ter revisado seus procedimentos após a participação no curso, e citaram como exemplo as mudanças realizadas: uso de aspirador de pó para a limpeza de equipamentos, mudança dos procedimentos de higienização dos banheiros e das mãos. Nenhuma ervateira declarou ter realizado mudança no *layout* de equipamentos após o curso.

Quando questionados a respeito dos treinamentos feitos nas ervateiras sobre as BPF, seis empresas disseram ter realizado treinamentos após o curso, três declararam não ter realizado, mas irão realizar e quatro não realizaram e não estão com treinamentos previstos para os próximos meses. A capacitação é fundamental para a disseminação do conhecimento e padronização dos procedimentos e é a oportunidade de transformar o comportamento e os hábitos dos manipuladores, dita como uma das principais dificuldades enfrentadas para a implantação do programa de boas práticas de fabricação (Da Cas, 2010).

Quando questionados se após a capacitação foi providenciado alguma alteração de rótulo, dos treze entrevistados, nove declararam ter adequado suas embalagens a legislação e dessas, quatro solicitaram esgotamento do estoque de embalagens existente para a Coordenadoria Regional de Saúde a qual pertence. Um entrevistado disse ter comunicado a Direção da empresa a necessidade de alteração de rotulagem.

Em relação à documentação, em oito ervateiras o manual de Boas Práticas de Fabricação e/ou POPs, ficam guardados no escritório, porém a documentação deve estar disponível aos manipuladores na área de produção, para que seja consultada facilmente e a qualquer momento. Oito possuem

planilhas de controle implantadas, duas estão em processo de implantação e três não possuem. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos sobre BPF em padarias, onde grande parte dos estabelecimentos não possuem a documentação completa exigida pela legislação (Schimanowsk e Blumke, 2010; Stangarlin et al., 2009).

Para avaliar-se o grau de adoção das boas de fabricação, dividiu-se o programa em sete categorias: edificações e instalações, higienização das instalações, fluxo de produção, higiene e comportamento pessoal, treinamento, rotulagem e documentação. Foi possível verificar, como mostrado na Figura 1, que o grau de adoção entre os itens difere entre si, ou seja, as empresas priorizam determinados itens, possivelmente, como visto anteriormente, devido aos investimentos que são necessários para a implantação e também devido às dificuldades enfrentadas frente a mudança de hábitos e comportamentos. E há também as necessidades individuais de cada empresa. Os itens que se mostraram mais homogêneos foram o fluxo de produção, pois a grande maioria não necessitou fazer alterações no fluxo, o treinamento, pois grande parte realizou reuniões e treinamentos com as equipes de trabalho e rotulagem, pois também grande parte das ervateiras necessitam fazer ajustes nos seus rótulos.

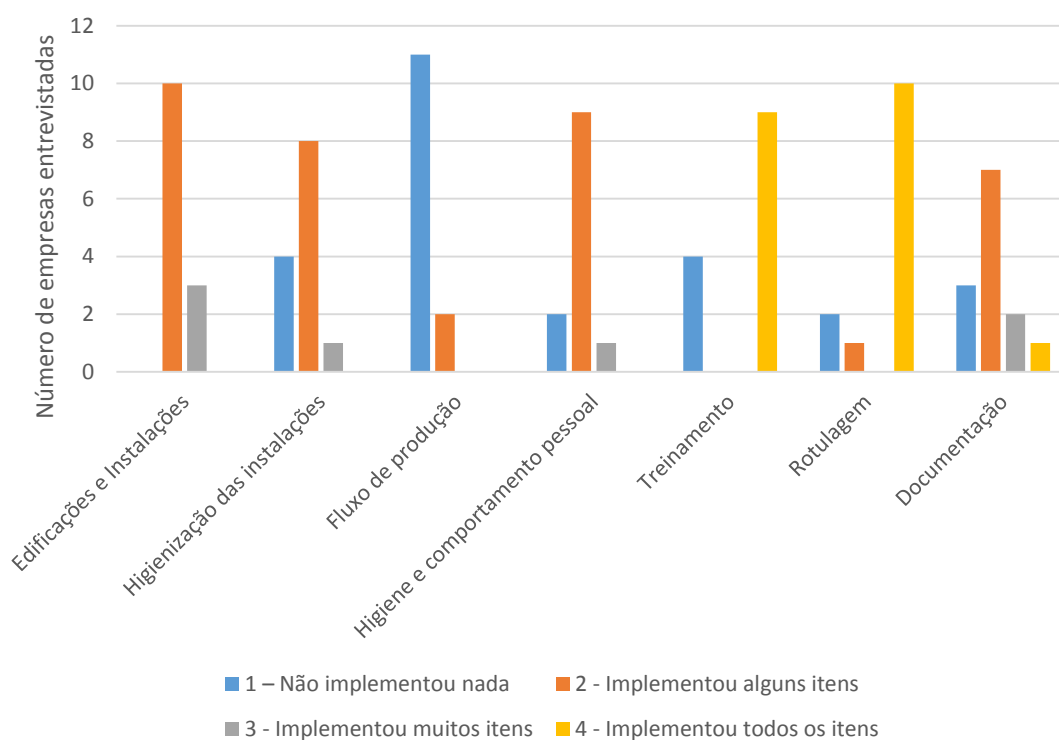


Figura 1. Grau de adoção das Boas Práticas de Fabricação

Conclusões

As análises realizadas relatam que a implantação do programa de boas práticas de fabricação é um processo complexo e que não ocorre da mesma maneira nos diferentes critérios analisados, tendo como principais complicações enfrentadas a resistência dos manipuladores as mudanças exigidas referentes a hábitos e comportamentos e também devido aos altos investimentos exigidos para implementar as reformas nas estruturas físicas e equipamentos.

O setor ervateiro, apesar das peculiaridades do processamento, possui as mesmas dificuldades de implantação das boas práticas de fabricação verificadas em outros setores alimentícios, sendo necessário a conscientização dos proprietários e administradores sobre a importância da implantação

do programa de boas práticas de fabricação, não só para atendimento a legislação, mas sim para garantir a oferta de um alimento seguro ao consumidor, e também como uma ferramenta de apoio a gestão.

A pesquisa limitou-se ao Polo do Vale do Alto Taquari, sugerindo-se para próximos estudos expandir o número de amostras e aplicação dos questionários nos cinco polos ervateiros do estado.

Agradecimentos

Os autores agradecem a EMATER/RS-Ascar e a Secretaria Estadual de Saúde.

Referências Bibliográficas

- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa. 1977.
- BRASIL. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997 – Aprova o regulamento técnico” condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos”, 1997. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388704/Portaria%2BSVS-MS%2BN.%2B326%2Bde%2B30%2Bde%2BJulho%2Bde%2B1997.pdf/87a1ab03-0650-4e67-9f31-59d8be3de167>>. Acesso em 07 de março de 2017.
- BRASIL. RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002 –Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos, 2002. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_275_2002_COMP.pdf/fce9dac0-ae57-4de2-8cf9-e286a383f254>. Acesso em 07 de março de 2017.
- DA CAS, M. R. D. Implementação de boas práticas de fabricação (BPF) em indústria beneficiadora de erva-mate. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, RS. 2010, 136p.
- GIL, Antonio Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 206p. 2007.
- MACCARI JUNIOR, A. *Análise do pré-processamento da erva-mate para chimarrão*. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, SP. 2005, 199p.
- NASCIMENTO NETO, F., ALVARENGA, A. L. B., GOMES, C. A. A., MACHADO, R. L. P., CRIBB, A. Y. gargalos de implementação de manual de boas práticas de fabricação em agroindústrias: um estudo de caso. Sober, Londrina, 2007.
- SCHIMANOWSK, N. T.; BLÜMKE, A. C. Adequação das boas práticas de fabricação em panificadoras do município de Ijuí-RS. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 14, n.1, p. 58-64, 2011.
- SEBRAE. Definição de porte de estabelecimentos segundo o número de empregados. Disponível em:<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/MPE_conceito_empregados.pdf>. Acesso em: 10 de março de 2017.
- STANGARLIN, L.; DELEVATI, M. T. S.; SACCOL, A. L. Avaliação da implementação do manual de boas práticas e procedimentos operacionais padronizados em serviços de alimentação – 2º parte – Santa Maria – RS, 2006. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 23, n. 168/169, p. 24-27, 2009.
- STEFANELLO, C., L.; LINN, D. S., MESQUITA, M. O. Percepção sobre boas práticas por cozinheiras e auxiliares de cozinha de uma UAN no Noroeste do Rio Grande do Sul. *Vivências*, Erechim, n.8, p.93-98, 2009.

VALENT, J. Z.; VIEIRA, T. R.; BRUZZA, A.; RODRIGUES, R. G.; CELIA, A. P.; SCHMIDT, V. Fatores determinantes do consumo de alimentos certificados no Brasil. *Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.18, p.57-65, 2014.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3.ed. São Paulo: Bookman, 2005.

A ERVA-MATE COMO ELEMENTO IMPORTANTE NA FORMAÇÃO E IDENTIDADE CULTURAL DO CIDADÃO PONTAPORANENSE

Márcio A. dos Santos¹; Carlos O. Zamberlan²; Moises Centenaro³; Aline Robles Brito⁴

¹ Bolsista (CAPES), Mestrando do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos (PPGDRS). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS, - Ponta Porã. Rua Itibiré Vieira Km 4,5, S/n, Residencial Julia de Oliveira Cardinal, Ponta Porã-MS, Brasil. E-mail: mar.aqui.santos@gmail.com

² Professor Doutor, Adjunto, Pesquisador e Coordenador do Programa Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos (PPGDRS). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS. Rua Itibiré Vieira Km 4,5, S/n, Residencial Julia de Oliveira Cardinal, Ponta Porã-MS, Brasil. E-mail: otaviozamberlan@gmail.com

³ Professor Doutor, Adjunto e Pesquisador. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS. Rua Itibiré Vieira Km 4,5, S/n, Residencial Julia de Oliveira Cardinal, Ponta Porã-MS, Brasil. E-mail: m.centenaro@uems.br

⁴ Bolsista (UEMS), Mestranda do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos (PPGDRS). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS, - Ponta Porã. Rua Itibiré Vieira Km 4,5, S/n, Residencial Julia de Oliveira Cardinal, Ponta Porã-MS, Brasil. E-mail: alinerobles.brito@gmail.com

Resumo: Transformações, mudanças e evoluções são inevitáveis, bem como indiscutíveis para as estruturas sociais em um mundo cada vez mais globalizado. Sob essa perspectiva o presente estudo buscou evidenciar, dentro de um contexto histórico-cultural, a percepção do cidadão pontaporanense frente à sua formação identitária pela influência histórica e atual da exploração ervateira na região. Dessa forma, *a priori* por meio da pesquisa bibliográfica buscou-se abordar desde a conceituação acerca de identidade, cultura e aculturação global e seus impactos locais, visando reunir informações e conteúdo na literatura histórica e atual, que corroborassem na discussão dessa temática. Para o escopo metodológico do estudo empírico elaborou-se uma questão única geradora de narrativa para a realização de entrevistas, que foi delimitada a um pequeno grupo com representatividade em diferentes esferas sociais e profissionais. Assim, por meio da análise de conteúdo das entrevistas constatou-se que a erva-mate, realmente se apresenta como um importante elemento capaz de gerar o sentimento de pertencimento identitário dos populares pontaporanense, encontrando no tereré, no mate e em outras manifestações culturais que tiveram sua origem nos ervais no Sul do antigo Mato Grosso do século XIX e que ecoam até os dias atuais.

Palavras-Chave: Identidade Cultural. Pertencimento. Ponta Porã. Erva-Mate.

Introdução

Considerar os aspectos culturais e suas particularidades nos processos de formação de uma sociedade tornaram-se fatores estimulantes para compreender as raízes que dão origem a identidade coletiva e compartilhada daqueles que estão inseridos dentro de uma mesma realidade social. Assim, as primeiras ideias aqui apresentadas objetivam descrever e definir o que vem a ser cultura. Sob uma ótica antropológica, Edward Tylor¹ (1832-1917) em seu livro *Primitive Culture* (1871), considerava a cultura como um fenômeno natural que possui causas e fenômenos regulares que a partir do momento que se apresenta assertivo para a condução de um grupo ou tribo, tornam-se práticas a serem adotadas e consequentemente, disseminadas.

A cultura nesse sentido fomenta desde então, preocupações tanto para a compreensão das sociedades modernas, quanto àquelas que perdem seus comportamentos, crenças e costumes com o passar do tempo. Corroborando Santos (2006) destaca duas vertentes para significar cultura, sendo a primeira remetendo-se a todos os aspectos de uma realidade social e a segunda refere-se especificamente ao conhecimento, costumes, crenças e ideias de um povo.

A identidade cultural, assim caracteriza-se como “o sistema integrado de padrões de comportamentos aprendidos, os quais são característicos dos membros de uma sociedade e não o resultado de uma herança biológica [...], transmitida e aprendida somente através da comunicação e aprendizagem”, (Hoebel e Silva; 2005, p. 4 *apud* Kleinschmitt e Guareschiykegaya; 2012, p. 96). não obstante, podem-se considerar inúmeros fatores que possuem papel influenciador na formação e concretização do comportamento humano e social afirma Hall (2004), porém, somente a cultura surge como um sistema que adapta as comunidades humanas à essência e à natureza do ser.

Tal aspecto reforça a afirmação de Laraia (2001) ao dizer que o modo de organização social e econômica de uma comunidade tornam-se padrões de agrupamentos de suas práticas, sejam elas políticas ou de caráter religioso, bem como suas crenças e assim por diante.

Contextualizando, o estado de Mato Grosso do Sul possui em seu enredo histórico – desde a sua criação no ano de 1977, pelo presidente Ernesto Geisel - manifestações culturais importantes em todos os seus municípios, destaca-se assim a cidade de Ponta Porã – objeto do presente estudo, pois devido ao seu processo de formação social, recebeu fortes influências advindas dos processos que a exploração da erva-mate estimulou nesta região.

Outra peculiaridade que pode ter sido preponderante nos aspectos culturais dessa sociedade é o fato desse município fazer fronteira com a cidade paraguaia de Pedro Juan Caballero logo após o término da Guerra do Paraguai em 1870. Realidade esta, que transformou a cidade em epígrafe, ao passo que se tornou singular segundo Fróes (2007) com o título dado pelo Sr. D. Aquino Corrêa, bispo de Cuiabá em 1920 de “Princesinha dos Ervais”.

Complementando Barboza (2012) afirma que esse título teve como seu precursor Tomás Laranjeiras, fundador da icônica fazenda “Mate-Larangeira”, que mesmo entre diversas contrariedades, tornou-se fundamental para a criação do núcleo urbano pontaporanense. Desse modo, a erva-mate, nesse período, torna-se uma espécie de “ouro-verde”, com um carregamento exploratório econômico bastante forte que em meio a conturbadas fases, e ainda reúne povos e costumes diferentes num mesmo território. Sob este prisma, identifica-se a premissa de que não se pode falar de cultura nem tampouco de suas definições sem pensar na sociedade a qual se refere, como um processo ativo, pois a cultura possui um caráter imitativo ou de idênticas manifestações compartilhadas, assimilando e convergindo (Chacarosqui, 2010).

Com efeito, diversos povos e aglomerados urbanos, se formam em torno de determinadas atividades ou interesses comuns, sejam de caráter social ou econômico. Nessa ótica, surge o importante objetivo proposto do referido estudo – evidenciar a influência histórica que a erva-mate possui sobre a formação da identidade cultural do cidadão pontaporanense. Tal aspecto histórico vem de encontro a uma realidade preocupante no âmbito formacional do município, que é a perda gradativa da intangibilidade deste reconhecimento que integra uma parte importante da história sul matogrossense, mas principalmente do cidadão pontaporanense frente à sua influência social e cultural.

Nesse sentido, torna-se uma proposta ímpar para o contexto socioeconômico e cultural da região sul do MS, enriquecendo ainda mais a discussão entorno dos aspectos próprios e específicos que a exploração da erva-mate fomentou neste território, desde o enredo histórico, bem como suas influências para as manifestações culturais e identitárias dos atores e agentes locais, como o tereré, o mate e a diversidade que permeia esse elemento até os dias atuais.

Metodologia

A referida pesquisa, possui caráter qualitativo com método de entrevistas-episódicas narrativas semiestruturada. Segundo Flick (2009, p. 172), “o conhecimento episódico possui uma organização que se aproxima mais das experiências, estando associado a situações e a circunstâncias concretas, ao passo que o conhecimento semântico baseia-se em suposições e em relações abstraídas destas e generalizadas”. Nesse sentido, nota-se que a entrevista episódica possibilita diferentes apresentações

à temática na forma de uma narrativa, assim também, são mais próximas das experiências do que outras formas de apresentações.

Nesse sentido, as contribuições empíricas dos atores locais se apresentam como posições de grande importância para o sucesso do presente estudo, onde foram escolhidos de forma relevante e contributiva para a análise das narrativas de cada um conforme (**Tabela 1**). As entrevistas foram realizadas nas residências de cada entrevistado, com agendamento prévio para a total atenção e aproveitamento positivo do tempo. Ao todo foram escolhidos 5 (cinco) entrevistados que possuem diferentes experiências e atividades sociais e profissionais sem influência do pesquisador.

Tabela 1 – Perfis dos entrevistados

Características e informações dos participantes entrevistados						
Identificação	Data	Duração	Sexo	Idade	Profissão	Escolaridade
AAQ	11/12/16	8'57''	M	31	Projetista	Ens.Méd.C.
IVG	11/12/16	9'04''	M	69	Professor Aposen.	Sup.C.
VH	09/12/16	8'24''	F	41	Func. Pública	Pós-Grad.
MH	09/12/16	8'27''	M	34	Orientador Físico	Sup.C.
DB	10/12/16	8'22''	F	27	Func. Pública	Sup.C.

Fonte: elaborada pelo autor a partir de Flick (2009).

Após a informação, bem como do propósito do estudo, fez-se a pergunta geradora de narrativa, onde se buscou a aproximação do contexto e diálogo comum dos entrevistados, sendo: “*Como o Sr., Sra., você percebe que a erva-mate e toda a sua história são importantes para o município de Ponta Porã e para o povo pontaporanense?*”.

Nesse sentido, para a compreensão da análise do conteúdo dos dados obtidos, as entrevistas foram transcritas de acordo com os resultados e discussões da temática evidenciada pelo referencial teórico e suas contribuições, pois como afirma Flick (2009, p. 266), “em seu conjunto, esse processo representa um aspecto essencial na construção da realidade no processo de pesquisa”.

Resultados e Discussões

O presente texto é fruto de um estudo maior de pesquisa *in loco*, no qual reúne informações que contemplem o respectivo tema através da questão narrativa episódica de caráter semiestruturada conforme já citado. O universo empírico das referidas amostras (entrevistados), como atores locais, bem como em diferentes obras literárias, evidenciou o enraizamento influenciador e sociocultural da erva-mate frente à identidade cultural dos habitantes do município de Ponta Porã-MS. Com a formulação de narração por parte da questão geradora, os entrevistados – em sua maioria – se mostraram familiarizados apenas com os hábitos de consumo comuns da erva-mate como o tereré, o mate ou chimarrão e o “cocido”, bebidas típicas regionais,

Com a formulação de narração por parte da questão geradora, os entrevistados – em sua maioria – se mostraram familiarizados apenas com os hábitos de consumo comuns da erva-mate, o entrevistado AAQ declarou que:

AAQ.: “Então né[...] como a gente tinha conversado (*) a erva-mate, assim (*) ela é sagrado né, o tereré, a gente inicia nove horas da manhã inicia, tem o tereré pra gente “tomá”, tanto é que esse remédio “jujo” que a gente fala só encontra na parte da manhã, que são vários remédios medicinais que se utiliza nesse tereré[...].”

O consumo de erva-mate no tereré se apresenta forte também na explicação e fala do entrevistado MH, dizendo que:

MH.: “Então, na, na, nossa escola (*) ainda é liberado “tomá” o tereré, mas eu ouço que

em alguns lugares o pessoal não deixa “tomá” não, mas lá é tranquilo, lá é “sussegado” – a gente toma o tereré praticamente assim (*) o tereré fica pronto lá em cima da mesa o dia todo, não tomando o dia todo porque tem que trabalhar (risos)[...]”

Este hábito se considera um dos pontos de ligação e convivência social de ambos os lados da fronteira, perguntada sobre isso, DB corrobora dizendo que:

DB.: “Bom, a minha vida mais é tereré né (*) na questão assim di, quando chega colegas em casa (* pensando) é, primeira coisa que a gente convida assim, é, a, o tereré né – i acho que pela cultura mesmo aqui da região né, fronteira (* pensando) a gente, a gente costuma usar mais assim mesmo[...]

Nesse aspecto, MH afirma que o conhecimento histórico e cultural não é levando em consideração pela grande maioria dos atores locais, dizendo que:

MH.: “Eu acho mais assim, na prática, não na teoria sabe (*pausa) e algum, e esses pontos assim que as vezes a gente (*) toma o tereré pelo gosto, porque gosta do tereré (*pausa) mais não pensa na, no , né (confuso) no valor que tem na verdade, no valor que o tereré tem[...]

A fala de VH se coloca bastante direcionadora quando perguntada sobre esse aspecto, dizendo que:

VH.: “A erva mate é importante porque é a identidade do povo daqui (*pausa) né, se você vai falar de Ponta Porã (*pausa) remete o tereré, que é fronteira com o Paraguai, então, é, já tá, (*pausa) é uma coisa que já tá enraizada na cultura, né, então, por mais que não, (*pausa) você não encontre mais plantações de erva-mate, né, no município, a cultura é (*pausa) algo que passa de geração pra geração (*pausa) e o tereré aqui na fronteira (*pausa) é visível a todo o momento[...]

Nesse sentido, AAQ afirma que o aspecto histórico e formacional da região por parte da atividade ervateira se apresenta bastante tensa, em seu relato a convivência cotidiana acaba por gerar conclusões distorcidas, seja pelo fato do mesmo exercer sua profissão na cidade de Pedro Juan Caballero e residir no município de Ponta Porã, ou pelo fato de sua família, como a família de sua esposa, possuírem origem paraguaia direta.

AAQ.: “Sim, é, tem, tem – tem famílias né dela, que tio, né mesmo que hoje mora na região próxima né, Dourados, e assim eu (*pensando), tive o privilégio de tar ouvindo ele contar

no lado brasileiro das cidades gêmeas. Seu preparo consiste na queima da erva triturada com carvão e açúcar, logo depois se faz a inserção de água quente e procede-se com a coagem para o consumo, muitos adicionam leite logo depois de pronto.

A erva-mate como elemento importante na formação e identidade cultural do cidadão pontaporanense

história e tudo né, da erva-mate como da parte da guerra que participou ele o irmão dele e tudo (abc), e assim, realmente ele tem um pouco, “vamu” dizer um trauma né da, de contar isso porque né, imagina, “disserto” porque foi um pouco explorado do trabalho e tudo pra ele[...]

No que tange os aspectos fomentadores e de incentivos por parte dos representantes públicos municipais, os entrevistados foram favoráveis frente a uma participação mais proativa no resgate da identidade cultural do povo pontaporanense. Segue:

IVG.: “acho que deveria de colocar mais isso, é bem pouco (*pausa), é, eu (*pausa) vejo, ouço assim, o professor falando muito pouco, o professor de história, de geografia da escola num, gosta muito do tereré, gosta muito do tereré, mais, eu não vejo assim manifestação, algum trabalho diferenciado, pelo, pela, pela importância que a erva tem pra cidade e tudo mais, como

também na história né (*pausa), não e falava “notra” coisa - acho que deveria bate mais nessa tecla aí e passa mais pros alunos, para os jovens que moram e nasceram na fronteira[...].”

“[...] a narrativa extraída da entrevista episódica facilita a apresentação de experiências em uma forma geral comparativa, ao mesmo tempo em que essas situações sejam contadas em sua especificidade.” Flick (2009, p. 172). As breves contribuições nesse sentido, se apresentaram como norteadoras de grande importância para a compreensão da temática proposta, sem as quais não se poderia evidenciar de forma clara e empírica a compreensão e expectativas dos atores locais, visto que, ao passo que a influência histórica dos índios Guarani e Kaiowá – no que tange o uso e consumo da erva-mate – constituíram fortes raízes socioculturais desconsiderando os limites fronteiriços conforme afirma Cimó (2015b), assim, vê-se que os muitos hábitos e costumes paraguaios continuam ecoando no cotidiano local, bem como nas relações de amizades e nos laços familiares.

Conclusões

As relações e interações sociais de um povo ou de determinados grupos, buscam sempre agregar pontos de ligação ou fatores que determinam suas características próprias. De certa maneira, essas congruências emanam do convívio no cotidiano, das crenças coletivas, dos costumes próprios e das manifestações regionais identitárias de seus membros, bem como àqueles que passam a ser influenciados direta e indiretamente por esses aspectos.

Nesse sentido, percebe-se que a identidade perpassa a compreensão do conceito de si, o que se auto representa dentro de um sentimento pessoal, algo constatado neste estudo é que as perspectivas de identidade social e pessoal surgem como atributos específicos do indivíduo, sendo aquilo que irá determinar o sentimento de pertencimento de um grupo ou categoria social. No município de Ponta Porã, essas manifestações culturais e identitárias possuem na sua endogenia, uma diversidade de congruências culturais com a cidade vizinha paraguaia de Pedro Juan Caballero. Nessa dinâmica cultural e sinérgica de manifestações próprias de identidade da região pontaporanense, a erva-mate se apresenta desde os primórdios como uma importante influência histórico-cultural bastante enraizada no contexto municipal.

Contudo, o estudo trouxe um olhar crítico e contributivo ao que tange a preocupação das aculturações de caráter global no âmbito regional o estudo demonstra que a evolução e os impactos do desenvolvimento para o contexto regional são inevitáveis, bem como os processos de aculturação sempre irão se apresentar como um grande desafio frente à manutenção e o sentimento de pertença de um povo ou de uma sociedade.

Assim, com a grande presença histórica dos povos indígenas – Guarani e Kaiowá –, onde hoje se concentra a cidade de Ponta Porã (Brasil) e Pedro Juan Caballero (Paraguai), a erva-mate nunca deixou de ser referência de sociabilidade e integração desse povo. Cabe nesse sentido, por parte dos agentes públicos municipais, a necessidade de resgatar, *a priori*, ações que estimulem o resgate histórico formacional da identidade cultural local, mostrando que entorno do icônico tereré, a multidisciplinaridade contextual étnica da erva-mate vai além da simples bebida, mas sim, uma representação características próprias de um povo que se particulariza e influencia outras culturas nacionalmente.

Agradecimentos

Aos professores e coordenadores do programa de Pós Graduação *stricto sensu* em Desenvolvimento Regional e de Sistemas Produtivos da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Unidade de Ponta Porã/MS, bem como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo investimento nesta e em diferentes pesquisas desenvolvidas junto ao respectivo programa, no qual vem direcionando importantes conquistas de caráter profissional e

acadêmico para o desenvolvimento local, bem como aos participantes da referida pesquisa que direcionaram um pouco do seu tempo para a efetivação desse estudo.

Referências Bibliográficas

- BARBOZA, Elder Lopes. Território e erva-mate: um estudo da erva-mate em Mato Grosso do Sul e sua relação com o Paraguai / Elder Lopes Barboza. - Corumbá, MS, 2012.
- CHACAROSQUI, Gicelma da Fonseca Torchi. A cultura sul-mato-grossense e sua condição mestiça: aspectos semióticos da manifestação popular do *el toro candil*. Boitatá – Revista do GT de Literatura Oral e Popular da ANPOLL. Londrina, n. 10, p. 18-33, jul-dez 2010.
- CIMÓ, Paulo Roberto C. Queiróz. Mato Grosso/ Mato Grosso do Sul: divisionismo e identidade (um breve ensaio). Diálogos, DHI/PPH/UEM, v. 10, n. 2, 149-184, 2006.
- CIMÓ, Paulo Roberto C. Queiróz. A Companhia Matte Laranjeira, 1891-1902: contribuição à história da empresa concessionária dos ervais do antigo sul de Mato Grosso. Revista Territórios & Fronteiras, Cuiabá, vol. 8, n. 1, jan.-jun., 2015.
- DANIEL, Omar. Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial / Omar Daniel. Dourados, MS: UFGD; UEMS, 2009.
- FLICK, Uwe. Qualidade na Pesquisa Qualitativa. Coleção Pesquisa Qualitativa (Coordenação de Uwe Flick). Porto Alegre: Bookman, Artmed, 2009.
- FRÓES, Milton Batista. Aral Moreira e Juvenal Fróes: Os caminhos da erva-mate na fronteira sulmato-grossense / Ed. Massoni. Maringá-PR, 2007.
- HALL, Stuart. A Identidade Cultura na Pós Modernidade. 9 edição. DP&A – Rio de Janeiro, 2004.
- LARAIA, Roque de Barros. Cultura: um conceito Antropológico. Ed. Zahar – Rio de Janeiro, 2001.
- SANTOS, José Luiz dos. O que é Cultura. São Paulo: Brasiliense, 2006- (Coleção Primeiros Passos; 110).
- KLEINSCHMITT, Sandra Cristina; GUARESCHIYKEGAYA, Tupiara. “A identidade, a fronteira e a etnia no contexto global/local da sociedade contemporânea” In: TRINCHERO, H. H.; OLIVEIRA, T. C. Fronteiras platinas, território e sociedade / Héctor Hugo Trinchero, Tito Carlos M. Oliveira (Organizadores) – Dourados: Editora UFGD, 2012.

CONCENTRAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES DE ERVA-MATE DO BRASIL

Gustavo S. Oliveira¹; Maycon T. S. da Silva¹; Taize C. Dreyer¹; Chaiane R. Schneider¹; Philipe R. C. Soares²

¹ Mestrando do Programa de pós graduação em Engenharia Florestal. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC/CAV. Avenida Luiz de Camões, Lages-SC, Brasil. Email: gustavo_ccp@hotmail.com

² Professor/Pesquisador. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC/CAV. Avenida Luiz de Camões, Lages-SC, Brasil. Email: philipe.soares@udesc.br

Resumo: Neste estudo objetivou-se analisar as medidas de concentração para as exportações de Erva-mate no Brasil no período de 2005 a 2015. Valores monetários das exportações foram coletados no banco de dados UNCONTRADE e deflacionados (ano 2005). Para o levantamento de concentração determinou-se o Índice de Hirschman-Herfindahl (HHI) e Índice de Bain. Os resultados apresentam exportações por alta concentração, com HHI variando de 0,6922 a 0,8166 mostrando o aumento da participação de países nesse mercado. Já o Índice de Bain apresentou concentração muito alta, caracterizada pela exportação concentrada nos quatro maiores parceiros comerciais, porém há mais países com exportações relevantes. Através desses índices foi possível observar que o Uruguai é o maior importador do produto no Brasil.

Palavras-chave: Índice de Bain. Índice de Hirschman-Herfindahl. Comércio.

Introdução

A Erva-mate, botanicamente conhecida como *Ilex paraguariensis* St. Hill advém naturalmente do Brasil, Paraguai e Argentina, todavia, mais de 80% do total situa-se no bioma brasileiro Mata Atlântica. No Brasil, o cultivo da Erva mate ocorre a partir da porção centro-oeste do Rio Grande do Sul e adentra no estado de Santa Catarina, Paraná, até atingir o sul do Mato Grosso do Sul e pequena porção da região sudoeste de São Paulo (Oliveira e Rotta, 1985).

Nos estados do Sul do país a economia Ervateira destaca-se historicamente como atividade produtiva e comercial e pela sua relevância cultural. Devido às suas diversas utilizações como matéria-prima, apresenta grande importância econômica e social para esta região (Balzon et al., 2004).

Possas et al. (2002) descrevem que o poder de mercado configura-se na participação de que certo país possui na produção ou vendas globais da indústria florestal. O cálculo dos índices de concentração disponibiliza os elementos empíricos necessários à análise da estrutura da indústria florestal e evidencia a dimensão da competitividade dos países exportadores florestais.

Na questão do mercado de produtos primários, normalmente, os países com maior extensão territorial tendem a apresentar uma maior participação. Isso se deve em função das vantagens comparativas em recursos naturais (Coelho et al., 2013).

Conforme Kon (1994), a concentração industrial é um dos principais determinantes estruturais da competição, influenciando as estratégias adotadas pelas firmas participantes, a economia de escala, o tamanho e o crescimento do mercado, além das condições de entrada. Em níveis elevados pode prejudicar a alocação eficiente de recursos. Em um amplo sentido, entende-se “concentração” como um processo que consiste no aumento do controle exercido pelas grandes empresas sobre a atividade econômica e é um dos componentes mais importantes da competição entre os fornecedores de dado produto (Possas, 1999).

Observada a importância do estudo da concentração como ferramenta para a tomada de decisão, este trabalho tem como objetivo analisar as medidas de concentração para as exportações de Erva-mate no Brasil no período de 2005 a 2015.

Metodologia

Fonte de dados

Para a determinação do índice de concentração do mercado dos principais parceiros exportadores de Erva-mate do Brasil foram obtidas séries anuais, no período de 2005 a 2015, do valor das exportações mundiais em Dólar (US\$). Os dados foram coletados no portal de informação da Organização das Nações Unidas UNCOMTRADE – *United Nations Commodity Trade*, para o capítulo 09.03.00. Mate - do Sistema Harmonizado de Designação e de Decodificação de Mercadorias (SH) (United Nations, 2015). Os valores de exportação foram deflacionados pelo CPI (*Consumer Price Index*) norte-americano, tomando-se como ano base o de 2005.

Medidas de concentração

Hirschman-Herfindahl (HHI)

Posteriormente à coleta de dados, foi determinada a concentração de mercado pelo índice de Hirschman-Herfindahl (HHI). Conforme descrevem Schmidt e Lima (2002) e Hoffmann (2006), o HHI (Equação 1) é definido como o somatório das participações ao quadrado, dos participantes do mercado.

$$HHI = \sum_{i=1}^n y_i^2 \quad (1)$$

Em que:

HHI = Índice de Hirschman-Herfindahl;

y_i = Participação percentual da nação i no total das exportações.

Conforme Hoffmann (2006) a situação de monopólio através do índice HHI, apresenta o valor máximo de um, enquanto que para participação igualitária dos agentes o valor deve tender a zero.

Critério de Bain

De acordo com Silva et al. (1992), este critério consiste na avaliação da participação percentual dos dois, quatro e oito maiores países importadores de Erva-mate do Brasil. Dessa maneira foi determinada a Razão de Concentração (CR2, CR4 e CR8), conforme apresentado por Hoffmann (2006). O mercado pode ser classificado a partir da adaptação de Bain (1959) apud Silva et al. (1992), apresentado na **Tabela 1**.

Tabela 1. Classificação de concentração de mercado pelo critério de Bain (1959)

Tipo de concentração		Descrição
Ia	-	Poucos países, exportação concentrada em até quatro deles;
Ib	-	Exportação concentrada nos quatro maiores parceiros comerciais, porém há mais países com exportações relevantes;
II	-	85-90% das importações está concentrada nos oito principais parceiros, 65-75% nos quatro principais;
III	-	Oito principais países importam de 70-85% e os quatro maiores parceiros de 50-65%;
IV	-	Oito principais países importam de 45-70% e os quatro maiores parceiros de 35-50%;
V - Baixo grau de oligopólio	-	Oito principais países importam menos de 45% e os quatro maiores parceiros menos de 35%;
VI – Atomismo	-	Quatro principais países importam menos de 10% com elevado número de competidores no mercado.

Fonte: Bain (1959) apud Silva et al. (1992).

Resultados e Discussão

O valor real das exportações mundiais de Erva-mate para o período analisado, passou de US\$ 25,697 milhões em 2005, para US\$ 83,642 milhões em 2015, ultrapassando os US\$ 94,118 milhões no ano de 2014.

Dentre os maiores importadores do mundo, destacam-se como os quatro maiores, em ordem decrescente, Uruguai, Chile, Estados Unidos, Alemanha e em alguns anos o Japão também foi um dos grandes importadores do produto (**Figura 1**). Estes países apresentam-se consolidados e bem estruturados no mercado internacional de Erva-mate, obtendo bons resultados ao longo dos anos e, atualmente, seguem a tendência da economia.

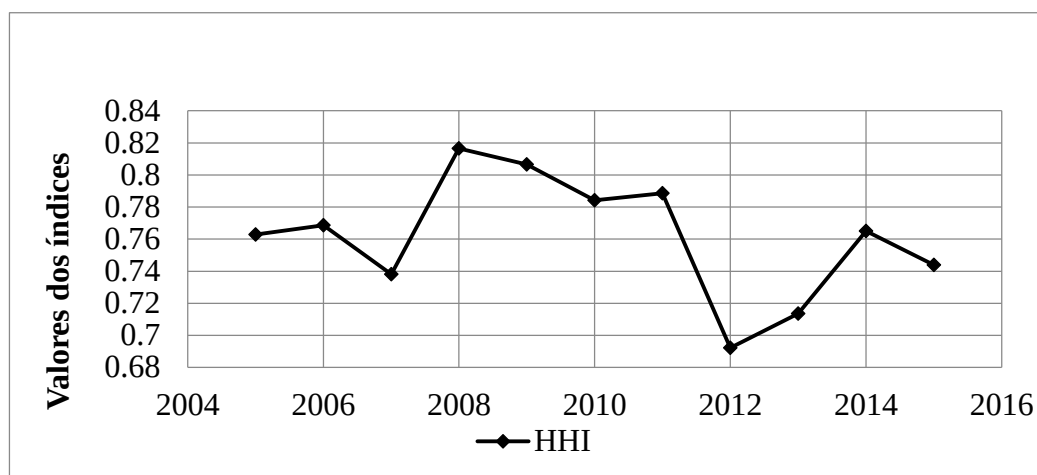


Figura 1. Variação dos Índices de Hirschman-Herfindahl (HHI) das exportações de Erva mate no Brasil, no período de 2005 a 2015.

A análise do índice de concentração de HHI para a exportação de Erva-mate no período de 2005 a 2015, apresentados na Tabela 1, revelou tendência de queda no período de 2008 a 2012. Retomando novamente no mercado a partir do ano de 2012. Entretanto os valores ainda continuam elevados (superiores a 0,5) decorrentes da concentração em dois principais parceiros, Uruguai e Chile.

Segundo o Jornal do comércio, (2016), desde 2014 o setor de Erva-mate vem enfrentando um momento complicado devido a excesso de produção e queda do consumo levando à desvalorização dos preços no comércio e mostrando a importância em ampliar o negócio com foco nas exportações.

O consumo está retraído, por conta da crise econômica do País, onde no momento se vive um ciclo negativo que poderá contribuir para que, em um período de três anos, falte produto no mercado. No ano de 2008 ocorreu um momento semelhante quando houve excedente de oferta, que influenciou na queda dos preços, desmotivando os produtores.

A maior dificuldade do Brasil diante deste cenário é a grande dificuldade para que os recursos oriundos de arrecadação do que é produzido pelas Ervateiras retornem e sejam aplicados em políticas para promover o setor. Além disso, este setor possui importante atividade econômica nos estados do sul do país, colaborando no aumento da geração de empregos, principalmente no período da colheita.

Com relação às medidas de concentração as informações necessárias para a avaliação das exportações de Erva mate são apresentadas na **Tabela 2**.

Tabela 2. Medidas de concentração das exportações de Erva-mate, no período de 2005 a 2015.

A no	Participação dos 2 maiores parceiros (%)	Participação dos 4 maiores parceiros (%)	Participação dos 8 maiores parceiros (%)	Nú mero de países
2 005	95,1	97,8	99,3	26
2 006	93,6	96,4	98,8	26
2 007	92,1	95,7	98,4	35
2 008	94,0	96,9	98,8	34
2 009	94,2	97,0	98,8	31
2 010	93,5	96,1	98,9	30
2 011	93,0	96,8	98,9	29
2 012	88,7	94,4	98,5	30
2 013	91,0	95,5	98,0	34
2 014	90,6	95,8	98,3	34
2 015	90,6	96,6	98,4	34

A análise da concentração das exportações mundiais de Erva-mate, pelo índice de Hirschman-Herfindahl (Tabela 2), no período de 2005 a 2015, demonstrou um mercado muito concentrado, em função do pequeno número de nações que atuam no segmento.

De acordo com a classificação de Bain (1959) apud Silva et al. (1992), adaptada para este trabalho, o mercado de Erva-mate apresenta concentração extremamente alta para a exportação do produto. Dentre o período analisado os grandes parceiros do Brasil na exportação de Erva-mate foram em ordem decrescente, Uruguai, Chile, Estados Unidos, Alemanha, sendo que juntos esses quatro países concentram em média 96,75% do total importado.

Conclusões

Verificou-se neste estudo de concentração do mercado dos principais importadores de Erva-mate do Brasil apresentaram altos níveis de concentração.

Os grandes parceiros do Brasil na exportação de Erva-mate foram em ordem decrescente, Uruguai, Chile apresentando juntos em média 92,43% do total importado.

Além disso, observou-se que a participação brasileira no mercado aumentou a partir do ano de 2012 no período analisado, porém este fato indica a necessidade em buscar estratégias que busquem atrair novos parceiros, visando reduzir os altos índices de concentração.

Referências Bibliográficas

- BAIN, J. "Barriers to New Competition". Harvard, UP, 1959.
- BALZON, D.R. SILVA, J. C. G. L. da; SANTOS, A. J. dos. Aspectos mercadológicos de produtos florestais não madeireiros - análise retrospectiva. *Revista Floresta*, v.34, n.3, p.363-371, 2004.
- COELHO JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. Concentração das exportações mundiais de produtos florestais. *Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v.23, n. 4, p. 691-701, 2013.
- HOFFMANN, R. Estatística para economistas. 4.ed. São Paulo: Pioneira, 432 p, 2006.
- JORNAL DO COMÉRCIO. Notícia da edição impressa de 22 de agosto de 2016. Disponível em: http://jcrs.uol.com.br/conteudo/2016/08/cadernos/empresas_e_negocios/515834-mercado-vai-ditar-futuro-da-Erva-mate.html>. Acesso em: 29 de março de 2017.
- KON, A. Economia industrial. São Paulo: Nobel, 212 p, 1994.
- OLIVEIRA, Y. M. M.; ROTTA, E. Área de Distribuição natural da Erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10., 1983, Curitiba. Anais... Curitiba: EMBRAPA/CNPFlorestas, p.17-36., 1985.
- POSSAS, M. L. Estruturas de mercado em oligopólio: economia e planejamento. 2. ed. São Paulo: Hucitec. 191 p. 1999.
- POSSAS, M. L. et al. Ensaio sobre economia e direito da concorrência. São Paulo: Singular. 238 p. 2002.
- RESENDE, M.; BOFF, H. Concentração industrial. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Org.). Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Campus, p. 73-90, 2002.
- RUCKER, N. G. de A. Análise do agronegócio da Erva-mate Curitiba: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Departamento de Economia Rural, 38 p. 1997.
- SCHMIDT, C. A, LIMA, M. A. Índices de Concentração. *Série de Documentos de Trabalho*. Ministério da Fazenda, Brasília. 13; p. 8. 2002.
- SILVA, J. C. G. L.; GRAÇA, L. R.; NOKIMOTO, T. Estrutura de mercado do setor de papel e celulose no Brasil. In: Encontro brasileiro de economia e planejamento florestal. 1991, Curitiba. **Anais...** Curitiba-PR: EMBRAPA-CNPFF, p. 485-499. 1992.
- UNCOMTRADE - United Nations Commodity Trade. Statistics database [5 de junho de 2015]. Disponível em: <http://comtrade.un.org>. Acesso em: 24 de março de 2017.

ESTIMACIÓN DEL STOCK MENSUAL DE YERBA MATE PARA EL SECTOR MOLINERO ARGENTINO, 2005-2015

Emiliano Lysiak¹

¹Investigador. EEA INTA Cerro Azul. RN N° 14 Km 1085, Cerro Azul, Misiones, Argentina. Email:
lysiak.emiliano@inta.gob.ar

Resumen: El stock de yerba mate es una de las variables más importantes que inciden en los precios del sector. Además las decisiones de acumular stock por parte de los molinos pueden ser afectadas por otras variables además de la producción y el consumo. Con el fin de conocer cuáles son las variables que inciden en las decisiones de los molinos, este trabajo estima el stock mensual de yerba mate de los molinos yerbateros en Argentina para el período febrero de 2005 a diciembre de 2015. En base a un modelo lineal se estimó el poder explicativo de diferentes variables del stock. Los resultados de los modelos fueron buenos con alta significancia, donde se destaca el stock rezagado un período y el nivel de precios al consumidor, los cuales tienen una relación positiva con el stock. Además la tasa de interés real influye negativamente en stock y cuando el consumo interno y producción de canchada superan el promedio del periodo generan una caída y aumento del stock respectivamente.

Palabras clave: yerba mate. Stock. Molinos.

Introducción

El stock total de yerba mate de todo el sector básicamente varía en función de los niveles de producción y las ventas que tiene el sector. Para anticipar los niveles de stock del sector sería necesario conocer las variables que impactan en la producción de yerba mate y las ventas. Pero estimar la evolución de la producción en los próximos años es desafiante. Esto se debe a que la yerba mate es un cultivo que tarda más de 4 años en comenzar a ser cosechado, además no responde inmediatamente a mayores niveles de fertilización o mejor manejo cultural. A esto se suma que a lo largo de la historia, su precio y su superficie cultivada han sido muy regulada dificultando estimar los niveles de producción en forma confiable.

Pero si bien es difícil conocer como impactan las diferentes variables en los niveles de stocks totales, no debería existir dicho problema cuando se intenta estudiar las variables que afectan la decisión de las empresas para aumentar o no sus stocks de yerba mate. Dado un stock total en el sector, los molinos, secaderos y otros operadores intentaran definir un stock adecuado modificando sus participaciones. Sin duda que los molinos son los que más interesados estarán para ajustar su stock para que su demanda siempre este abastecida y los secaderos quedarían con stock restante. Si bien los niveles de stock de los molinos son afectados por los niveles anuales de producción, ellos, ante niveles bajos de producción pueden comprar más yerba a los secaderos disminuyendo los stocks de los secaderos.

En función de esta problemática el siguiente estudio tiene como objetivo conocer cuáles son las variables y de qué forma influyen estas en los niveles mensuales de stock que tienen los molinos yerbateros.

De la revisión bibliográfica los trabajos que hablan sobre los stocks de yerba mate son solo descriptivos mostrando se evolución en el tiempo para ayudar a la toma de decisiones. Conocer el comportamiento del stock de los molinos es muy importante dado que este comportamiento modifica la demanda de yerba canchada además de los factores provenientes de las ventas. También como lo estudia la literatura económica el movimiento de los stocks puede generar movimientos pro-cíclicos exagerando la incidencia de los excesos o déficit de yerba, más que todo en el sector de secaderos.

Actualmente con un crecimiento de los stock conocer las variables que permiten una mayor acumulación de producción puede amortiguar los efectos en los precios.

En la literatura económica un modelo utilizado para estimar el comportamiento del stock es el propuesto por Lovell (1961) el cual considera que los ajustes en los stocks no son inmediatos en cada periodo sino se ajustan en forma gradual al stock objetivo. Sobre este modelo base, trabajos posteriores incorporaron nuevas variables para explicar el ajuste de stock.

Lovell y trabajos posteriores (Braun, 1981; Caglayan et al. 2012; Jones y Tuzel, 2013) consideran que los niveles de stock, producción y ventas pasados, actuales y deseados son los principales factores que explican el comportamiento del stock. Además se considera que el precio del producto influye en los stocks por motivos anticipatorios (Lovell, 1961). Además la teoría, supone una relación negativa entre tasa de interés e inventarios (Maccini, et al., 2004; Caglayan et al., 2012; Jones y Tuzel, 2013;). También existe evidencia de que las formas de financiamiento son otro determinante (Caglayan et al., 2012). Muchos modelos de comportamiento consideran de alguna forma la incorporación de las expectativas sobre las futuras ventas como determinante de los inventarios. Además algunos recientes trabajo incorporaron la incertidumbre en las ventas como un factor influyente positivamente (Caglayan et al., 2012; Lee y Koray, 1994; Bo, 2001).

Metodología

El modelo básico de Lovell (1961) y posteriores a este (Braun, 1981; Caglayan et al., 2012; Jones y Tuzel, 2013) asumen una forma lineal en sus variables, sean estas en valores, diferencias o logarítmicas. En este trabajo se asume un modelo básico a estimar por MCO (Mínimos cuadrados ordinarios). La variable dependiente a estimar es el stock total de yerba mate de los molinos yerbateros, tanto canchada como molida. Además por la fuerte estacionalidad de la producción y del stock, las variables de cantidad fueron desestacionalizadas tomando los promedios mensuales de toda la serie. Al ser las variables bajo estudio series temporales es natural encontrar autocorrelación en los errores. Por esto mediante la metodología propuesta por Box y Jenkins se determinó la presencia autocorrelación del tipo AR(1). También se realizó un test de Dickey-Fuller sobre la variable Stock encontrando que esta es estacionaria.

Modelo a estimar

$$Stock_t = \alpha + \beta_1 Stock_{t-1} + \beta_2 Consumo + \beta_3 Producción + \beta_4 Precio consumidor + \beta_5 Tasa\ interes\ real + \beta_6 CV\ Ventas + \varepsilon_t$$

Donde:

- Stock: es el stock total de yerba canchada y molida en poder de los molinos para el periodo t.
- Consumo: es una aproximación al consumo interno en función de la venta de estampillas del periodo t.
- Producción: es la producción de yerba mate canchada del sector para el periodo t.
- Precio Consumidor: es el precio a nivel de consumidor ajustado por inflación para el periodo t.
- Tasa de interés real: es la tasa de interés menos la inflación anual para préstamos a solo firma para empresas a más de 90 días.
- CV Ventas: Coeficiente de variación de los kg vendidos de los últimos 12 meses.

En la forma que fue desestacionalizado el consumo, el stock y la producción, estas variables reflejan aumentos o bajas en base al promedio del periodo de 11 años.

Dada la disponibilidad de datos mensuales el estudio abarca el período de febrero de 2005 a diciembre de 2015 lo que representa 130 meses de estudio, en 11 años. Todas las variables de

cantidades son proveniente de información suministrada en el tiempo por el INSTITUTO NACIONAL DE LA YERBA MATE (INYM, 2015) en su página web. Los precios al consumidor de la yerba mate provienen de los Instituto de Estadísticas de Santa Fe y la Ciudad de Buenos Aires (IPEC, 2012 y DGEyC, 2016) y fueron ajustado por inflación real y expresado a precios de diciembre de 2016. La tasa de interés de los prestamos es publicada por el Banco Central de la República Argentina (BCRA, 2017) correspondiente a la tasa promedio de interés para préstamos a empresas en la modalidad, a sola firma a más de 90 días.

Resultados y Discusión

Mediante MCO se estima el modelo base “0” expresado en la metodología y cinco modelos alternativos (**Figura 1**). Todos los modelos a excepción del 4 tienen altos R^2 , no presentan autocorrelación según los test de Ljung-Box y Box-Pierce; además no presentan multicolinealidad según el Factor de Inflación de la Variancia. Los signos de los coeficientes son los esperados. En general las dos variables que mayor explican los niveles de stock o participación sobre el stock total son, la variable dependiente rezagada en un mes y el precio al consumidor. Esto indicaría que el stock de los molinos ajusta su nivel anterior en función de los niveles de precio y otras variables. En la **Figura 1**, se muestran los coeficientes estimados y el p-valor para conocer su significancia.

Modelos	0	1	2	3	4	5
Variables	Stock Molinos	Stock Molinos	Stock Molinos	Stock Molinos	Cambio Stock Molinos	Part. Sobre stock total
Constante	20.855.428	27.812.452	17.629.327	19.093.737	21.920.125	0,19
p-valor	0,0002	<0,0001	0,0003	0,0003	<0,0001	<0,0001
Precio Consumidor	115.149			108.503		
p-valor	0,0001			0,0001		
Potencia 3 Precio Consumidor		11,78	10,81		9,42	0,000000065
p-valor		<0,0001	0,0001		<0,0001	<0,0001
Stock Molinos -1	0,86	0,83	0,84	0,87		
p-valor	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001		
Cambio Stock Molinos -1					-0,02	
p-valor					0,7908	
Tasa Interes Real	-9.655.185	-8.217.140	-6.726.043		-8.426.887	-0,07149
p-valor	0,0447	0,0843	0,1754		0,0795	0,003
Coef. Var. Consumo	14.710.022	20.847.182	19.536.020		17.892.453	-0,122
p-valor	0,1923	0,0691	0,1083		0,1159	0,0348
Consumo Interno	-0,52	-0,53		-0,42	-0,51	-0,000000001
p-valor	0,052	0,0038		0,0185	0,0055	0,2896
Producción canchada	0,1	0,1		0,08	0,1	-5,58E-11
p-valor	0,003	0,0038		0,0143	0,0039	0,7202
Part. Sobre stock total -1						0,727047301
p-valor						<0,0001
R2	0,94	0,94	0,93	0,93	0,31	0,93

Figura 1. Resultados de los modelos estimados por MCO, del stock de yerba mate de los molinos

La relación positiva entre precio y stock puede asumir diferentes explicaciones. Una de ellas es que el precio reflejaría la escasez de materia prima en el sector, propiciando un mayor aseguramiento del abastecimiento, aumentando el stock. Otra explicación podría ser que un aumento del precio aumenta el flujo de fondos de los molinos permitiendo una mayor compra de materia prima. También como lo menciona Lovell (1961) este comportamiento puede ser un reflejo anticipatoria a cambios en la tendencia de los precios. El precio al consumidor resultó con buenos resultados, pero estos mejoran cuando se considera una potencia al cubo del precio. Como se aprecia en la **Figura 2**, los precios aumentaron a partir de momentos de escases en los stocks en el año 2012.

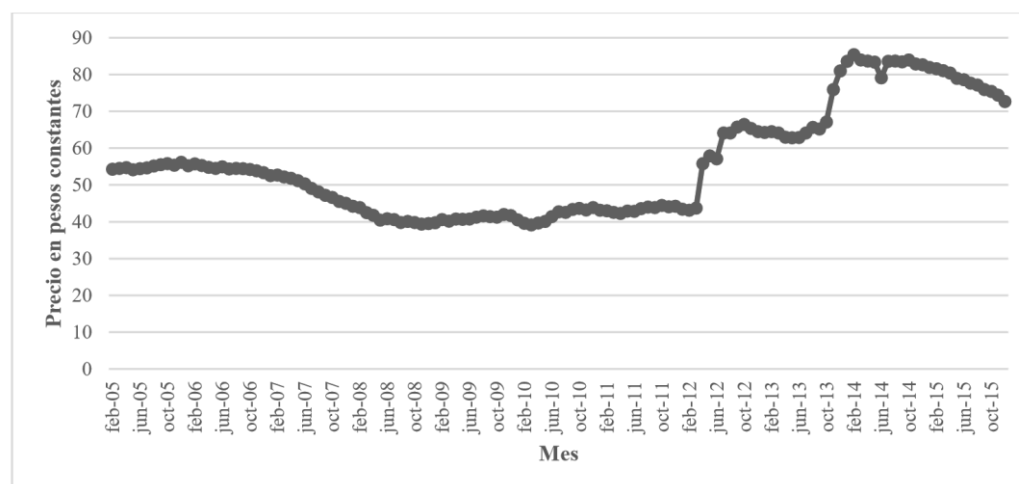


Figura 2. Precio del kg de yerba mate a consumidor ajustado por inflación a precios de diciembre 2016. Periodo febrero 2005 a diciembre 2015

La tasa de interés real asume el valor negativo esperado pero su significancia es baja a excepción del modelo que explica la participación de los molinos en el stock total. El coeficiente de variación que intenta representar la incertidumbre en las ventas asume un valor positivo indicando que mayor variabilidad en las ventas aumentaría los stocks de los molinos pero son resultados poco significativos.

La demanda si asume una mayor significancia con un signo negativo. La teoría indica que debería existir una relación positiva, indicando que un crecimiento en la demanda o expectativas de suba generaría la necesidad de mayores niveles de stock. Pero dado que la demanda interna es muy estable en el tiempo, aumentos del consumo bajan el stock por restar a los mismos. De la forma en que fue desestacionalizada la demanda también es posible interpretar que cuando la demanda supera sus niveles normales se reducen los stocks.

Para el caso de la producción de canchada, ocurre similar fenómeno, pero con signo positivo. En el modelo 2 no se consideran estas variables repercutiendo muy poco en el resultado general.

En el modelo 4 se considera el cambio en el stock reduciendo el R^2 pero el precio sigue siendo significativo en su poder explicativo.

Además de las variables explicativas presentes en los modelos se testeó la significancia de otras variables como: razón entre stock general del sector y consumo; volumen de exportación (el precio fob es una buena aproximación al precio del consumidor), precio yerba mate canchada. También sobre la misma base se testeó similares modelos para los stock en los secaderos y stock total, pero los resultados no fueron concluyentes quizás por el problema mencionado en la introducción.

A los fines de ver el comportamiento de las variables y el poder para proyectar los cambios en los stocks en la **Figura 3** se representa al stock de los molinos, el stock desestacionalizado y la predicción del modelo. El modelo considerado en la simulación es el 1.

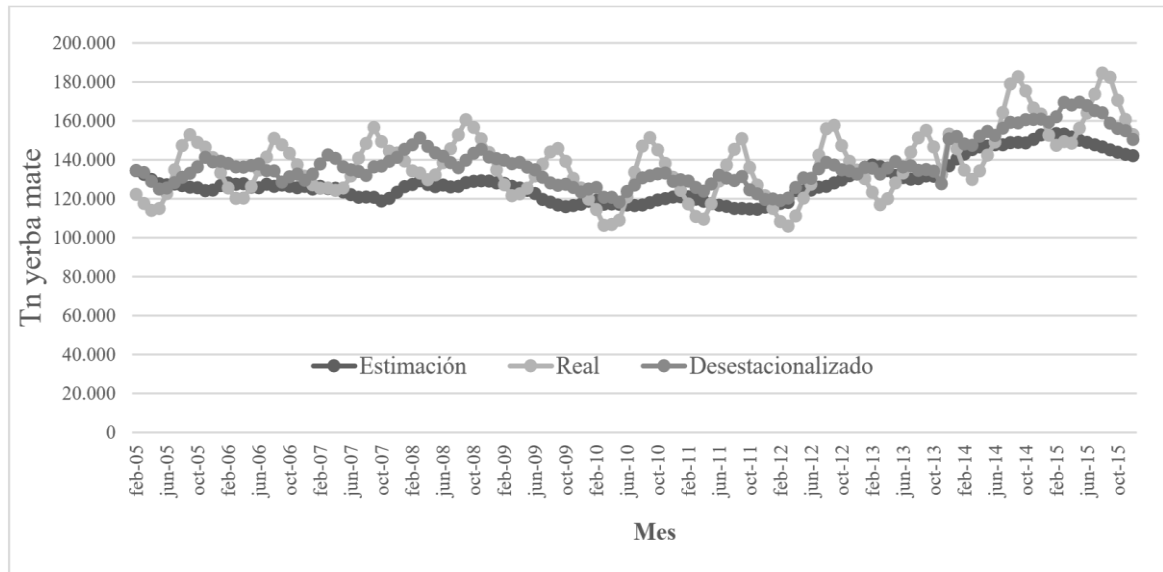


Figura 3. Stock total de yerba mate de los molinos real, desestacionalizado y estimado por el modelo N°1

Observando la **Figura 3** se ve como el modelo 1 estima la evolución del stock principalmente siguiendo un comportamiento similar al precio en el **Figura 2**. También se aprecia que la forma en que fue desestacionalizada la serie aún muestra un comportamiento estacional pero que cambia en el tiempo. Para esto se podría considerar unas metodologías para desestacionalizar, para el actual trabajo se consideró la metodología que evite las pérdidas de datos por ser una serie corta. También se aprecia que la estimación mayormente se encuentra debajo de la serie desestacionalizada, en promedio lo es un 7% de la serie desestacionalizada.

Conclusiones

La complejidad del cultivo de yerba mate por sus características perennes, altos niveles de regulación, entre otros temas, dificultan poder estimar los futuros niveles de producción y en consecuencia los niveles de stocks. Pero a nivel de las empresas molineras que ajustan su stock mediante compras a los secaderos podría lograrse mejores resultados.

Una de las formas de estudio de la evolución de los stocks es en base al modelo inicial de Lovell (1961). Sobre esa base y aporte posteriores se estimó el stock mensual de yerba mate de los molinos yerbateros.

De los resultados surge que el stock estaría respondiendo a un modelo de ajuste parcial al stock del periodo anterior y el ajuste estaría fuertemente influenciado en forma positiva por el precio al consumidor.

Se esperaba una relación positiva entre stock y consumo pero los resultados fueron contrarios quizás afectado por ser un estudio de solo de 10 años y la relación positiva solo puede verse en el largo plazo, dada la estabilidad de la demanda.

Al igual que el consumo que resta al stock, la producción de canchada aumenta el stock cuando su nivel está sobre los valores promedios del periodo analizado.

La tasa de interés afecta negativamente al stock, por lo que una tasa de interés real más baja permite un mayor nivel de stock frente a excesos del mismo.

La incertidumbre en las ventas con baja significancia puede indicar que frente a una volatilidad de la demanda las empresas busquen aumentar sus stocks para no soportar desabastecimiento.

Finalmente mediante una simulación se pudo observar que es posible estimar la evolución del stock de los molinos en base al precio al consumidor, la tasa de interés real, la demanda y la producción.

Referencias bibliográficas.

- BANCO CENTRAL DE LA REPÚBLICAS ARGENTINA. Tasas de interés. BCRA.
http://www.bcra.gov.ar/PublicacionesEstadisticas/Cuadros_estandarizados_series_estadisticas.asp. 2017.
- BO, H. Volatility of sales, expectation errors, and inventory investment: Firm level evidence. *International Journal of Production Economics*, v. 72, n. 3, p. 273-283. 2001.
- BRAUN, S. The Inventory Stock-Adjustment Model Reconsidered. *The Review of Economics and Statistics*, v. 63, n. 3, p. 452-454. 1981.
- CAGLAYAN, M.; MAIOLI, S. Y MATEUT, S. Inventories, sales uncertainty, and financial strength. *Journal of Banking & Finance* v. 36, p. 2512–2521. 2012.
- DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS CIUDAD DE BUENOS AIRES. Índices de Precio al Consumidor. DGEyC.
http://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/?page_id=35782. 2016.
- INSTITUTO NACIONAL DE LA YERBA MATE. Estadísticas. INYM.
<http://www.inym.org.ar/operador/publicaciones/>. 2015.
- INSTITUTO PROVINCIAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS DE SANTA FE. Índices y Precios. IPEC.
[https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/111872/\(subtema\)/93664](https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/111872/(subtema)/93664). 2012.
- JONES, C. S. Y TUZEL, S. Inventory investment and the cost of capital. *Journal of Financial Economics*, v. 107, n. 3, p. 557-579. 2013.
- LEE, T. Y KAROY, F. Uncertainty in Sales and Inventory Behaviour in the U.S. Trade Sectors. *Canadian Journal of Economics*, v. 27, n. 1, p. 129-142. 1994.
- LOVELL, M. Manufacturers' inventories, sales expectations and the accelerator principle. *Econometrica* v. 29, p. 293–314. 1961.
- MACCINI, L. J., BARTHOLOMEW J. M., Y HUNTLEY S. The Interest Rate, Learning, and Inventory Investment. *The American Economic Review*, v. 94, n.5, p. 1303-1327. 2004.

UNA APROXIMACIÓN A LA RED SOCIO TÉCNICA DE LA COSECHA DE YERBA MATE

Roque Gallardo¹; Frédéric Goulet² Roberto Cittadini³

¹ Ingeniero Agrónomo, Extensionista INTA AER Virasoro Corrientes. Argentina. Email: gallardo.roque@inta.gob.ar

² Estudiante de Posgrado de Maestría Procesos Locales de Innovación y Desarrollo Rural (PLIDER) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Plata. CIRAD, UMR

³ Innovation .frederic.goulet@cirad.fr

⁴ Sociólogo, investigador INTA Labintex. cittadini.roberto@inta.gob.ar

Resumen: La cosecha de yerba mate involucra a diferentes actores. Este trabajo pretende demostrar a través del enfoque del Actor Red, las diferentes relaciones entre los diversos actores que participan del sistema de cosecha de la yerba mate. Asimismo, ensaya de comprender, a través de la confección de la red socio técnica, el entramado que se forma en relación a la cosecha de yerba mate.

Palabras claves: Actores. Relaciones. Red.

Introducción

La yerba mate, por las condiciones agroecológicas se sitúa en las provincias argentinas de Misiones y en el Noreste de Corrientes. Existen, según datos del Instituto Nacional de la Yerba Mate, 156.326,811 hectáreas (INYM, 2016) que involucran a unos 17.000 productores en toda la región yerbatera de la República Argentina.

La producción primaria del complejo yerbatero se basa en un 80 % de productores que poseen menos de 10 hectáreas (GORTARI, 2007), con características de minifundio y agricultura de tipo familiar.

De la yerba mate se extraen las hojas y ramas finas que se utilizan para su posterior elaboración, este trabajo se realiza en la mayoría de los casos en forma manual. El periodo de cosecha anual va desde los meses febrero a septiembre. Para este trabajo se utilizan operarios, comúnmente llamados tareferos, quienes se encargan de levantar la zafra yerbatera. Según los registros del INYM, se involucran anualmente alrededor de unas 15000 personas para la cosecha, conocida en la región como tarefa.

Existen diferentes metodologías de cosecha¹ entre los que se pueden nombrar al tradicional, corte mesa, sistema rotativo, corte parejo, tradicional mejorado o de rama madura (BURTNİK, 2006), todos estos sistemas se implementan de diversas formas en el sector.

En el sistema de cosecha tradicional, las plantaciones sufren podas extractivas, quedando las plantas defoliadas totalmente, lo que va en detrimento del sistema (BURTNİK, 2006). Contrariamente el sistema de podas de “ramas maduras” asegura la producción futura en calidad y cantidad. Esta tecnología incrementa el volumen de hoja verde en el tiempo, es de baja utilización de insumos externos, con manejo adecuado de las podas, los rendimientos se incrementan (MAYOL, M; KURTZ, V, 2011) (BURTNİK, 2006) (KURTZ, 1996) A pesar de ello, el sistema de corte tradicional de yerba mate sigue siendo el más utilizado en el sector de yerbateros pequeños.

Por tanto, el presente trabajo intenta entender algunos enlaces que poseen los actores que se relacionan en la cosecha de la yerba mate, que muchas veces no se ven o no se visibilizan en el sistema de cosecha y que poseen influencia a través de sus decisiones en la implementación de determinados tipos de cosechas.

Para el análisis de este trabajo se propone el marco teórico del Actor Red (ANT), que se enmarca dentro de la sociología de la tecnología. Este marco nos permite analizar las redes socio técnicas que se forman.

El ANT, es un proceso que abarca y describe las alianzas e interacciones, los movimientos de fuerzas que modifican o alteran la dinámica y la configuración de las asociaciones heterogéneas.

Se proponen diferentes conceptos teóricos para poder entender el marco conceptual propuesto. Entre los que se pueden nombrar a los “intermediarios”, estos se definen como cualquier cosa que pasa de un actor a otro, lo que constituye la forma y la sustancia de la relación establecida entre ellos (CALLON, 2013). Estos intermediarios pueden ser de cuatro tipos, textos, artefactos técnicos (entidades no humanas), seres humanos y dinero.

Se denomina “actor” a cualquier entidad capaz de asociar a diversos elementos, intermediarios, que definen y construyen un mundo poblado de entidades lo que le otorga una historia e identidad (THOMAS & BUCH, 2013). Estos actores pueden ser Humanos y no Humanos, lo importante es que estos deben tener capacidad de agencia, es decir, provocar algún efecto (LATOUR, 2008).

La “traducción”, es el mecanismo por el cual se genera el lenguaje común, este circula a través de la red tratando de estabilizar el discurso. (CALLON, 2001),(LAW, 1998). (AKRICH, 1987), (LAW, 1987).

Los “portavoces”, son aquellos que hablan por otros que no hablan, se puede decir que son representantes de otros. Estos, portavoces tratan de enlazar y traducir a los demás actores. Ellos sufren cambios en el tiempo, consecuencia de las negociaciones, hay entidades que pueden controlar a otras en el sentido del lenguaje modificándolas.

En este marco teórico, los actores buscan enlazar a través de diferentes mecanismos a los demás integrantes de manera que todos lleguen a tener o utilizar el mismo discurso o tener intereses comunes sobre determinado tema. Es un proceso donde la negociación entre actores determina la convergencia o no de la red e influye en la estabilización de las mismas a través del alineamiento y la coordinación de la red.

Objetivos

Identificar a los actores involucrados en el sistema de cosecha de rama madura o corte tradicional mejorado de la yerba mate.

Indagar a cerca de la red de relaciones entre actores involucrados en la cosecha de yerba desde la mirada de los técnicos y productores.

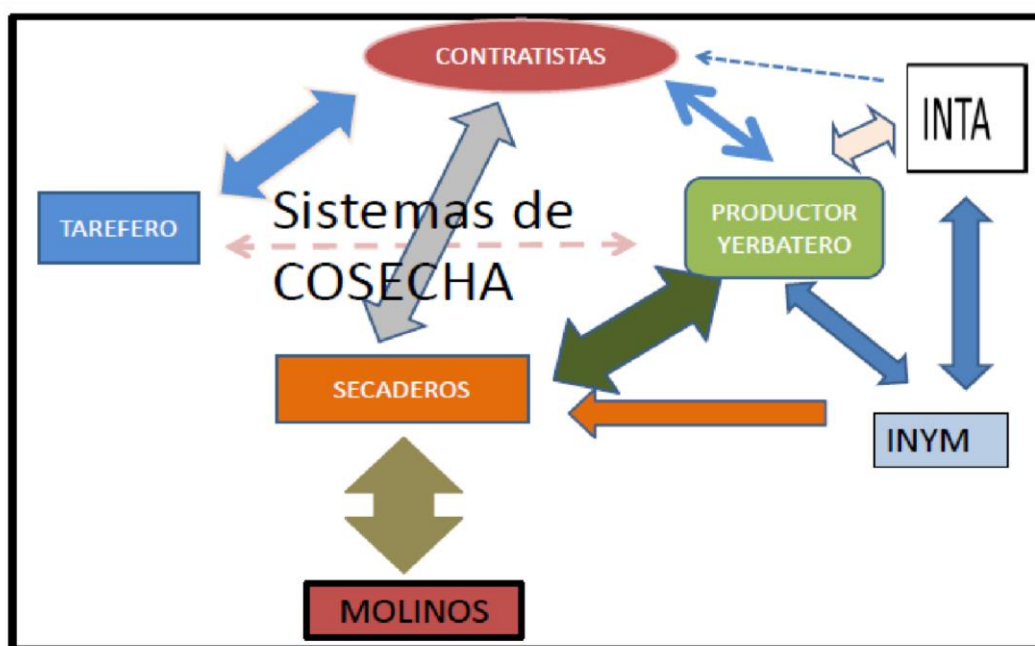
Metodología de investigación

Se realizaron entrevistas semi estructuradas y abiertas a productores, técnicos públicos y privados vinculados a la actividad yerbatera.

Participación de jornadas de campo y capacitación donde el tema convocante es la cosecha de yerba.

Resultados

Como resultados preliminares del análisis de las entrevistas realizadas se pueden describir la siguiente red de relaciones en torno al sistema de cosecha de la yerba mate. Las mismas se plasman en la Figura 1.



Figural: Cosecha de Yerba Mate: Influencia de actores en las podas

Los técnicos manifiestan que existen actores que aparecen con poder de decisión a la hora de la implementación del sistema de cosecha. Exponen que los secaderos de yerba mate, relacionados verticalmente con los molinos, tienen injerencia en el tipo de materia a prima a recibir (diámetro y longitud de ramas). Ellos enrolan a los contratistas o productores y traducen los métodos de cosecha, utilizando parámetros técnicos (diámetro) para la recepción o no de la materia prima. En este sentido tienen una gran capacidad de agencia sobre los otros actores. De manera tal que el sistema de cosecha tradicional, que provee a la industria de material más delgado lleva ventaja relativa con relación a la rama madura a la hora de manifestarse como red dominante vinculado al sistema de cosecha de yerba.

Los contratistas de cosecha, actores del sistema, participan en la red y son, en muchos de los casos, quienes negocian con los secaderos, productores y tareferos, la metodología de cosecha a implementar. Estos poseen un vínculo fluido con los secaderos. Sus estrategias de convencimiento pasan por utilizar al interés económico, que poseen tanto los trabajadores, que cobran por kilogramos cosechados y los productores que reciben su rédito en función de los rendimientos de sus explotaciones. De esta manera utilizan al dinero, como el interés común entre estos actores, para tender a establecer los criterios de cosecha que se pueden realizar en las explotaciones yerbateras que son cosechadas por estos empresarios de la cosecha de yerba..

El sector de los trabajadores, tareferos, con su saber hacer, son fundamentales a la hora de convencer y enrolar en el trabajo de campo con relación a la cosecha, debido a que ellos son los que realizan el trabajo in situ. Los tareferos, poseen interrelación con los contratistas y con los productores.

Los organismos de Investigación y Desarrollo (I+D) vinculados al sector yerbatero, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) e Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM), manifiestan el mismo discurso con respecto a la cosecha de yerba mate y especialmente con al sistema de cosecha de rama madura. Estos utilizan como portavoces a

productores, demostradores de técnicas de manejo del yerbal. Ellos, son los que experimentan con el seguimiento de los técnicos de los institutos, en sus explotaciones, las técnicas propuestas por los organismos de I+D, una vez que están convencidos de las técnicas de manejo las toman como propias. De esa manera, los productores demostradores, que toman como “propias” las tecnologías propuestas, son los tratan de enrolar y convencer a través del discurso y de la práctica concreta en

terreno a sus colegas productores de que las tecnologías propuestas por los I+D son validadas en sus fincas.

De la misma forma, los I+D, por medio de las jornadas técnicas en campo de productores demostradores, ponen en circulación los conocimientos técnicos y empíricos vinculados al manejo de los yerbales, en donde los productores referentes tratan de convencer a sus colegas que participan en dichos eventos que las técnicas de manejo experimentadas son validadas en sus explotaciones.

Conclusiones

De manera incipiente se puede verificar diferentes entramados que se forma con relación a los sistemas de Cosecha de la yerba mate. Hay actores que poseen una mayor capacidad de agencia sobre otros y aparentemente son los que tienen la posibilidad de enrolar, traducir, a través de los intermediarios que ponen en juego y hasta se podría decir tender a la estabilización de la red de cosecha.

Asimismo, se puede ver que existen entramados relacionados al sistema de cosecha que tienden a dominar, en este caso el sistema tradicional de recolección de yerba mate; sobre otras que se van conformando, sistema de cosecha de rama madura. Este último es promocionado por los institutos de I+D. Ambos sistemas de cosecha, en la práctica conviven pero los organismos de I+D buscan enrolar a los actores en la rama madura.

De todas maneras, el análisis es promisorio y se necesitan tener mayor disposición de datos para realizar una investigación más profunda de la red socio técnica de la cosecha de la yerba mate.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de los entrevistados, en brindar su tiempo para compartir sus saberes.

Bibliografía

- AKRICH, M. (1987). ¿Cómo describir los objetos técnicos? Técnicas y Cultura, Publicaciones La Casa de las Ciencias Humanas,.
- BURTNIK, O. (2006). Yerba Mate Manual de Producción. Santo Tome Corrientes: INYM.
- CALLON, M. (2001). Redes tecno-económicas e irreversibilidad. REDES ,VOL. VIII, NÚM., pp.83-127.
- CALLON, M. (2013). La dinámica de las redes tecno-económicas. En H. B. THOMAS, En Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología. (pág. 296). Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- GORTARI, J. (2007). Concentración y diferenciación social en la economía regional yerbatera. 52-59 pp.
- INYM. (29 de noviembre de 2016). www.inym.org.ar. Recuperado el 29 de noviembre de 2016, de [://www.inym.org.ar/inym/imagenes/Estadisticas/sup%20cultivada%20depa.pdf](http://www.inym.org.ar/inym/imagenes/Estadisticas/sup%20cultivada%20depa.pdf)
- LATOUR, B. (2008). Reensamblar lo social: una introducción a la teoría actor-red. Buenos Aires. Ed Manantiales.
- LAW, J. (1987). “Tecnología e ingeniería heterogénea. El caso de la expansión portuguesa”,.
- LAW, J. (1998). Del Poder y sus Tácticas. Un Enfoque desde la Sociología de la Ciencia. En M. y. DOMENECH, Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad (págs. 63-107.). Barcelona. Gedisa.

- MAYOL, M; KURTZ,V. (2011). Evaluación de sistemas de cosecha de yerba mate. Acta 5º Congreso Sudamericano de Yerba Mate, (págs. 149-152). Posadas.
- THOMAS, H., & BUCH, A. (2013). Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- KURTZ, V. (1996). el Cultivo de la yerba Mate en el área de influencia de la AER Eldorado. En Yerba Mate 3º Curso de capacitación en Producción, Cerro Azul, EEA Cerro Azul-INTA, 159-164.

ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DEL SECADO UTILIZANDO LEÑA DE BOSQUES IMPLANTADO O CHIP DE MADERA

Martínez, Mirta C.¹, Zubrzycki, Maria C.², Holowaty, Santiago A.³, Brignardello Adriana⁴

¹Docente/Investigadora. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones, F. de Azara 1552, Posadas, Argentina. cmartinez@fceqyn.unam.edu.ar

² Docente. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Misiones. Campus Universitario, Ruta 12, km 7,5. Posadas, Argentina. mcarolinaz@gmail.com.

³Docente/ Doctorando. Instituto de Materiales de Misiones (IMAM). CONICET. Universidad Nacional de Misiones. F. de Azara 1552, Posadas, Argentina. saholowaty@fceqyn.unam.edu.ar

⁴Docente/Investigadora. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones, F. de Azara 1552, Posadas, Argentina. abrignardello@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: La economía de la provincia de Misiones es principalmente agropecuaria, y uno de sus principales sistemas productivos y generador de empleo es la yerba mate. El objetivo de este trabajo es realizar un análisis comparativo de los costos de zapecado y secado de la yerba mate -método tradicional- utilizando como combustible para dichos procesos: leña de bosque implantado o chip, a fin de aportar una herramienta útil para la toma de decisiones. Para la obtención de los datos se utilizó fuentes primaria y secundaria, tales como entrevistas y observaciones efectuadas en secaderos de la zona sur de la Provincia, análisis de bibliografía y de normativas laborales vigentes en la República Argentina que regulan al sector. La presente investigación es de tipo descriptiva y predominantemente cuantitativa. Para la selección de las variables se tomo en cuenta aquellos factores que pueden modificarse de acuerdo al tipo de combustible utilizado en el proceso, por ello se seleccionó la mano de obra directa y el insumo calórico al aplicar el método de economía presente. Los resultados obtenidos indican que los secaderos que utilizan chip ahorran un 28,86 % en los costos de producción diferenciales diarios, respecto de aquellos que utilizan leña de bosques implantados. Por lo que puede concluirse que desde el punto de vista económico el chip es el insumo más eficiente, ya que, de ser utilizado en el proceso productivo le generaría un ahorro de costos a los secaderos.

Palabras Clave: yerba mate, costos comparativos, proceso de secado.

Introducción

La yerba mate es uno de los principales cultivos regionales de la provincia de Misiones, en su cadena productiva participan más de 17.000 agentes. En la actualidad el segmento involucrado en la industrialización, específicamente en el secado, se ve influenciado por la aplicación de la Ley provincial XVI 106 que impulsa una reconversión energética al establecer la prohibición del uso de leña de monte nativo en el proceso de producción. Esta normativa afecta a 218 agroindustrias secadoras registradas y localizadas en la Provincia, de acuerdo al Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM), ya que genera un incremento en los costos de producción y requiere de un cambio de paradigma en la transformación del preciado producto.

Metodología

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis comparativo respecto de los costos de zapecado y secado de la yerba mate utilizando leña de bosque implantado o chip con el método tradicional, en los secaderos de la provincia de Misiones, a fin de aportar una herramienta útil para la toma de decisiones.

Se utilizó una metodología de investigación de tipo descriptiva y predominantemente cuantitativa. Para la selección de las variables a analizar se aplicó el método de economía presente,

por lo que se incluyó solamente aquellos factores de costo que pueden fluctuar de acuerdo al tipo de combustible utilizado, por ello se trabajó con el costeo de la mano de obra directa y el insumo para la fuente de energía: leña de bosque implantado o chip. La información para el cálculo se obtuvo a través de fuentes primarias y secundarias, por medio de entrevistas, observación en planta (secaderos de la zona bajo análisis) y el análisis de bibliografía y normativas que regulan la relación laboral del trabajo agrario, específicamente el vinculado a la yerba mate.

Resultados y Discusión

Del análisis de los principales factores diferenciales de costos, la materia prima para la etapa de zapeado y secado y la mano de obra directa, surgen los datos que se muestran en las Tablas 1 y 2, de acuerdo al tipo de insumo energético que utilice el secadero.

En promedio, por hora, cada secadero tipo de la zona sur obtiene 1.000 kg. de yerba canchada o seca, por lo cual el volumen diario de producción en una jornada laboral de 8 h, es de 8.000 kg por día. Parámetro que se tomo para establecer el consumo de leña o chip utilizado en el proceso.

Para el cálculo de costo diario de la mano de obra directa se consideró una jornada normal de 8 h de trabajo de acuerdo a la Resolución N° 44/2016 del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, asimismo, se tomó como referencia el jornal de un descargador o planchero.

Los conceptos que deben considerarse para dicho cálculo son: asignación de la categoría; SAC, conceptos no remunerativos y aportes patronales.

De acuerdo a la mencionada resolución, el valor de la jornada de 8 horas, asciende a \$321,31. Por convenio se ha otorgado a cada trabajador del sector una asignación no remunerativa mensual de \$1.825,60 que al estimar el importe diario resulta en \$80,33.

Para el cálculo del SAC diario se consideró el sueldo mensual de \$7.302,39 se lo dividió por dos de acuerdo a lo establecido por la Ley N° 20.744/76 de Contrato de Trabajo, que en su art. 122 establece que por dicho concepto: *“El importe a abonar en cada semestre será liquidado sobre el cálculo del cincuenta por ciento (50%) de la mayor remuneración mensual devengada por todo concepto dentro de los dos (2) semestres que culminan en los meses de junio y diciembre de cada año”*. Cabe destacar que de acuerdo a la legislación vigente, no se considera el monto no remunerativo en su determinación. Aplicando dichos preceptos legales la mitad del sueldo de referencia es de \$3.651,20 que sería el importe a percibir en el semestre. Para obtener el importe mensual se lo divide por 6 meses y se obtiene el SAC mensual de \$608,53. Para estimar el valor diario se lo divide por 22,726 días laborables al mes que toma como cálculo la Resolución N° 44/16, obteniéndose un importe diario por trabajador en concepto de SAC de \$26,78.

Las contribuciones patronales se determinaron por la Resolución N°391- E/2016 de Corresponsabilidad Gremial, que establece que dicho concepto resulta de aplicar sobre el sueldo bruto -calculado sobre los componentes remunerativos- un porcentual del 28,1075%. Los aspectos laborales expuestos son aplicables independientemente del insumo calórico empleado, no obstante puede incidir sobre la cuantía del costo los requerimientos de mano de obra directa (cantidad de empleados) utilizada en el proceso. En la siguiente tabla se muestran los costos diarios asociados a la utilización de madera de bosques implantados como insumo para la generación de calor.

Tabla 1. Cálculo de costos diferenciales de la fuente de energía: leña.

FACTORES DE COSTO LEÑA	DETALLE DEL CÁLCULO	COSTO DIARIO
Materia prima (IVA inc. puesta en secadero)	$447,7 \frac{\$}{\text{tn}} \times 12 \frac{\text{tn}}{\text{día}}$	$5.372,40 \frac{\$}{\text{día}}$
Mano de Obra (Res 44/2016)		
Remunerativo $321,31 \frac{\$}{\text{día}}$	$401,64 \frac{\$}{\text{persona} \times \text{día}} \times 12$	$4.819,68 \frac{\$}{\text{día}}$
No remunerativo $80,33 \frac{\$}{\text{día}}$	personas	*
Sueldo Anual Complementario	$26,78 \frac{\$}{\text{persona} \times \text{día}} \times 12$	$321,36 \frac{\$}{\text{día}}$
	personas	*
Contribuciones patronales 28,1075% sobre M.O. y SAC (*)	$5.141,04 \frac{\$}{\text{día}} \times 28,1075\%$	$1.445,02 \frac{\$}{\text{día}}$
COSTO TOTAL DIARIO		$11.958,46 \frac{\$}{\text{día}}$
COSTO UNITARIO	$11.958,46 \frac{\$}{\text{día}} \div 8.000 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$	$1,49 \frac{\$}{\text{kg}}$

Los valores que se exponen en la tabla N° 1 se obtuvieron analizando los datos de la siguiente forma:

a) Volumen y precio de la leña para un día de producción: para el cálculo del volumen requerido se trabajó con los requerimientos que en promedio manejan los secaderos de la zona sur de la Provincia, que utilizan entre 1.400 y 1.500 kg de leña para obtener 1 tn de yerba canchada. Para obtener 8 tn diarias de yerba canchada se requiere aproximadamente 12 tn de leña. Se utilizó el principio contable de prudencia, con el objetivo de no minimizar los costos. La tonelada de leña puesta en secadero, en el mes de marzo de 2017 ascendía a \$447,70 (impuesto al valor agregado -IVA- incluido).

b) Costos de mano de obra directa: para la cuantificación se consideró además de la retribución fijada por la legislación laboral vigente para el sector, la cantidad de personal requerido para los procesos. La cantidad de personas puede variar de acuerdo a la organización del trabajo de cada secadero y de las herramientas y maquinarias que utilice, la estimación se efectuó en base al promedio de mano de obra que en general utilizan los establecimientos que trabajan con leña, estableciendo una plantilla de 12 personas por turno de trabajo, considerando un turno de trabajo de 8 horas diarias.

Se puede observar en los valores de los dos elementos de costos trabajados, que la mano de obra representa el 55,07% de los costos diarios totales, mientras que el insumo calórico, en este caso la leña, el restante 44,93%.

En la siguiente tabla se muestran los costos diferenciales asociados al uso del chip de madera como insumo calórico.

Tabla 2. Cálculo de costos diferenciales de la fuente de energía: chip.

FACTORES DE COSTO CHIP	DETALLE DEL CÁLCULO	COSTO
Materia prima (IVA inc. puesta en secadero)	$411,4 \frac{\$}{tn} \times 10 \frac{tn}{día}$	$4.114,00 \frac{\$}{día}$
Mano de Obra (Res 44/2016) Remunerativo $321,31 \frac{\$}{día}$ No remunerativo $80,33 \frac{\$}{día}$	$401,64 \frac{\$}{persona \times día} \times 8 personas$	$3.213,12 \frac{\$}{día}$ *
Sueldo Anual Complementario	$26,78 \frac{\$}{persona \times día} \times 8 personas$	$214,24 \frac{\$}{día}$ *
Contribuciones patronales 28,1075% sobre M.O. y SAC (*)	$3.427,36 \frac{\$}{día} \times 21,81\%$	$963,35 \frac{\$}{día}$
COSTO TOTAL DIARIO		$8.504,71 \frac{\$}{día}$
COSTO UNITARIO	$8.504,71 \frac{\$}{día} \div 8.000 \frac{kg}{día}$	$1,06 \frac{\$}{kg}$

Los valores que se muestran en la tabla N° 2 se obtuvieron aplicando la misma metodología de la tabla anterior:

a) Volumen y precio del chip para un día de producción: para el cálculo del volumen requerido se trabajó con los requerimientos que en promedio manejan los secaderos de la zona sur que emplean este insumo. Para obtener 1 tn.de yerba canchada utilizan aproximadamente 1.250 kg (1,25 tn) de chip. Para generar 8.000 kg (8 tn) por día, necesitan 10 tn de chip. La tonelada de este insumo puesto en secadero, en el mes de marzo del año en curso tenía un precio de \$411,40 IVA incluido.

b) Costos de mano de obra directa: la estimación se realizó en base al promedio de mano de obra que en general utilizan los establecimientos que trabajan con chip, estableciendo una plantilla de 8 personas por turno de trabajo, considerando un turno de trabajo de 8 horas diarias.

Se puede observar de acuerdo a los datos trabajados en esta tabla, que la mano de obra representa el 51,63% de los costos diarios totales, mientras que el insumo calórico, en este caso el chip, representa el 48,37% de los mismos.

Como se visualiza en las tablas 1 y 2, existen diferencias en los costos de los dos factores trabajados. En el insumo utilizado para la combustión, radica en el precio y también en el volumen, ya que la tonelada de chip es \$36,30 más económico que la leña y se requieren de 2 tn menos para ejecutar el proceso de zapeado y secado.

Respecto de la mano de obra directa la diferencia se produce en la cantidad de personal empleado debido a que los secaderos que utilizan chip implementaron mecanización en parte del proceso.

Si el secadero utiliza chip como materia prima tendrá un ahorro del 23,42 % respecto de la leña de bosque implantado. Mientras que en la mano de obra la diferencia es del 33,33 % en ahorro de costos diarios relacionados son el secado.

Cabe señalar que este grupo de investigación efectuó un análisis similar pero al mes de diciembre de 2015 que produjo los siguientes datos: el ahorro en costos diarios totales era del 29,73% en los secaderos que utilizaban chip. Mientras que el análisis individual de los factores trabajados en

esa fecha, mostraban que el ahorro en el insumo utilizado para la combustión era un 24,93% y en la mano de obra un 33,31%. Por lo que se puede observar en la investigación actual, respecto de la anterior, que disminuyó el ahorro en los costos totales diarios en un 0,87%, esto se produjo por un incremento en los costos de la leña y el chip y por el incremento en el costo de la mano de obra debido a un aumento en el valor del jornal y al otorgamiento de una suma mensual no remunerativa que el anterior convenio colectivo no contemplaba.

Por lo que, si bien disminuyó el ahorro de los secaderos que utilizan chip, respecto de aquellos que utilizan leña, los primeros siguen obteniendo una diferencia económica en los costos diarios, considerando solo los dos factores estudiados desde la perspectiva del método de economía presente que analiza en el corto plazo solo los factores diferenciales, ya que las instalaciones y demás inversiones de capital fijo son preexistentes en los establecimientos yerbateros de la zona sur.

Conclusiones

Una de las preocupaciones de los empresarios del sector, es la reducción de costos mediante la implementación de métodos más eficientes que optimicen los recursos involucrados en los procesos sin alterar la calidad del producto.

El análisis realizado indica que con el uso de chip los secaderos de yerba mate ahorrarían aproximadamente un 28,86 % en concepto de costos diarios diferenciales, relacionados con el proceso de zapeado y secado, respecto de aquellos que utilizan leña de bosques implantados.

La diferencia radica principalmente en la mano de obra ya que la manipulación del chip requiere de una menor cantidad de operarios y también en el valor del insumo generador de calor, que puesto en secadero es relativamente más económico que la leña.

Por lo que puede concluirse que desde el punto de vista económico el chip es el insumo más eficiente, ya que de ser utilizado en el proceso productivo le generaría un ahorro de costos a los secaderos.

Cabe también plantear que el sector yerbatero de la Provincia de Misiones es uno de los que más mano de obra utiliza en los procesos primarios de producción de la yerba mate, sobre todo en la etapa de cosecha, por lo que es un gran generador de puestos de trabajo en una economía que se basa principalmente en la agroindustria. Por lo que sería importante mejorar todos los aspectos de su cadena productiva, orientando las estrategias al agregado de valor, la diversificación de productos generados a partir de la materia prima y la recalificación de la mano de obra, a fin de aportar al crecimiento de todos los eslabones de su cadena productiva.

Bibliografía

- LEY PROVINCIAL XVI N° 106. Recursos Dendroenergéticos Renovables en el ámbito de la Provincia de Misiones.
- LEY N° 20.744/76 DE CONTRATO DE TRABAJO. República Argentina.
- MINISTERIO DE HACIENDA Y FINANZAS PÚBLICAS PRESIDENCIA DE LA NACIÓN. Informe cadena de valor: yerba mate. AÑO 1 - N° 17 – Noviembre 2016.
- RESOLUCIÓN 44/16, Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la República Argentina.
- RESOLUCIÓN 391-E/2016 Ministerio de Trabajo Empleo y Seguridad Social. Convenio de corresponsabilidad gremial.
- SULLIVAN, W; WICKS, E, LUXHOJ, J. Ingeniería Económica de DeGarmo. Editorial Pearson Educación. México. p. 52-53. 2004.

LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE TRABAJO AUTOGESTIONADO EN LA COOPERATIVA LA HOJA LTDA, EMPRESA RECUPERADA POR LOS TRABAJADORES

Montini, Aldo Darío ¹; Castuariense Jorge Osvaldo ²; Rueda Zieniewicz, Romina Silvana ³; Rodriguez Marcelo Rolando Antonio ⁴

¹ Profesor Investigador. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Misiones. Ruta 12 Km7,5 Posadas Misiones. Argentina email: aldomintini73mail.com

² Profesor Investigador. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Misiones. Ruta 12 Km7,5 Posadas Misiones. Argentina email: jorgecastuariense@gmail.com

³ Profesor Investigador. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Misiones. Ruta 12 Km7,5 Posadas Misiones. Argentina email: romix45438gmail.com

⁴ Profesor Investigador. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Misiones. Ruta 12 Km7,5 Posadas Misiones. Argentina email: marceloarrodriquez@yahoo.com.ar

Resumen: La implementación del Programa de Trabajo Autogestionado creado por resolución N° 203/04 del MTEySS de la Nación en la Cooperativa La Hoja, de la localidad de San Ignacio provincia de Misiones, que nace como consecuencia que la empresa original presenta Quiebra, y tiene como objetivo principal colaborar en un proceso de recuperación productiva de un establecimiento emblemático de la zona, evitando así la el incremento de la desocupación, no solo de la mano de obra sino también de la capacidad ociosa de un establecimiento, que es el mayor empleador de una localidad pequeña. Las políticas de empleo tienen como objetivo mejorar y sostener ante una situación específica a los trabajadores y procurar generar condiciones que permitan el mantenimiento de las fuentes laborales, en este aspecto esta experiencia en la provincia de Misiones es innovadora desde todos los puntos de vista, ya que es la primera vez que este programa interviene en un establecimiento vinculado a la producción de yerba mate.

Palabras Claves: Trabajo. Cooperativas. Yerba Mate. INYM. MTEySS

Introducción

En el periodo de la década de los años 90 las políticas neoliberales tuvieron como resultado un desmantelamiento de la industria nacional, particularmente en la provincia de Misiones, la desregulación de algunos sectores de la economía, que quedaron librados al libre mercado, terminó por desatar una crisis en el sector productivo más importante, el vinculado a la cadena de la yerba mate, que hasta nuestros días se mantiene. La profundización de la crisis económica, social y política, en el año 2001, llevo a que en años posteriores se vaya modificando la legislación y adecuando al nuevo contexto y afrontar el paradigma que presentaba la alta desocupación y la cantidad de empresas en crisis. En ese marco la Ley N° 25.589 en su artículo 190, establece la posibilidad excepcional de continuar con la explotación, para aquellas empresas que fueron declaradas en quiebra, se tomara en consideración el pedido formal de los trabajadores en relación dependencia que representen las dos terceras partes del personal en actividad, o de los acreedores laborales quienes deberán actuar bajo la forma de una cooperativa de trabajo; se incluye a esta figura jurídica como locataria de los bienes de la quebrada, teniendo la posibilidad de garantizar el alquiler con las deudas laborales, pero esta locación estará sujeta al control de la sindicatura concursal que podrá ingresar al establecimiento para controlar los bienes y fiscalizar su contabilidad. El Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación, que actúa bajo la órbita de la Ley de Empleo N° 24.013 mediante la Resolución N° 203 de marzo de 2004 crea el Programa de Trabajo Autogestionado, que tiene como objetivo contribuir a la generación de nuevas fuentes de trabajo o mantenimiento de las mismas, a través de la promoción y fortalecimiento de unidades productivas autogestionadas por los trabajadores y a mejorar su competitividad y sustentabilidad. Los principales criterios de este programa son el asociativismo

como modelo de organización que tienda a combinar de manera eficiente la autonomía en la gestión con la propiedad social de los bienes de producción; la orientación hacia la consecución de prácticas compatibles con el objetivo de trabajo de calidad, favoreciendo el trabajo productivo, la protección social y la equidad; el sustento solidarios del emprendimiento en relación con sus miembros y la comunidad. Teniendo como eje central al trabajador el propósito final es el fortalecimiento de sus capacidades y habilidades, la mejora de la capacidad productiva, la salud laboral, entre otros. Los destinatarios del programa son las unidades productivas en funcionamiento o por reactivar por parte de los trabajadores en forma asociativa. En el caso de estudio planteado Cooperativa LA HOJA LTDA surge como respuesta social, para el mantenimiento de las fuentes laborales de los trabajadores de la empresa MARTIN & CIA. Que se presentara en Quiebra bajo el expediente N° 806/08, que se tramita ante el juzgado de Primera Instancia de Distrito en lo Civil y Comercial 12da. Nominación de la Provincia de Santa fe, ciudad de Rosario. La cooperativa constituye el domicilio legal en la sede de la empresa fallida en la provincia de Misiones, en la localidad de San Ignacio, provincia de Misiones, en el predio donde se hace el procesamiento de la hoja verde de yerba mate y donde se encontraba la administración local.

El grupo asociativo mantuvo la estructura que tenían como empresa, por lo tanto no surgieron inconvenientes entre los ex compañeros de trabajo y ahora socios del emprendimiento, se priorizo el saber hacer la responsabilidad y antigüedad en la estructura como así también los saberes adquiridos durante el tiempo trabajado en la empresa mencionada.

Metodología

La metodología seleccionada responde, entonces, a un proceso de reflexión que exige la participación del investigador en la acción social que se estudia, o que los participantes se constituyan en investigadores. Sin dejar de lado los componentes cuantitativos (según se desarrolle el proyecto), nos inclinamos por una selección de técnicas tanto cuantitativas como cualitativas de recolección de datos, respondiendo de esta manera a ambos modelos de ciencia, esto permitiría la triangulación de los datos para una mayor veracidad y exactitud de la información.

- Entrevistas
- Encuestas
- Observaciones directas
- Lectura y Análisis de Informes y normativas que regulan la actividad yerbatera en la Provincia
- Lectura y Análisis de normativas vinculadas a leyes de concursos y quiebras y sus modificatorias a lo largo de los años
- Lectura y Análisis de normativas del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación.

Resultados

La provincia de Misiones se registra el mayor cultivo de yerba mate del país, por características geográficas y ambientales, esta cifra en la actualidad se encuentra en 144.118,20 Hectáreas, siendo el total nacional de 165.326,81 Hs., la otra provincia que cultiva es Corrientes con una extensión de 21.208.591 Hs. solo en la zona noroeste de la misma.

Podemos afirmar que el cultivo se encuentra presente en los 17 departamentos de la provincia, variando la cantidad de hectáreas en base a situaciones culturales, geográficas, e históricas, el siguiente ilustración refleja la importancia del cultivo en base a la cantidad de hectáreas de yerba por departamento y cosechadas, si bien es del periodo 2009/2010 es a fin de reflejar la importancia en la economía departamentales.

En base de datos recopilados del INYM, Ministerio del Agro y la Producción de Misiones, la Secretaria de Agricultura Familiar, podemos estimar que se encuentran registrados 17.372 productores de hoja verde, siendo el 62 % de los mismos poseen hasta 10 hectáreas de cultivo, el 28 % hasta 30 hectáreas, el 8 % hasta 100 hectáreas y un 2 % más de 100 hs. Esto nos arroja una cifra interesante con respecto a la pequeña producción que alcanza el 90 % pero aporta sólo el 52 % de la hoja verde total.

La cooperativa posee la administración de los campos de la fallida empresa, por lo tanto su provisión de materia prima en parte está asegurada, pero con la producción propia no llega a ser autosuficiente y no tiene capacidad operativa para la adquisición de hoja verde, por lo tanto compra a pequeños secaderos yerba canchada para su estacionamiento y posterior molienda y comercialización. De esta operatoria surgen unos de los principales problemas que deben afrontar hoy en día la escasez de capital de trabajo o capital financiero, para hacer frente a los costos de la cosecha o la adquisición de yerba canchada, es ahí donde la estrategia y la planificación toman un rol preponderante para el sostenimiento del proyecto y es necesaria la intervención del Estado para poder colaborar con este proceso y suplir las carencias iniciales del grupo asociativo que no posee un capital de giro fundacional, si no se fundó en la capacidad laboral y conocimiento por parte de los trabajadores.

El mercado de la yerba mate por ser un producto de consumo interno y muy arraigado a las costumbres culturales del país, tiene una demanda de carácter inelástica, lo que es positivo ya que permite planificar a todo el sector, existe si un fuerte competencia entre las diferentes marcas, pero también una gran fidelidad por parte de los consumidores cuando encuentran una marca que por su sabor cumple con las expectativas esperadas, es por ello que la cooperativa La Hoja con la estrategia de mantener las diferentes marcas que tiene registradas con los diferentes corte en el sabor de la yerba, mantiene su cuota de mercado, en la zonas donde históricamente desarrollo su estrategia comercial, como son el NOA, ZONA OESTE del país. Luego de los problemas de la fallida, la cooperativa está recuperando el mercado perdido, que no fue por falta de consumo o mala presentación, o aceptación de los productos, en calidad, si no por los inconvenientes financieros de la fallida, la respuesta de los antiguos clientes y de los comerciantes es positiva.

Para acceder al Programa de Trabajo Autogestionado (MTEySS) se realizaron varios análisis uno de ellos se transcribe, dado que fue realizado por parte de este equipo de investigadores análisis FODA.

Fortalezas (características internas de la empresa)	Oportunidades (condiciones del contexto)
• El grupo Humano, y las habilidades desarrolladas en sus puestos de trabajo, <u>el saber hacer</u>. • Las plantaciones propias que posee la cooperativa para su explotación lo que asegura provisión de materia prima, sin necesidad de recurrir a financiación adicional para este cometido. • La planta industrial que posee, donde pueden desarrollar todas las tareas del proceso productivo. • Mantenimiento de las marcas comerciales (nombre fantasía) que poseía la fallida, lo que asegura el mantenimiento de las ventas.	• Demanda constante de yerba mate es producto básico de la canasta familiar. • Zona de venta que la cooperativa abarca, y que mantiene el sabor y la calidad del producto. • Producto mate cocido no tiene grandes competidores por lo tanto es un canal comercial interesante de mantener con alta rentabilidad. • Zona de comercialización línea de mate cocido, es la zona centro del país.
Debilidades (características internas de la empresa)	Amenazas (condiciones del contexto)
• Al no tener excedentes por estar al inicio de las actividades y la necesidad de afrontar costos fijos de mantenimiento del predio, y las refacciones que fue necesario afrontar para la puesta en marcha afecto capital de trabajo a esos fines lo cual representa dificultades financieras. • Capacitación en aspectos cooperativos, el proceso de conversión de empleados en relación dependencia a socios y dueños de los destinos de la organización lleva un proceso de tiempo. • Falta de medios económicos suficientes para mantenimiento de ciertos sectores de predio, a pesar de disponer de mano de obra a tales fines.	• El mercado de la hoja verde de yerba, siempre es conflictivo y fluctuante, por ello el precio, se regula a través del INYM, eso lleva a que la planificación financiera, tenga que ser prudente y tener cierto grado de seguridad porque una brusca variación en costo inicial repercute en toda la cadena y el mercado resiste el traslado de esas variaciones a precios de venta, por lo tanto esa porción pasa a ser costo que no se puede absorber vía precio e impacta en los resultados económicos • La fuerte competencia de marcas líderes a nivel nacional como son Molino Rio de la Plata, con su marcas Nobleza Gaucha, que al ser una empresa grande y de variada gama de productos con posibilitan otro tipo de acuerdos con supermercados bajan precio de la yerba a fin de colocar otros productos en góndola. • Los distribuidores y mayoristas con el plazo de financiación, para compras de volumen los plazos son de más 60 días que antes la situación de escasez financiera resulta condicionante para la cooperativa tiene que salir a comercializar los cheques al mercado perdiendo en esa operatoria un porcentaje, que afecta sus utilidades

Conclusiones

Teniendo en cuenta la evaluación realizada por la Gerencia de Empleo y Capacitación Laboral y los técnicos del programa Trabajo Autogestionado (MTEySS), se concluye que el proceso cooperativo que se está desarrollando es fundamental para el mantenimiento de las fuentes laborales, siendo el más apto, sustentable y plausible de sostener, teniendo en cuenta que la mayoría de los socios tiene una considerable antigüedad laboral en la empresa fallida y son operarios que se encuentra en un grupo, cuyas edades promedio son entre 40 a 50 años, siendo que su reconversión laboral resultaría poco menos que inviable, si se pretende llevarlos hacia la ejecución de tareas productivas ajenas a las que han tradicionalmente ejecutado, lo cual, con seguridad impediría, al menos en los tiempos perentorios que la economía de subsistencia requiere, asegurar un mínimo de rendimiento eficiente.

Luego de realizar el análisis **FODA** en las cooperativas que ingresan a los programas del Ministerio, consideramos que, teniendo en cuenta las **fortalezas** de los grupos cooperativos de la región, como los recursos propios, las aptitudes y habilidades adquiridas; estos a mediano plazo, pueden lograr la autosustentabilidad más allá de los aportes del Programa. A su vez, apreciando el contexto del departamento de San Ignacio, Provincia de Misiones, (lugar geográfico donde se encuentra el emprendimiento) son, mayoritariamente predominantes de características rurales, representando una **oportunidad** como establecimiento histórico generador de puestos de trabajo de la zona, y sostén como eje laboral de la oferta. Lo cual lo convierte en un factor de carácter estratégico y socialmente, fundamental, para esa comunidad, dado que la pérdida y cierre de este establecimiento afectara no solo a la generación y sostén de mano de obra directa y si no de forma indirecta a toda la comunidad impactando con mayor énfasis a los eslabones más vulnerables de la cadena de valor de la actividad investigada.

En virtud de la combinación de factores favorables y desfavorables es que las Cooperativas, solicitan los instrumentos económicos correspondientes de la LINEA I, del programa de Trabajo Autogestionado del MTEySS, que permite una nueva **Oportunidad**, la “inyección financiera”, que será, en principio afectada a reforzar el factor de producción denominado “Mano de Obra” dado que los asociados lejos están de cubrir lo que denominados, en Argentina, “salario mínimo, vital y móvil”, y se espera que para este año; que será el primero en gestión activa de la cooperativa se logre un nivel de ingreso concordantes con los necesarios para lograr la cobertura citada. Lo cual será significativo en les expectativas grupales y familiares de los operarios. Se está trabajando en una mesa de articulación triangular entre la GECAL Misiones, el Municipio de San Ignacio, La Cooperativa.

Es por ello que ante el proyecto, presentado en **Diciembre de 2016**, ante las autoridades del Ministerio citado, y elaborado por los técnicos de la Gerencia de Empleo y parte del equipo de investigadores que presentan este trabajo, el Ministerio decidió dar la contención que se describe: aprobación proyecto 20-845-49.

Línea de asistencia: Línea I - Ayuda Económica Individual

Cantidad de beneficiarios	Periodo	Monto Individual	Monto Total
96	6	\$ 4.000,00	\$2.304.000

Durante el semestre en curso y contando con la ayuda económica mencionada, el grupo asociativo tiene previsto realizar tareas de mantenimiento en el predio, limpieza y reacondicionamiento de las maquinas pensando en el grueso de la actividad que se iniciara en **Abril de 2017**.

De esta manera, y teniendo asegurada la cobertura económica del factor “Mano de Obra”, se evitarían erogaciones adicionales destinadas a la limpieza y mantenimiento del predio ya que el

ingreso por parte del Ministerio se destinará a los haberes de los trabajadores generando un ahorro por parte de la cooperativa que los utilizara para incrementar su capital financiero, y a su vez empleará mano de obra propia y especializada para tales fines. que es una de los principales debilidades actuales, fortaleciendo la eficiencia dentro del círculo de cadena de valor de la empresa analizada en el presente caso..

Referencias Bibliográficas

COSTOS HISTORICOS, Gonzalez, Cristobal de Rio, Editorial Económico, Vigésima Primera Edición 2000

COSTOS PREDETERMINADOS, DE OPERACIÓN Y COSTOS VARIABLES, Gonzalez, Cristobal de Rio, Editorial Económico, Septuagésima Edición 2000

CUADRO DE MANDO INTEGRAL, Kaplan Robert S. y otros – Editorial Gestión – Año 2000

EL ANALISIS INTEGRAL – Yardin Amaro, 3º Edición – Editorial Buyatti – Año 2012

RESOLUCION N° 203/04 Secretaria de Empleo (MTEySS)

REVISTA IDELCOOP Año 2011 – Volumen 38; Feser Maria Eleonora; Mutuberria L. Valeria

ANÁLISE DOS ÍNDICES DE DESIGUALDADE DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hill)

Maycon T. S. da Silva¹; Gustavo S. Oliveira¹; Taize C. Dreyer¹; Chaiane R. Schneider¹; Philipe R. C. Soares²

¹ Mestrando do Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC/CAV. Avenida de Luiz de Camões, Lages-SC, Brasil. Email: mayconthuan@hotmail.com

² Professor/Pesquisador. Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC/CAV. Avenida de Luiz de Camões, Lages-SC, Brasil. Email: philipe.soares@udesc.br

Resumo: Neste estudo foram analisadas as exportações brasileiras de Erva-mate no período de 2005 a 2015, verificando-se o grau de desigualdade. Os dados foram coletados no portal de informação da Organização das Nações Unidas UNCOMTRADE. Os valores de exportação foram deflacionados pelo CPI, tomando-se como ano base 2005. Para o cálculo de desigualdade, foi utilizado o Índice de Gini. Os resultados mostraram que as exportações brasileiras de Erva-mate para o período apresentaram acréscimos e decréscimos, porém a avaliação da desigualdade da variável medida pelo índice de Gini mostrou estabilidade durante todo o período de avaliação com uma média de 0,921, podendo ser classificado como desigualdade muito forte a absoluta.

Palavras-chave: Índice de Gini. Participação de mercado, Economia.

Introdução

A Erva-mate *Ilex paraguariensis* St. Hill é uma planta arbórea de grande importância socioeconômica, principalmente no Sul do Brasil, onde ocorre de forma nativa ou cultivada. A mesma é encontrada de forma na Floresta Ombrófila Mista, sendo a principal atividade econômica de muitos municípios desta área.

Dentre os produtos obtidos da planta da Erva-mate, destacam-se a Erva para o chimarrão, o chá em saquinhos, a Erva para o tererê, e a bebida pronta para o consumo (Bozzetto, 1995). Visto ainda todo o potencial da planta como alimento ou produção de multiprodutos ainda se aplica diversas aplicações como nutrientes que atuam no metabolismo humano.

As exportações brasileiras até 1980 destinavam-se ao Uruguai. Porém, a partir de 1988, as exportações passaram a ingressar os mercados da Síria, Alemanha, Japão e Estados Unidos. A procura pela Erva-mate desencadeou-se principalmente pelo fato de servir como alimento e para uso medicinal e principalmente pelo forte hábito em algumas regiões de tomar chimarrão.

A partir de 1989 ocorreu uma queda na produção nacional de Erva-mate, o que pode ser explicado pela exaustão ocorrida pela exploração contínua e o avanço das áreas de lavouras sobre as matas nativas. Porém, paralelamente a demanda interna e externa aumentou incentivando os plantios comerciais.

Segundo Diana (2015), a desigualdade econômica de importação, é um problema decorrente da má distribuição da compra ou venda de um produto ou matéria prima de um país para o outro. O coeficiente de Gini é um dos principais meios de mensurar e calcular o grau da desigualdade de cada um dos países seja no âmbito social ou econômico. Com isso, as empresas podem traçar estratégias de comércio para negociar da melhor forma seus produtos, visando a busca de parceiros comerciais.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo analisar o mercado das exportações brasileiras de Erva-mate, no período de 2005 a 2015, quanto a sua desigualdade.

Metodologia

Fonte de dados

Para a determinação do índice de desigualdade do mercado dos principais exportadores de Erva-mate do Brasil foram obtidas séries anuais, no período de 2005 a 2015, do valor das exportações mundiais em Dólar (US\$). Os dados foram coletados no portal de informação da Organização das Nações Unidas UNCOMTRADE – *United Nations Commodity Trade* (UNITED NATIONS, 2015), para o capítulo 09.03.00. Mate - do Sistema Harmonizado de Designação e de Decodificação de Mercadorias (SH). Os valores de exportação foram deflacionados pelo CPI (*Consumer Price Index*) norte-americano, tomando-se como ano base o de 2005.

Medidas de desigualdade

Para a análise da desigualdade das exportações brasileiras de Erva-mate optou-se pela utilização do Índice de Gini (G). Segundo Hoffmann (2006), esta medida é a mais comumente empregada para calcular a desigualdade de distribuição de renda, podendo ser utilizada para qualquer distribuição. Este índice varia de zero a um, sendo que quando não há desigualdade de renda entre as nações seu valor é zero. Quando a desigualdade é máxima, ou seja, apenas um país detém toda a renda das exportações, esse valor tende a 1. (Ishitani et al., 2006).

O índice de Gini é calculado pela seguinte equação (Equação 1), apresentada por Nojimoto (1987) apud Silva, Graça & Nojimoto (1992):

$$G = 1 - \left(\sum_{i=1}^n \frac{C_{ij} + C_i}{n} \right) \quad (1)$$

Em que:

G = Índice de Gini;

n = Número de nações;

C_{ij} = Participação acumulativa nas exportações em ordem crescente;

C_i = Participação da nação i.

Na **Tabela 1**, está a classificação proposta por Câmara (1949) apud Silva, Graça & Nojimoto (1992) para os índices de desigualdade.

Tabela 1. Classificação do Índice de Gini.

Índice de Gini	Classificação
0,101 – 0,250	Desigualdade nula a fraca
0,251 – 0,500	Desigualdade fraca a média
0,501 – 0,700	Desigualdade média a forte
0,701 – 0,900	Desigualdade forte a muito forte
0,901 – 1,000	Desigualdade muito forte a absoluta

Fonte: Câmara (1949) apud Silva, Graça & Nojimoto (1992).

Neste contexto também foi determinado a Razão de Concentração (CR2 e CR4), conforme apresentado por Hoffmann (2006).

Resultados e Discussão

A **Figura 1** apresenta a evolução das exportações brasileiras de Erva-mate para o período de 2005 a 2015 (UNITED NATIONS, 2015). Verificando-se para esta variável, uma tendência crescimento até 2014. Neste modo também é possível observar uma queda nas exportações a partir deste mesmo ano, provavelmente justificada pelo excesso de produção e queda no consumo desvalorizando os preços do comércio.

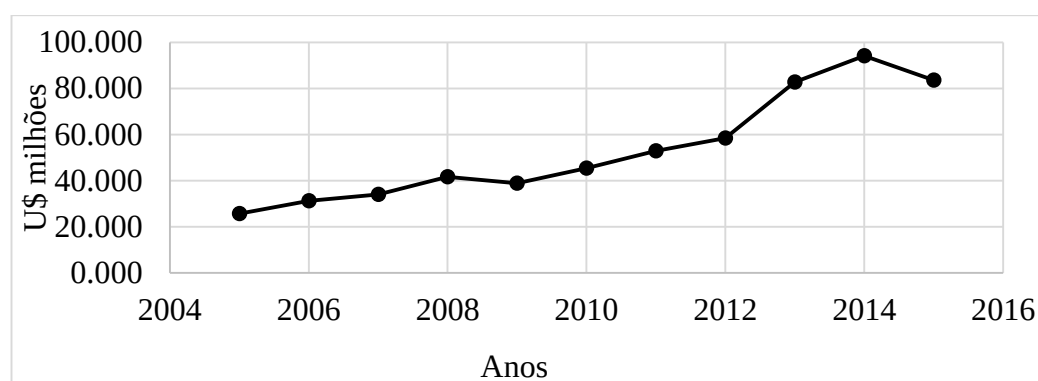


Figura 1. Exportação mundial de Erva mate pelo Brasil, no período de 2005 a 2015.

O valor real das exportações mundiais de Erva-mate, para o período analisado, passou de US\$ 25,697 milhões em 2005, para US\$ 83,642 milhões em 2015, ultrapassando os US\$ 94,118 milhões no ano de 2014. Durante os últimos dez anos

Com relação à medida de desigualdade, as informações necessárias para a avaliação são apresentadas na **Tabela 2**.

Tabela 2. Medida de desigualdade para as exportações brasileiras de Erva-mate no período de 2005 a 2015.

Ano	Participação dos 2 maiores parceiros (%)	Participação dos 4 maiores parceiros (%)	G	Número de países
2005	95	98	0,912	26
2006	94	96	0,908	26
2007	92	96	0,929	35
2008	94	97	0,931	34
2009	94	97	0,924	31
2010	94	96	0,920	30
2011	93	97	0,918	29
2012	89	94	0,913	30
2013	91	96	0,924	34
2014	91	96	0,927	34
2015	91	97	0,926	34

A avaliação da desigualdade da variável, medida pelo índice de Gini, mostrou estabilidade durante todo o período apresentando uma média de 0,921 neste período avaliado. Este fato que pode ser explicado, pois se observar o ano de 2015, onde quatro países conquistaram 97,0% de todo o mercado de exportação brasileiro, sendo que o Brasil exportou para 34 países nesse mesmo ano. Este índice pode ser considerado com padrão constante durante todo o período analisado, fato explicado pela alta concentração em apenas dois países.

Na **figura 2** a avaliação da desigualdade da variável, medida pelo índice de Gini, mostrou alternância entre períodos de decréscimo e acréscimo.

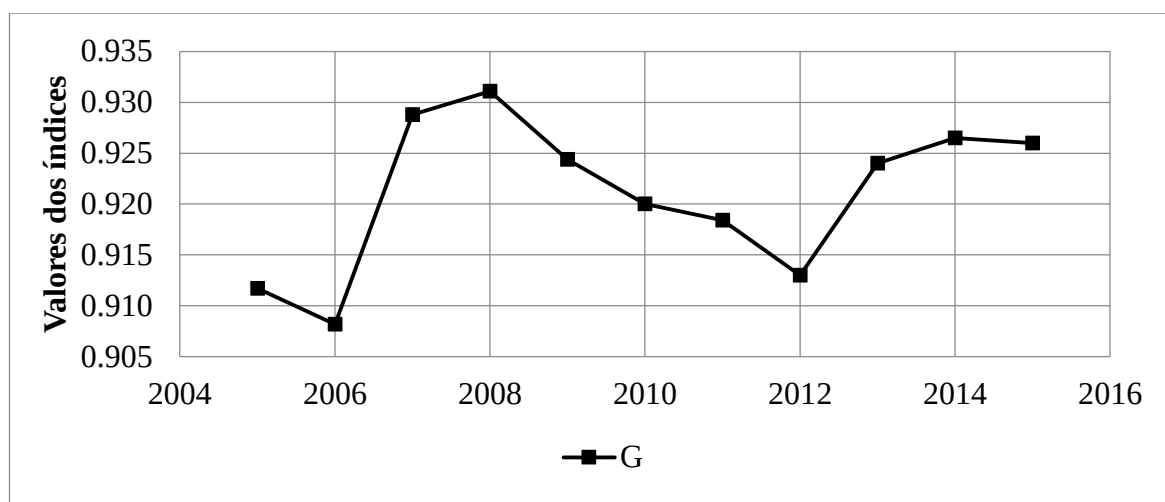


Figura 2. Variação do Índice de Gini das exportações de Erva-mate no Brasil, no período de 2005 a 2015.

Apesar dessa oscilação o mercado exportador de Erva-mate apresentou desigualdade forte a absoluta em todo o período, de acordo com a classificação de Câmara (1949) apud Silva et al. (1992).

O Brasil apresenta condições de expandir suas exportações, desenvolvendo estratégias no sentido de permitir e facilitar a expansão da Erva-mate brasileira frente aos demais exportadores, aumentando o número de países envolvidos no processo de exportação.

Conclusões

Verificou-se neste estudo que as exportações brasileiras de Erva-mate têm uma desigualdade classificada conforme o Índice de Gini como muito forte a absoluta. Os grandes importadores de Erva-mate do Brasil são Uruguai, Chile, Estados Unidos, Alemanha em ordem decrescente, justificando o Índice de Gini com valores próximos a 1, o que indica alta desigualdade no comércio da Erva-mate, com uma pequena parcela de países importadores.

Através das análises de desigualdade realizadas neste estudo, sugere-se que as organizações busquem ferramentas alternativas de análise econômica para auxiliar na tomada de decisões e definir estratégias de mercado atrativas a novos clientes e investidores.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, F. M.; LINO, F. C.; SOMÕES, L. L. Diagnóstico da cadeia produtiva da *Ilex paraguariensis* St. Hill Erva-mate. Disponível em: <http://www.unicamp/nipe/rbma/Ervamate.html>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2017.
- BOZZETTO, D. J. Aspectos econômicos e sociais da cultura da Erva-mate na região alta do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, Brasil. In: WINGE, H. et al. (Ed.). Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: UFRGS, 1995. p. 207-214.
- CÂMARA, L. A concentração da propriedade agrária no Brasil. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro - RJ. V.7, nº. 77. 1949.

- DIANA, D. Desigualdade Social. 2015. Disponível em: <http://www.todamateria.com.br/desigualdade-social/>. Acesso em: 19 de julho de 2016.
- HOFFMANN, R. Estatística para economistas. 4.ed. São Paulo: Pioneira, 2006. 432 p.
- ISHITANE, L.H.; FRANCO, G.C.; PERPÉTUO, I.H.O. et al. Desigualdade social e mortalidade precoce por doenças cardiovasculares no Brasil. Rev. Saúde Pública, v. 40, n. 4, p. 684-691, 2006.
- KNÖSS, W.; SCHLUTER, W.; STOLTE, F.; BRAND, K.; GHENO, L. Mate: Control de los compuestos naturales durante el proceso. 46th Annual Congress of the Society for Medicinal Plant Research, v.1, n.4, p.55-57, 1998.
- SILVA, J. C. G. L.; GRAÇA, L. R.; NOJIMOTO, T. Estrutura de mercado do setor de papel e celulose no Brasil. In: Encontro brasileiro de economia e planejamento florestal. 1991, Curitiba. Anais... Curitiba-PR: EMBRAPA-CNPQ, p. 485-499. 1992.
- SILVA, J. C. G. L.; GRAÇA, L. R.; NOJIMOTO, T. Estrutura de mercado do setor de papel e celulose no Brasil. In: Anais do Encontro Brasileiro de Economia e Planejamento Florestal; 1991; Curitiba: EMBRAPA-CNPQ. p. 485-499.
- UNCOMTRADE. United Nations Commodity Trade. Statistics database. [citado 05 de junho de 2015]. Disponível em: <http://comtrade.un.org>. Acesso em: 29 de março de 2017.

Fitoquímica

EXTRACTION TECHNIQUES APPLIED TO UNRIPE FRUITS OF YERBA MATE

Caroline G. Finkler da Silva¹; Eduardo Cassel¹; Rubem M. F. Vargas¹; Ligia D. F. Marczak²

¹ Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS. Av. Ipiranga, 6681, Porto Alegre-RS, Brasil.
Email: cassel@pucrs.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua Engenheiro Luiz Englert s/nº, Porto Alegre-RS, Brasil.

Abstract: Unripe mate fruits are an abundant source of saponins, natural surfactant compounds known by their pharmacological properties. This work evaluated unconventional extraction techniques such as ultrasound (US), moderate electric field (MEF) and supercritical fluid extraction (SFE) for the selective extraction of saponins from unripe fruits of yerba mate. Different power (282–565 W cm⁻²) and electric field (25–50 V cm⁻¹) intensities were assayed for US and MEF, respectively, and different pressure conditions (10 – 30 MPa) for SFE. The maximum yields for US and MEF were 6.68% and 6.01% of saponin equivalent per gram of extract. Although supercritical fluid extracts showed low brute extracts yields, it was highly selective for saponins yielding up to 8.65% of saponin equivalent.

Keywords: Saponins. Ultrasound. Electric field. Supercritical fluid.

Introduction

Yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) leaves are widely used in some countries of South American as tea-like beverage prepared as a hot infusion. The yerba mate tree, from the Aquifoliaceae family, produces a non-negligible amount fruits that is usually discarded as a byproduct of the manufacturing of commercial product (Fernandes et al., 2016). Studies shown that the unripe mate fruits are rich in triterpenoids saponins (Treter et al., 2010), namely matesaponins. Saponins are known natural surfactants, being used due to their emulsifier and pharmacological properties (Cheok et al., 2014). Its anticancer property (Waheed et al., 2012), has motivated the use of new extraction methods aiming a higher extraction efficiency as moderate electric fields (MEF), ultrasound assisted extraction (US) or supercritical fluid extraction (SFE).

Moderate electric fields, typically bellow 1 kV/cm, applied to extraction of bioactive compounds have shown interesting influences on the permeability and diffusion across cell membranes through electroporation phenomenon (Oliveira et al., 2015). By applying an external electric field to a cell, electric charges build up on the cell membrane creating pores that further the extraction of intracellular content (Loghavi et al., 2015; Sensoy e Sastry, 2004). Hou et al. (2010) investigated the use of pulsed electric field (10 - 25 kV/cm and 6 kHz) for ginsenosides extraction and found that excessive electric field intensity can diminish the extraction efficiency.

Ultrasound assisted extraction is a widespread non-conventional extraction technology. It is a simple technique that offers high reproducibility and requires low energy input. The improvement of extraction yields of bioactive compounds by ultrasound in plant material is due the mechanical disruptive effects of acoustic cavitation that enhances solvent penetration. Extractions assisted by ultrasound are faster than conventional methods (e.g. Soxhlet) and can be used to avoid thermal degradations of unstable compounds (Wu et al., 2001). Many studies were made regarding the use of ultrasound to extract saponins from plant materials (Cheok et al., 2014). However, few studies emphasize the extractions conditions.

Supercritical fluid extraction has been extensively applied on food and pharmaceutical industries (Melo et al., 2014). Applied to extraction of plant materials, the technique provides several operational advantages that overcome many limitations of conventional extraction methods and improve the quality of final extracts. Supercritical fluids have enhanced transport properties, with low

viscosity and relatively high diffusivity; they are able to diffuse easier through solid materials improving extraction yields. Other important advantage is the use of solvents generally recognized as safe (GRAS), such as carbon dioxide and the possibility to use modifiers or co-solvents such as ethanol to further the extraction of polar compounds (Domingues et al., 2013). The technique has already been used for the extraction of bioactive compounds from yerba mate leaves (Cassel et al., 2010; Jacques et al., 2007) and some studies have been found regarding the extraction of saponins from plant materials (Bitencourt et al., 2014; Wang et al., 2016).

This study focused on the use of these three techniques applied to unripe mate fruits aiming at the selective extraction of saponins through the manipulation of operational conditions.

Methodology

Plant material

Mate unripe fruits harvest in 2015 summer were supplied by Ervateira Baldo from Encantado, southern Brazil (-29.2115291,-51.8899361) *in natura*. The raw materials were characterized for moisture contents (22 %), mean particle diameter (5 mm) and particle density (1176 kg m^{-3}). The moisture content was determined by drying the material to a constant weight. The real particle density was determined by nitrogen gas pycnometry (Quantachrome pycnometer Auto Ultrapyc 1200e). The fruits were freeze-dried (Terroni LS, Brasil) and stored in plastic containers.

Moderated electric field extraction

Moderated electric field (MEF) extraction experiments were performed in a batch stirred reactor at a constant frequency of 60 Hz. The apparatus consisted of a manual transformer (0 – 240 V); a data acquisition system that recorded temperature, current and voltage data (data logger); and a glass cell of 100 mL containing platinum electrodes and a water jacket. The temperature was monitored near the cell wall. Single factor experiments were initially performed to determine the effectiveness of electrical field in matesaponins extraction. The freeze-dried material was extracted with a 30% hydro ethanolic solution at 1:10 (w/v) ratio and temperature of 40° C. Electric fields of 50, 37.5, and 25 V cm^{-1} applied for 15 min were assayed.

Ultrasound

Ultrasound assisted extractions were carried out with an ultrasonic probe of 750 W and 20 kHz frequency (Sonics, USA). The titanium probe of diameter 13 mm and length 135 mm, submerged 2.5 cm, was used to transmit ultrasound waves to the sample in contact with the solvent. To prevent the heat generated by sonication process, a jacketed cell connected to a cooling bath (Lauda RM8, Germany) was used. Energy inputs of 565, 423 e 282 W cm^{-2} corresponding to 50%, 75% and 100% of amplitude were assayed. The other conditions kept the same as the MEF treatments. The sonication was also carried out during 15 min.

After the non-conventional treatments (MEF and US), the suspension of fruits in the ethanolic solution was kept in the glass jacket cell at 40 °C under agitation for 45 min. This phase was called “diffusion”. After 1 h of extraction, the solutions were centrifuged at 11000 rpm for 20 min (Sigma 2-26KL, Germany), filtered, concentrated at 45 °C under reduced pressure (Tecnal TE-211, Brazil) and then freeze-dried. For control extractions, yerba mate fruits were introduced in the same glass cell with a mixture of solvent in the same processes conditions used for MEF and US treated samples (e.g. ratio, time, temperature).

Supercritical fluid extraction

Supercritical fluid extractions were carried out on pilot-scale equipment previously described by Almeida et al. (2013). The bed porosity was 0.72. The material was extracted with a mixture of $2.22 \times 10^{-4} \text{ kg s}^{-1}$ of CO_2 and ethanol at 70:30 (w/w) ratio. Three different pressures (10, 20 and 30 MPa) were assayed at 40°C .

Determination of total saponin

The total saponin quantification was carried out with the colorimetric method described by Dini et al. (2009), with slightly modifications. The dry extracts were dissolved in MeOH 80% to a concentration of 1 mg mL^{-1} . A sample of 1mL of this solution was added to 1mL of 8% vanillin in ethanol and 8 mL of 72% H_2SO_4 in water. The mixing of the reagents was carried out in an ice bath, and then set in a thermostatic bath at 70°C for 30 min. The concentration of total saponin was determined with a spectrophotometer at 540nm, using ilexoside II as standard.

Statistical data analysis

The data obtained from the single factor assays were presented as means of two replicate determinations $\pm$ standard deviation. All the results were submitted to analysis of variance to compare means with one-way ANOVA and Tukey post hoc test ($p < 0.05$), using software STATISTICA software (version 10, StatSoft Inc., Tulsa, USA).

Results and discussion

Calibration curve and determination of total triterpenoid saponins

Extraction analyses were performed according to the amount of saponin extracted and the yields of saponin in extracts (% w/w) determined by spectrophotometric technique. The basic principle of this method is the reaction of oxidized triterpene saponins with vanillin resulting in a distinctive purple color. The regression for the standard curve obtained gives the linear relationship:

$$C_{calc} = 0.0148A - 0.0024 \quad (1)$$

with $R^2 = 0.9985$, where C_{calc} ($\mu\text{g}_{ilex} \text{ mL}^{-1}$) is the concentration of triterpenoid saponins in the solution for colorimetric analysis, expressed as equivalent of ilexoside II, and A is the absorbance at Vis 540 nm. The total saponin in the extracts (S) was calculated as follows:

$$S(\%) = \frac{C_{calc}}{C_{sample}} \times 100 \quad (2)$$

C_{sample} is the concentration of the sample used for the analyses. The results were expressed as percentage of gram of the ilexoside II equivalent per gram of extract sample (% $\text{g}_{ilex} \text{ g}^{-1} \text{ extract}$).

Single factor experiments

Different electric fields intensities (MEF), ultrasounds powers (US) and pressures (SFE) were applied for the same time in equal bulks of freeze dried yerba mate fruits to evaluate the impact of

these technologies on brute extract and saponin yields. To assert the efficiency of the techniques, a control sample was also evaluated. The control was obtained by extraction with water and ethanol (70:30 v/v) with stirring. The extractions were all carried out at 40 °C and the results are presented in **Table 1**.

Table 1. Mass and total saponin yields for MEF, US and SFE at 40 °C

			Y_{extract} (% g_{extract}g⁻¹dry fruit)	Y_{total saponin} (% g_{saponin}g⁻¹extract)
Control	-		3.81 ^b ± 0.04	5.22 ^{ab} ± 0.24
MEF	50.0	V cm ⁻¹	5.50 ^a ± 0.12	6.01 ^a ± 0.40
	37.5		4.95 ^a ± 0.51	4.92 ^{ac} ± 0.05
	25.0		5.05 ^a ± 0.32	4.23 ^{bc} ± 0.17
US	565	W cm ⁻²	7.07 ^a ± 0.04	6.68 ^a ± 0.11
	423		6.20 ^a ± 0.71	5.47 ^b ± 0.10
	282		5.74 ^{ab} ± 0.12	5.07 ^b ± 0.13
SFE	10	MPa	3.55 ^b ± 1.77	8.05 ^d ± 0.64
	20		5.00 ^a ± 0.28	8.24 ^d ± 0.38
	30		3.75 ^b ± 1.34	8.65 ^d ± 0.29

The results represent the average of duplicates ± standard deviation. Results followed by different small letters in the column indicate significant difference (p < 0.05) according to Tukey's test.

The results presented in the **Table 1** showed that the use of electric field resulted in a significant increase on the extract yields (p < 0.05) compared to the control. MEF treatment also affected the total saponin yields. Low voltages (< 25) were insufficient to permeabilize the cell membranes of the fruits, limiting the solvent penetration in the matrix, consequently hindering the saponin removal.

Additional kinetic experiments were conducted to match the time–temperature histories of a new control extraction, namely temperature control, and the extraction with 37.5 V cm⁻¹ field. This procedure permits the evaluation of the non-thermal effects of the electricity during the thermal treatment. **Figure 1** presents a plot of brute extract yield against time for the MEF and temperature control experiments. After the first 9 minutes of extraction, there is a progressive increase on the global mass yield. This behavior continues until the end of the experiment, even after ceased the application of electric field. This result suggests that 37.5 V cm⁻¹ field is enough to cause a change on the structure of the fruit cells, enhancing the extraction of solutes from the plant material.

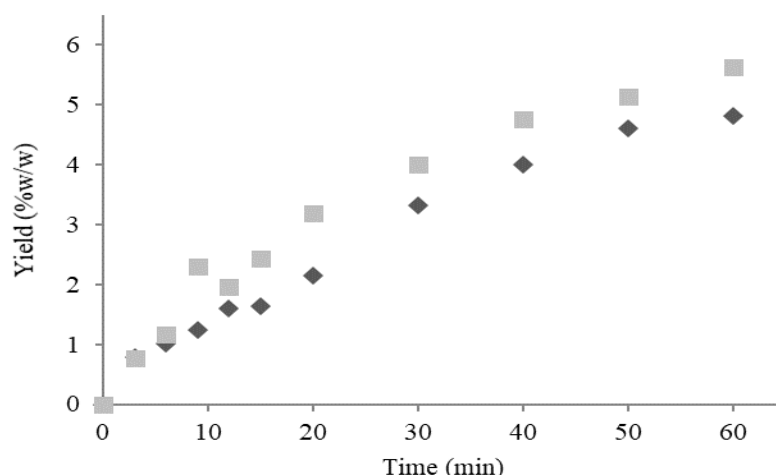


Figure 1. Extraction kinetics from 37.5 V cm^{-1} MEF (■) and control (◆) extraction expressed in extract obtained per gram of dried fruit. Control curve was obtained simulating the heating ramp generated by 37.5 V cm^{-1} , without the application field.

The mass extract yields obtained by US during 15 min were significantly ($p < 0.05$) higher than by MEF and control. Sonication plays an important role in breaking up the vegetal tissue, thus enhancing extraction yields in shorter periods. Regarding the total saponin yields, only 565 W cm^{-2} power intensity resulted in a significant higher yield than the control at 40°C .

The SFE, in comparison with MEF and US, resulted in smaller yields of extract, and for the conditions investigated in this screening study, the operational pressure was not a significant parameter on the extraction process ($p > 0.05$). This lack of significance of the pressure on the extract yields may be due the high deviations obtained. Nevertheless, SFE was more selective for saponins than the other techniques studied in this work.

Conclusion

Moderate electric field, ultrasound assisted extraction, and supercritical fluid extraction were successfully applied to extract saponins from unripe mate fruits. Under the conditions studied, MEF and US processes presented yields higher than the obtained through the control extractions. The ultrasound application to unripe yerba mate fruits was more efficient than moderate electric field to obtain saponins, as well as to obtain global extract. Therefore, techniques of cell disruption, such as electric and ultrasonic fields, can be used to obtain saponins from mate fruit. However, the solute-solvent separation is a critical step. The need to work with aqueous solutions in treatments by electric field and its limitation of action on intact materials make this the least desirable technique for saponin extraction from mate fruit. The use of a mixture of ethanol and carbon dioxide in supercritical state was the most effective method for selective extraction of saponins, compared to the previous techniques described. The main advantage of the use of this technique is the effortlessly solute-solvent separation.

Acknowledgements

The authors thank the providence of saponins standards by Professor Grace Gosmann. In addition, the financial support received from CAPES, PNPd and FAPERGS.

References

- CASSEL, E., VARGAS, R.M.F., BRUN, G.W., ALMEIDA, D.E., COGOI, L., FERRARO, G., FILIP, R., Supercritical fluid extraction of alkaloids from *Ilex paraguariensis* St. Hil. *Journal of Food Engineering* v. 100, p. 656–661, 2010.
- CHEOK, C.Y., SALMAN, H.A.K., SULAIMAN, R., Extraction and quantification of saponins: A review. *Food Research International* v. 59, p. 16–40, 2014.
- DINI, I., TENORE, G.C., DINI, A., Saponins in *Ipomoea batatas* tubers: Isolation, characterization, quantification and antioxidant properties. *Food Chemistry* v. 113, p. 411–419, 2009.
- DOMINGUES, R.M. A., DE MELO, M.M.R., OLIVEIRA, E.L.G., NETO, C.P., SILVESTRE, A.J.D., SILVA, C.M., Optimization of the supercritical fluid extraction of triterpenic acids from *Eucalyptus globulus* bark using experimental design. *Journal of Supercritical Fluids* v. 74, p. 105–114, 2013.
- FERNANDES, C.E.F., KUHN, F., SCAPINELLO, J., LAZAROTTO, M., BOHN, A., BOLIGON, A.A., ATHAYDE, M.L., ZANATTA, M.S., ZANATTA, L., DAL MAGRO, J., OLIVEIRA, J.V., Phytochemical profile, antioxidant and hypolipemiant potential of *Ilex paraguariensis* fruit extracts. *Industrial Crops and Products* v. 81, p. 139–146, 2016.
- HOU, J., HE, S., LING, M., LI, W., DONG, R., PAN, Y., ZHENG, Y., A method of extracting ginsenosides from *Panax ginseng* by pulsed electric field. *Journal of Separation Science* v. 33, p. 2707–2713, 2010.
- JACQUES, R. A., SANTOS, J.G., DARIVA, C., OLIVEIRA, J.V., CARAMÃO, E.B., GC/MS characterization of mate tea leaves extracts obtained from high-pressure CO₂ extraction. *J. of Supercritical Fluids* v. 40, p. 354–359, 2007.
- LOGHAVI, L., SASTRY, S.K., YOUSEF, A.E., Effect of Moderate Electric Field Frequency and Growth Stage on the Cell Membrane Permeability of *Lactobacillus acidophilus*, 2015.
- MELO, M.M.R. DE, SILVESTRE, A.J.D., SILVA, C.M., Supercritical fluid extraction of vegetable matrices: Applications, trends and future perspectives of a convincing green technology. *The Journal of Supercritical Fluids* v. 92, p. 115–176, 2014.
- OLIVEIRA, C.F. DE, GIORDANI, D., GURAK, P.D., CLADERA-OLIVERA, F., MARCZAK, L.D.F., Extraction of pectin from passion fruit peel using moderate electric field and conventional heating extraction methods. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* v. 29, p. 201–208, 2015.
- SENSOY, I., SASTRY, S.K., Extraction using moderate electric fields. *Journal of food science* v. 69, p. 7–13, 2004.
- TRETER, J., PEIXOTO, M.P.G., ORTEGA, G.G., Foam-forming properties of *Ilex paraguariensis* (mate) saponin: foamability and foam lifetime analysis by weibull equation. *Química Nova* v. 33, p. 1440–1443, 2010.
- WAHEED, A., BARKER, J., BARTON, S.J., OWEN, C.P., AHMED, S., CAREW, M.A., A novel steroidal saponin glycoside from *Fagonia indica* induces cell-selective apoptosis or necrosis in cancer cells. *European Journal of Pharmaceutical Sciences* v. 47, p. 464–473, 2012.
- WU, J., LIN, L., CHAU, F.T., Ultrasound-assisted extraction of ginseng saponins from ginseng roots and cultured ginseng cells. *Ultrasonics Sonochemistry* v. 8, p. 347–352, 2001.

EXTRAÇÃO E PURIFICAÇÃO DE CAFEÍNA DE FOLHAS DA ERVA-MATE

Alexandre T. Espirito Santo¹; Marleny A. Saldaña²; Júlia R. Sarkis³, Lígia D. F. Marczak³, Eduardo Cassel⁴

¹ Doutorando. PUCRS, Av. Ipiranga, 6681, Porto Alegre-RS, Brasil. Email: alexandre.santo@acad.pucrs.br

² Professor. University of Alberta, 116 St & 85 Ave, Edmonton-AB, Canada.

³ Professor. UFRGS, Av. Paulo Gama, 110, Porto Alegre-RS, Brasil.

⁴ Professor. PUCRS, Av. Ipiranga, 6681, Porto Alegre-RS, Brasil. Email: cassel@pucrs.br

Resumo: A erva-mate, por possuir até 2% em massa de cafeína nas suas folhas, pode ser uma fonte alternativa na obtenção de cafeína, contudo é necessário desenvolver uma tecnologia capaz de produzir cafeína purificada. Portanto, este estudo avalia dois processos de extração não convencionais, campo elétrico moderado (CEM) e processamento por alta pressão (PAP), e os compara com a metodologia de extração por infusão que é tradicional. Além disto, o método de antissolvente supercrítico (SAS) é avaliado como processo de purificação de cafeína do extrato obtido por infusão das folhas da erva-mate. O procedimento analítico utilizado para quantificar a cafeína presente nos diferentes extratos foi a cromatografia líquida de alta eficiência. Os resultados demonstraram que todas as técnicas extrativas foram capazes de remover cafeína das folhas de erva-mate, porém a extração por infusão foi mais efetiva, removendo até 1,78% em massa de cafeína por massa de erva-mate. Já o processo por SAS apresentou resultados positivos, atingindo valores de até 95,3% de pureza de cafeína no produto final.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Cafeína. Infusão. SAS.

Introdução

A cafeína está presente em diversas partes da *Ilex paraguariensis* (erva-mate), mas nas folhas é onde as maiores concentrações são observadas, variando entre 1% a 2% em massa em relação à planta seca (Heck e de Mejia, 2007). Este produto apresenta diversas propriedades, com destaque a ação estimulante, já que atua nos centros corticais do sistema nervoso central, aumentando a atividade cerebral (Bastos et al., 2007). Essa propriedade é desejada em bebidas energéticas, tornando a cafeína o principal aditivo para essa indústria (Heckman et al., 2010). Outra propriedade apresentada pelo composto é a capacidade de permear diferentes camadas biológicas, tornando-o um bom veículo para utilização em cosméticos (Sintov e Greenberg, 2014).

A extração de cafeína da erva-mate é tradicionalmente realizada por infusão (Heck e de Mejia, 2007), porém neste estudo também são avaliadas duas novas tecnologias: processamento por alta pressão (PAP) e campo elétrico moderado (CEM). O PAP é utilizado como uma tecnologia alternativa à extração de compostos que estejam em uma matriz vegetal, visto que o mesmo se fundamenta no aumento da permeabilidade e da solubilidade fruto dos danos causados à matriz vegetal devido à alta pressão do processo (Tao et al., 2016). Em relação ao CEM, o fenômeno de eletroporação ou eletropermeabilização promove um aumento da permeabilidade da membrana celular do material vegetal pelo surgimento dos poros devido à aplicação de pulsos elétricos curtos e intensos. A ocorrência de poros, ou seja, o aumento da permeabilidade da membrana acarreta numa menor resistência, facilitando a difusão de componentes internos da célula (Kulshrestha e Sastry, 2006).

Os extratos de erva-mate obtidos pelos três métodos utilizados neste trabalho são ricos em uma variedade de compostos bioativos, portanto para obter cafeína com alta concentração um processo de purificação se faz necessário. O antissolvente supercrítico (SAS) é uma tecnologia utilizada para purificação de compostos bioativos naturais (Huang et al., 2013). Esta se fundamenta no uso de um fluido supercrítico para remover um solvente de uma mistura original formada por este mesmo

solvente e um soluto. Com a redução da concentração do solvente da mistura, a solução torna-se supersaturada, e por consequência disso ocorre a precipitação de cristais do soluto (Rossmann et al., 2012).

Este estudo tem como objetivo principal avaliar duas tecnologias alternativas de extração (CEM e PAP) para obter cafeína das folhas de erva-mate e compará-las com a técnica tradicional de infusão. Além disso, também será estudado a capacidade do SAS em purificar o extrato de erva-mate para obter-se cafeína com elevada pureza.

Metodologia

Para a realização dos experimentos de extração foi utilizada erva-mate estacionada não comercial tipo uruguaio. Para os métodos de extração por infusão e PAP a erva-mate foi moída à uma granulometria média de 0,350 mm, enquanto para o experimento utilizando o CEM a erva-mate não foi moída (grande parte da amostra fica retida na peneira com abertura de 2,0 mm).

As extrações por infusão foram realizadas nas temperaturas de 30, 60 e 90 °C por 20min. A massa de erva-mate utilizada foi 1,03 g e o volume de água foi 30 mL. O processo por infusão foi realizado no interior de um vaso extrator de vidro de 50 mL exposto a temperatura por um banho-maria sob pressão atmosférica. No interior do vaso de extração também foi adicionado um agitador magnético para promover a transferência de massa entre e homogeneização do meio.

As extrações de cafeína da erva-mate com CEM foram conduzidas a 30 °C e 25 V com 10 g de erva-mate e 200 mL de água destilada. A variável de processo estudada foi a frequência da corrente elétrica: 10, 100, 1000 Hz. Além disso, foi feito um experimento sem o uso da corrente elétrica para fins de comparação. O aparato utilizado para realizar as extrações é apresentado na **Figura 1**.

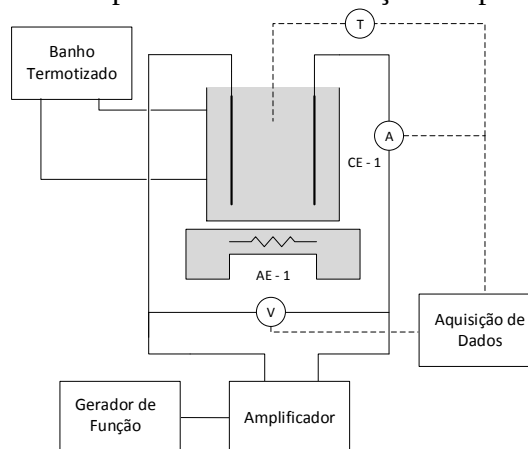


Figura 1. Fluxograma do Equipamento 1 para extração por Campo Elétrico Moderado. CE – Célula de Extração; AE – Agitação Eletromagnética; A – Medidor de corrente elétrica; V – Medidor de tensão; T – Sensor de temperatura.

Os experimentos utilizando o PAP foram conduzidos no equipamento multivasos (Unipress, Polônia) apresentado na **Figura 2**. As extrações de cafeína utilizaram 0,1 g de erva-mate e 2,9 mL de água e foram conduzidas entre os limites máximos e mínimos do equipamento em relação às variáveis pressão e temperatura, visto que não havia estudos prévios sobre o uso deste processo aplicado à erva-mate. As pressões avaliadas foram de 10 e 600 MPa, além de uma análise onde a amostra não sofreu tratamento por pressão (pressão atmosférica). Todos os experimentos foram realizados no tempo de 1 min sob a temperatura de 90 °C.

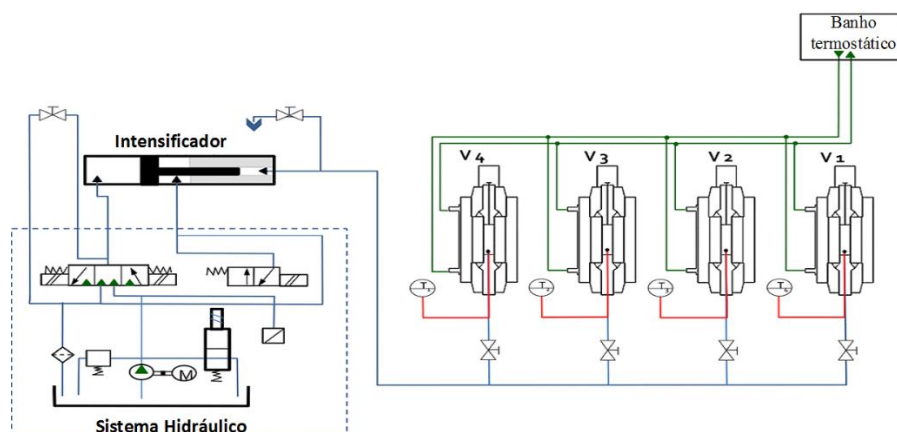


Figura 2. Unidade de Processamento à Alta Pressão (Martínez-Monteaugudo e Saldaña, 2015).

Os experimentos de purificação foram realizados a partir de um extrato aquoso obtido por infusão a 90 °C de erva-mate em um equipamento SAS (**Figura 3**). O extrato aquoso de erva-mate, devido a sua polaridade, não é compatível com tecnologia SAS, quando se utiliza o CO₂ como fluido supercrítico. Por isso, o extrato aquoso foi submetido a um processo de extração com clorofórmio. O objetivo foi remover o máximo de cafeína da fase aquosa e já promovendo um primeiro estágio de purificação. Ao final do processo de extração, o clorofórmio foi evaporado, precipitando a cafeína e outros sólidos.

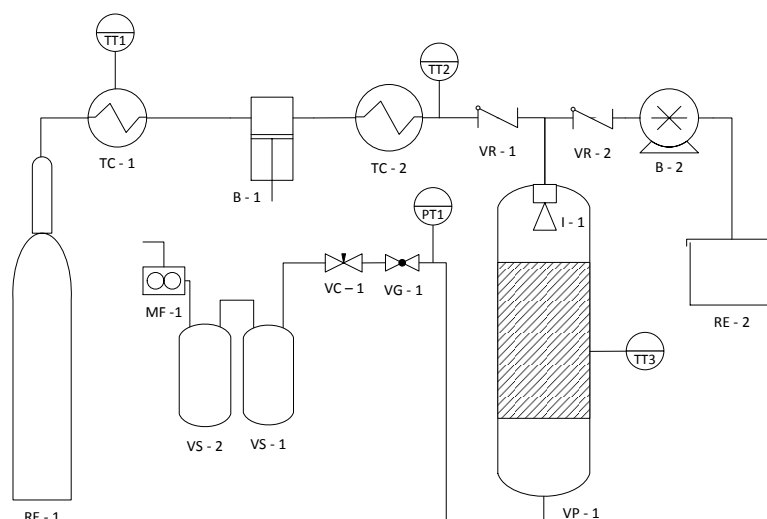


Figura 3. Fluxograma da unidade SAS. RE – Recipiente; TC – Trocador de calor; B – Bomba; VR – Válvula de retenção; VP – Vaso de precipitação; VG – Válvula globo; VC – Válvula de Controle; VS – Vaso de coleta de solvente; MF – Medidor de fluxo; TT – Medidor de Temperatura; PT – Medidor de Pressão.

Para realizar os experimentos no SAS foram utilizados dois solventes orgânicos: diclorometano (Rossa, 2015) e acetona, pela sua capacidade de solubilizar ceras, um dos constituintes do extrato por infusão da erva-mate. A definição das concentrações das soluções foi feita a partir dos dados de saturação de cafeína nos solventes orgânicos utilizados, facilitando desta forma a precipitação da cafeína (Shalmashi e Golmohammad, 2010): 0,0651 g/mL com diclorometano e 0,0118 g/mL com acetona. Os experimentos foram realizados na condição de 10,0 MPa e 60 °C com um fluxo de CO₂ utilizado foi de 1300g/h e o de solvente orgânico foi de 4 mL/min.

Para todos os processos de extração e purificação o teor de cafeína nas amostras foi determinado por cromatografia líquida de alta eficiência, utilizando uma metodologia adaptada de Filip et al.

(1998). Por sua vez, as análises microscópicas foram realizadas em um equipamento de microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo (FEG) com uma distância de trabalho de 13,5 mm.

Resultados e Discussão

Os resultados dos processos extrativos são apresentados em função do rendimento de cafeína. Esse parâmetro é a relação percentual entre a quantidade mássica de cafeína extraída pelo processo em relação à quantidade de massa de erva-mate utilizada para realizar o experimento. Na extração por infusão o rendimento final de cafeína, após 20 min de experimento, foi de 1,19%, 1,51% e 1,71% para as temperaturas de 30, 60 e 90 °C, respectivamente, demonstrando uma clara dependência do rendimento com a temperatura.

Para o PAP, os resultados indicam o efeito da pressão significou somente uma pequena melhora no rendimento de cafeína, passando de 1,25% à pressão atmosférica para 1,42% e 1,39% à 10 MPa e 600 Mpa, respectivamente. Mesmo utilizando uma pressão 60 vezes maior não foi observado melhora no rendimento de cafeína na extração, isto pode ter ocorrido por utilizar-se uma amostra já moída, já que o dano celular que o aumento pressão poderia causar já havia sido causado na etapa de moagem.

Na **Figura 4** são apresentados os resultados de rendimento de cafeína *versus* tempo das extrações na temperatura de 30 °C, usando CEM para a tensão de 25 V e alterando a frequência entre 10 a 10000 Hz para a erva-mate estacionada não moída. O teste em branco foi realizado sem aplicação de campo elétrico (0 Hz) na mesma temperatura dos demais experimentos.

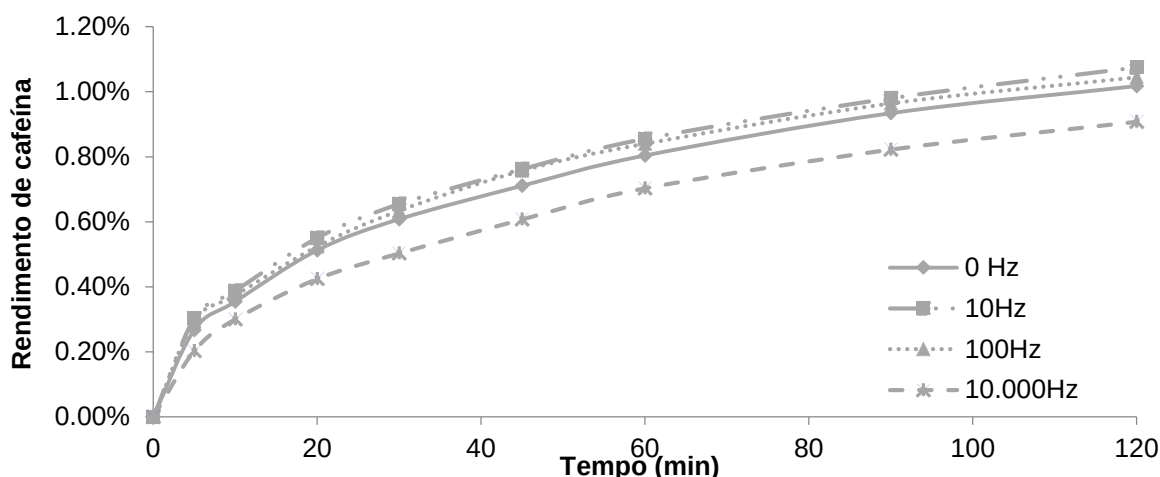


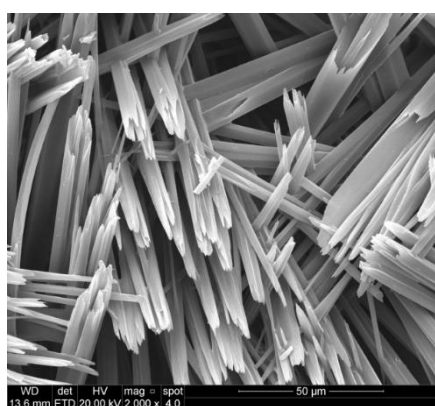
Figura 4. Curva de extração de cafeína, rendimento de cafeína versus tempo de extração obtido pelo método de extração CEM em diferentes frequências à 25 V para amostra EST-NM.

Foi possível constatar que o rendimento de cafeína aumenta ligeiramente com a diminuição da frequência. Na frequência de 10.000 Hz observou-se uma decrescimo no rendimento de cafeína, isto pode ser justificado pela mobilidade molecular ser prejudicada a frequências mais elevadas (Sensoy e Satry 2004). Além disso, a influência do CEM é mais acentuada para produtos *in natura* do que produtos processados, que é o caso da erva-mate utilizada nestes estudos (Sensoy e Satry 2004).

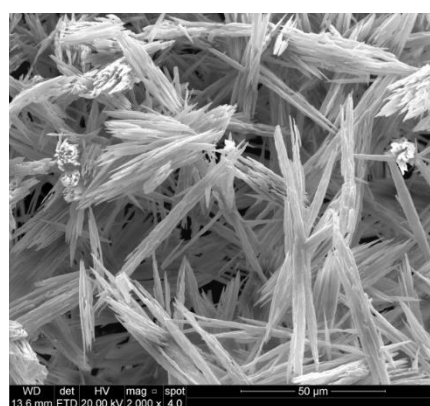
Na **Tabela 1** são apresentados os resultados obtidos na purificação do extrato por SAS, onde se observa uma baixa recuperação de cafeína, porém um aumento no grau de pureza do produto final para ambos os solventes utilizados. Outra análise realizada para a cafeína purificada foi a microscopia eletrônica de varredura de alta resolução (FEG) apresentada na **Figura 5**. Após o processamento por SAS é possível visualizar que as partículas ficaram menos aglomeradas e tiveram o seu tamanho reduzido.

Tabela 1. Tabela de massa de extrato e concentração de cafeína das amostras utilizadas antes e após o processo de purificação por SAS

Solvente	Antes do processamento		Após o processamento		
	Massa de extrato (g)	Conc. de cafeína (m/m)	Massa recolhida (g)	Conc. de cafeína (m/m)	recuperação de cafeína (m/m)
Diclorometano	4,54	47,60%	0,59	84,90%	13,00%
Acetona	4,62	50,80%	0,26	95,30%	5,60%



(a)



(b)

Figura 5. Imagens de microscopia eletrônica para cafeína purificada pelo processo SAS e antes do processamento. (a) cafeína purificada pelo processo SAS utilizando acetona como solvente (aumento de 2000 vezes); (b) Extrato antes do processamento por SAS (aumento de 2000 vezes)

Conclusões

A infusão consistiu no processo que produziu os melhores resultados para remoção de cafeína (1,71% para a temperatura de 90 °C). Esta tecnologia é simples e apresenta uma capacidade de extração semelhante aos processos CEM e a PAP, sendo que a variável que mais influenciou no rendimento de cafeína foi a temperatura. A moagem do material vegetal demonstrou-se o principal causador de danos celulares na erva-mate, já que o CEM e PAP não foram capazes de aumentar a quantidade de cafeína extraída. O CEM não demonstrou uma capacidade de promover um grande dano celular, já que a utilização do processo aumentou apenas 5% o rendimento da extração em relação à extração que não utilizou o CEM.

O método de purificação por SAS se demonstrou capaz de produzir cafeína com 95,3% de pureza. Mesmo que esta tecnologia necessite passar por uma etapa de otimização, visando o aumento da capacidade de recuperação de cafeína (5,6%), os resultados são promissores em termos de purificação e morfologia das partículas formadas.

Agradecimentos

À FAPERGS pelo apoio financeiro e ao governo canadense (Programa ELAP) pelo apoio em viabilizar o desenvolvimento de parte do trabalho.

Referências Bibliográficas

- BASTOS, D. H. M.; OLIVEIRA, D. D. M.; MATSUMOTO, R. L. T.; CARVALHO, P. D. O.; RIBEIRO, M. L. Yerba maté: pharmacological properties, research and biotechnology. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, v. 1, p. 37-46, 2007.
- FILIP, R.; LOPEZ, P.; COUSSIO, J.; FERRANO, G. Mate substitutes or adulterants: study of xanthine content. *Phytotherapy Research*, v. 12, p. 129-131, 1998.
- HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*): a comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. *Journal of Food Science*, v. 72, p. R138-151, 2007.
- HECKMAN, M. A.; SHERRY, K.; DE MEJIA, E. G. Energy Drinks: An Assessment of Their Market Size, Consumer Demographics, Ingredient Profile, Functionality, and Regulations in the United States. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 9, p. 303-317, 2010.
- HUANG, T. L.; LIN, J. C. T.; CHYAU, C. C.; LIN, K. L.; CHANG, C. M. J. Purification of lignans from *Schisandra chinensis* fruit by using column fractionation and supercritical antisolvent precipitation. *Journal of Chromatography A*, v. 1282, p. 27-37, 2013.
- KULSHRESTHA, S. A.; SASTRY, S. K. Low-frequency dielectric changes in cellular food material from ohmic heating: Effect of end point temperature. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 7, p. 257-262, 2006.
- RESENDE, P.E. D., VERZA, S.G., KAISER, S., GOMES, L.F., KUCHARSKI, L.C., ORTEGA, G.G. The activity of mate saponins (*Ilex paraguariensis*) in intra-abdominal and epididymal fat, and glucose oxidation in male Wistar rats. *Journal of Ethnopharmacology* v. 144, p. 735–740, 2012.
- ROSSA, G. E. Desenvolvimento e implantação de unidade piloto de precipitação de partículas usando antissolvente supercrítico (SAS). Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais). Programa de Pós Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, RS. 2015, 72p.
- ROSSMANN, M.; BRAEUER, A.; DOWY, S.; GALLINGER, T. G.; LEIPERTZ, A.; SCHLUECKER, E. Solute solubility as criterion for the appearance of amorphous particle precipitation or crystallization in the supercritical antisolvent (SAS) process. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 66, p. 350-358, 2012.
- SENSOY, I.; SASTRY, S. K. Extraction using moderate electric fields. *Journal of food science*, v. 69, n. 1, p. FEP7-FEP13, 2004.
- SHALMASHI, A.; GOLMOHAMMAD, F. Solubility of caffeine in water, ethyl acetate, ethanol, carbon tetrachloride, methanol, chloroform, dichloromethane, and acetone between 298 and 323 K. *Latin American applied research*, v. 40, p. 283-285, 2010.
- SINTOV, A. C.; GREENBERG, I. Comparative percutaneous permeation study using caffeine-loaded microemulsion showing low reliability of the frozen/thawed skin models. *Pharmaceutical nanotechnology*, v. 471, p. 516-524, 2014.
- TAO, Y.; SUN, D.; GÓRECKI, A.; BLASZCZAK, W.; LAMPARSKI, G.; AMAROWICZ, R.; FORNAL, J.; JELINSKI, T.; A preliminary study about the influence of high hydrostatic pressure processing in parallel with oak chip maceration on the physicochemical and sensory properties of a young red wine. *Food Chemistry*, v. 194, p. 545-554, 2016.

EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ULTRASSOM DE POLIFENÓIS E METILXANTINAS EM ERVA-MATE E QUANTIFICAÇÃO POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA COM DETECTOR DE ARRANJO DE DIODOS ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSAS

Mallmann, Milena D.¹; Dias, Bruna B.²; Jacques, Rosângela A.³

¹ Mestranda. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS Porto Alegre. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre-RS, Brasil. Email: mallmann.milena@hotmail.com

² Bolsista IC/Graduando. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS Porto Alegre. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre-RS, Brasil. Email: bruna_bernar_dias@gmail.com

³ Professor/Pesquisador. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS Porto Alegre. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre-RS, Brasil. Email: rosangela.j@globo.com

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma matriz muito estudada devido às suas propriedades fitoquímicas já comprovadas, como antioxidante, diurética e estimulante. A propriedade antioxidante atrai interesse no setor alimentício, sendo importante na conservação de alimentos. Ademais, a utilização de substâncias oriundas de plantas constitui um grande avanço em relação aos conservantes sintéticos. Estudos prévios demonstraram as classes majoritárias na erva-mate são os polifenóis e as metilxantinas, reconhecidos por suas atividades bio-ativas. Dentre os polifenóis, o ácido clorogênico e seus derivados estão presentes em maior quantidade. Por outro lado, entre as metilxantinas, destacam-se a cafeína e a teobromina. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi a extração de polifenóis e metilxantinas de diversas variedades de erva-mate comerciais (orgânica, tererê, premium, natural, tradicional e tipo Uruguai), oriundas de diferentes fases do processamento (folhas verdes, cambona, cancheada, sapecada), mediante extração assistida por ultrassom (UAE) e a quantificação por calibração externa destes compostos por cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodos acoplada à espectrometria de massas (HPLC-DAD-MS/MS). Para tanto, foram utilizadas diferentes amostras de erva-mate comerciais, folhas *in natura* e provenientes do processo de sapeco e de cancheagem. Os resultados variaram conforme a etapa do processamento e da variedade do produto. A variedade que apresentou maiores teores dos compostos estudados foi a *Premium*, com 208 mg.100 g⁻¹ de teobromina; 1754 mg.100 g⁻¹ de ácido clorogênico, 956 mg.100 g⁻¹ de cafeína e 267 mg.100 g⁻¹ de rutina. As amostras provenientes do processo apresentaram quantidades variadas de compostos. A amostra oriunda da etapa de sapeco foi a que apresentou maiores teores de compostos bio-ativos (87,7mg/100g de teobromina; 2392,3mg/100g de ácido clorogênico; 1267,1mg/100g de cafeína e 457,6mg/100g de rutina).

Palavras-chave: Polifenóis. Metilxantinas. HPLC. Erva-mate.

Introdução

Aproximadamente 68 espécies do gênero *Ilex* estão presentes no Brasil (Los parientes silvestres de la yerba mate y el problema de su adulteración, 1989) (Gilberti, 1979), sendo a *Ilex paraguariensis* a mais consumida, chamada popularmente como erva-mate. O chimarrão (ou mate), preparado mediante a infusão das folhas de erva-mate, é apreciado principalmente na região sul do Brasil e em países que fazem fronteira com essa região, tais como Argentina, Uruguai e Paraguai, constituindo um importante elemento histórico. (Jacques, 2005) Somente a região Sul brasileira consome cerca de 90% da produção de erva-mate para o chimarrão. Os 10% restantes são destinados para chás, mates solúveis entre outros. (Jacques, 2005)

Diversos compostos fitoquímicos foram identificados na erva-mate como responsáveis pelos seus benefícios. Entre eles, os dois compostos majoritários são os polifenóis (ácido clorogênico) e

xantinas (cafeína e teobromina) obtidos a partir dos alcaloides (ácido cafeico, ácido 3,4-dicafeilalquínico e ácido 3,5-dicafeilalquínico), flavonoides (quercetina, caempferol e rutina), aminoácidos, minerais (P, Fe e Ca), e vitaminas (C, B1, e B2). (Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*) A comprehensive review on Chemistry, Health implications and technological considerations, 2007)

Diversas preparações farmacêuticas à base de erva-mate vem sendo incorporadas a farmacopeias. Ao todo, já existem 14 preparações derivadas da erva-mate reconhecidas pelo Ministério da Saúde no Brasil, em decorrência de suas propriedades estimulantes, terapêuticas, anti-inflamatórias, antirreumáticas, tônicas e diuréticas. (Valduga, 1994) (Phytochemistry, 1996)

Portanto, a presente pesquisa consiste no desenvolvimento de um método de extração por ultrassom de polifenóis e metilxantinas presentes na erva mate e caracterização e quantificação por HPLC-DAD-MS-ESI.

Metodologia

As amostras de erva analisadas foram as comerciais (cambona, orgânica, tererê, Premium, tererê natural, tradicional, Uruguai e tradicional); como também as amostras provenientes de diferentes processamentos (folha verde, cancheada e sapecada).

As amostras de folha verde, cancheada e sapecada foram previamente liofilizadas em um liofilizador Thermo Scientific e posteriormente trituradas em um cadinho. Todas as amostras foram peneiradas a uma granulometria de 20 mesh.

A extração foi realizada em um equipamento de banho de ultrassom Unique utilizando uma solução extrativa metanol:água v/v (80:20) a 60 °C em um tempo de 10 minutos. Os extratos obtidos foram submetidos a filtração em membrana de acetato celulose 0,22µm, diluídos e submetidos à análise cromatográfica.

Para as análises foi utilizado um cromatógrafo líquido da Shimadzu modelo 20-AD, com injetor automático, degaseificador de fase móvel DGU-20A3 forno de aquecimento CTO-20A e detector de arranjo de diodos SPD-M-20A acoplado a um espectrômetro de massas Bruker modelo Esquire 6000, com fonte de ionização por *electrospray* (MS-ESI). Para a separação foi utilizada uma coluna C18 Ascentis R 25cmx4,6mmx5µm, com um fluxo de 1 mL.min⁻¹ e temperatura de 30 °C. A fase móvel A foi composta de água acidificada com 0,3% de ácido fórmico e a fase móvel B, metanol acidificado com 0,3% de ácido fórmico. O gradiente da análise foi: 0% de fase B em 0 min, 30% de B em 16 min, 35 % de B em 21 min, 40% de B em 25 min, 60 % de B em 41 e mantendo por 2 min, retornando à condição inicial em 2 min e mantendo por 7 min.

Os cromatogramas do DAD foram obtidos entre 200 e 600 nm e processados no programa LS Solution em 272 nm para a identificação e quantificação da cafeína e da teobromina, em 325 nm para o ácido clorogênico e derivados, e 354 nm para a rutina. Foi utilizado o software *Origin 9.1* para a confecção dos gráficos e cálculos estatísticos.

O espectro de massas acoplado a fonte ESI foi utilizado no modo negativo para a identificação dos polifenóis e no modo positivo para a identificação das metilxantinas. As condições para a análise no massas foram: temperatura da fonte de ionização de 300 °C, energia do capilar de 2500 V, energia de fragmentação de 1,6V, fluxo de 8L.min⁻¹ e pressão do gás nebulizador de 30psi.

A identificação dos compostos foi realizada utilizando tempo de retenção, comprimento de onda máximo e dados de espectro de massas e fragmentos dos padrões e dados encontrados na literatura. A quantificação foi realizada utilizando curvas analíticas dos padrões de cafeína, teobromina, rutina e ácido clorogênico. Os compostos derivados do ácido clorogênico foram quantificados utilizando a curva do mesmo. As figuras de mérito analisadas foram linearidade (R²), limite de detecção (LD), limite de quantificação (LQ), e repetibilidade. O LD e o LQ foram calculados pelas equações 1 e 2 respectivamente:

$$LOD = 3,3 \times s/S \quad (1)$$

$$LOQ = 10 \times s/S (2)$$

Onde s é o erro padrão da curva analítica e S é o slope da curva analítica.

Resultados e Discussão

Foram identificados 7 compostos em todas as amostras analisadas. A **Tabela 1** mostra os tempos de retenção (t_R), comprimento de onda máximo ($\lambda_{máx}$), espectro de massas (MS) e fragmentos (MS^2) obtidos para os compostos identificados nas amostras de erva-mate, conforme os picos numerados na **Figura 1**.

Composto	Tempo de retenção (min)	$\lambda_{máx}$ (nm)	MS	MS^2
Teobromina	14,83	272	181	135/163
Ácido 3-cafeoilquínico	15,23	325	353	191/179
Ácido clorogênico	19,77	326	353	173/179/191
Cafeína	22,24	272	191	138/169
Ácido 3,4-dicafeoilquínico	29,97	325	515	353/173/179/191
Ácido 3,5-dicafeoilquínico	30,98	325	515	353/191/179/173
Rutina	33,47	356	609	515/353

Tabela 1: Tempos de retenção e comprimentos de onda de absorção dos compostos extraídos.

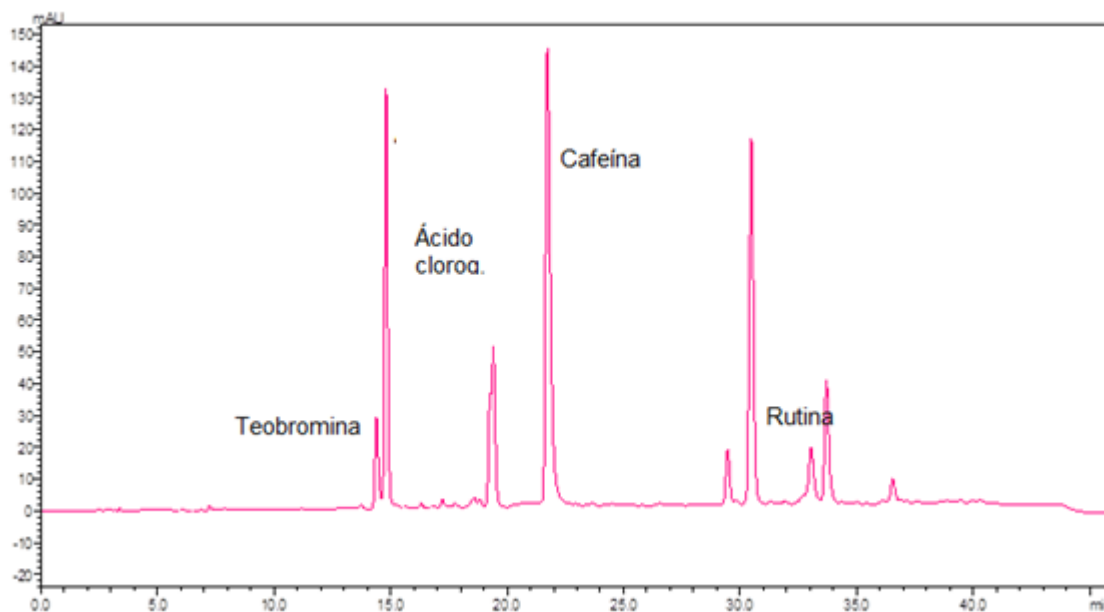


Figura 1: Cromatograma dos compostos identificados na erva-mate.

A quantificação foi feita utilizando curva de calibração com parâmetros descritos na **Tabela 2**.

Tabela 2: Parâmetros das curvas de calibração

Analito	R ²	LOD (ug/mL)	LOQ(ug/mL)
Teobromina	0,9997	0,6014	1,8224
Cafeína	0,9995	3,958	11,9938
Ácido Clorogênico	0,9999	3,2601	9,879
Rutina	0,9997	0,4698	1,4235

A quantificação das amostras é apresentada abaixo na **Tabela 3**.

Tabela 3: Quantificação dos compostos encontrados em mg.100g⁻¹ de amostra seca

	mg.100g ⁻¹ de amostra seca							
	teob	3 cqa	4cqa	5 cqa	caf	3,4 dqa	3,5 dqa	rut
cambona	81,9	1424,5	242,3	1000,7	485,0	301,9	2220,4	403,8
cancheada (líoofilizada)	53,9	1417,3	489,1	572,4	567,5	281,9	1767,8	308,9
cha tostado	86,2	153,0	152,0	327,5	516,6	81,5	100,2	12,0
organica	127,4	2008,1	378,5	1070,5	858,2	287,0	3063,9	244,8
picolo chimarrao	92,9	1739,9	342,4	1112,6	745,7	229,3	2976,2	528,7
picolo terere	76,6	1442,8	296,0	836,6	646,0	263,9	2793,2	424,0
premium	208,2	1754,5	454,4	1160,7	956,7	394,5	2252,8	267,4
sapecada líoofilizada	87,7	2392,3	590,7	1006,9	1267,1	263,4	2703,5	457,6
terere natural	79,5	1802,5	379,6	1219,2	536,9	243,4	2522,1	690,0
tradicional	109,2	1859,6	323,5	977,3	721,4	224,4	2837,7	398,0
uruguai	92,5	1308,9	370,2	972,9	519,8	254,3	1571,3	261,6
verde	96,3	19,6	9,4	12,9	832,9	10,3	27,4	17,0

Conclusões

Os resultados obtidos para a determinação e a quantificação de 7 compostos por HPLC-DAD-MSn com o método de extração por ultrassom mostraram-se adequados. Observou-se empiricamente diferenças entre as composições químicas das amostras. A erva-mate verde apresentou uma menor variedade de compostos, sendo notável que após a etapa de sapeco foi observada uma maior diversidade química. As diferenças encontradas entre as variedades disponíveis no mercado provavelmente estão relacionadas à mistura de folhas, talos e ervas cultivadas e nativas, que são características para cada tipo de bebida.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, à professora orientadora Rosângela Assis Jacques, à graduanda Bruna Bernar Dias, à ervateira Barão e ao grupo LAAO – Laboratório de Química Ambiental Analítica e Oleoquímica.

Referências Bibliográficas

- Chimarrão. MTG. [Online] [Citado em: 26 de fevereiro de 2016.] <http://www.mtg.org.br/folclore/310>.
- GILBERTI, G. C. 1979. 1979, Darwiniana, Vol. 22, pp. 217-240.
- GOSMANN, G. 1989. Saponinas de *Ilex paraguariensis* de St. Hil. Porto Alegre : s.n., 1989.
- JACQUES, R.A. 2005. Caracterização Química da Erva-mate (*Ilex paraguariensis*): Aplicação de diferentes processos de extração e influência das condições de plantio sobre a composição química. Porto Alegre : s.n., 2005. Tese de doutorado.
- Los parientes silvestres de la yerba mate y el problema de su adulteración. Gilberti, G. C. 1989. 1989, Dominguezia, pp. 1-22.
- MOSELE, S. H. 2002. A governança na cadeia agroindustrial da erva-mate na região do Alto Uruguai rio-grandense. Porto Alegre : UFRGS, 2002.
- Phytochemistry. Kraemer, K. H., et al. 1996. 1996, Vol. 42, pp. 1119-1122.
- VALDUGA, E. 1994. Caracterização estrutural e Química da Erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) e de espécies utilizadas na adulteração. Curitiba : s.n., 1994.
- Yerba Mate Tea (*Ilex paraguariensis*) A comprehensive review on Chemistry, Health implications and technological considerations. Heck, C. I. e Demejia, E. G. 2007. 9, 2007, Journal of food science, Vol. 72.

INFLUÊNCIA DA MATÉRIA-PRIMA E DA PRESSÃO NA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE ERVA-MATE POR ARRASTE A VAPOR

Willian S. Andrade²; Jean S. Freitas²; Alexandre T. Espirito Santo¹; Aline M. Lucas¹; Rubem M.F. Vargas¹; Eduardo Cassel^{1*}

¹ Professores/Pesquisadores. Laboratório de Operações Unitárias, Faculdade de Engenharia, PUCRS. Av. Ipiranga, 6681, Porto Alegre-RS, Brasil. *Email: cassel@pucrs.br

² Bolsistas IC/Graduandos. Laboratório de Operações Unitárias, Faculdade de Engenharia, PUCRS. Av. Ipiranga, 6681, Porto Alegre-RS, Brasil.

Resumo: A ampliação do uso da erva-mate como matéria-prima para a obtenção de extratos voláteis e não voláteis tem fomentado estudos sobre aplicações destes produtos em diversos setores como alimentício, farmacêutico e cosmético. Dentro deste contexto está o óleo essencial, um produto com seu aroma peculiar e diferenciado, o que atende aos requisitos da indústria de perfumaria quanto à novidade e intensidade. Logo, este estudo visa avaliar a influência da matéria-prima e da variável pressão no rendimento e na composição química do óleo essencial de erva-mate obtido pelo processo de extração de óleo essencial por arraste a vapor em escala piloto. Foram utilizadas folhas *in natura* secas e folhas cancheadas e o processo operou em três diferentes condições de pressão: 1,0, 2,0 e 3,0 atm. As análises dos extratos voláteis foram realizadas por cromatografia gasosa/espectrometria de massa. Os resultados obtidos permitiram concluir que o tratamento térmico pelo qual passa a folha cancheada altera a composição do óleo essencial, quando comparado com a folha *in natura*, assim como o rendimento. Em relação à pressão de operação da extração por arraste a vapor, fica notório o efeito desta variável no rendimento, isto é, quanto maior a pressão do processo maior o rendimento de óleo essencial.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Compostos voláteis. Folhas cancheadas. Folhas *in natura*. Extração.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill var. *Paraguariensis*) é uma espécie vegetal pertencente à família Aquifoliaceae. É encontrada naturalmente nos Estados do sul do Brasil, nas províncias argentinas de Misiones e Corrientes e no leste do Paraguai. Tradicionalmente, as folhas secas e trituradas desta planta são usadas na preparação da bebida denominada de chimarrão ou mate, quando se utiliza água quente para preparar a infusão, ou tereré, quando é utilizada água fria. O conhecimento e o consumo da erva mate vêm desde o período em que o continente ainda era habitado quase que exclusivamente por povos indígenas (Colpo et al., 2016; Gerhardt, 2011; Thea et al., 2016). Com o objetivo de potencializar o uso desta matéria-prima, novas aplicações estão sendo implantadas como insumo de alimentos, matéria-prima de medicamentos e produtos de higiene geral e de uso pessoal. A aplicação de maior destaque, porém, é a produção de bebidas (Butiuk et al., 2016; EMBRAPA, 2014). Seguindo esta busca por novas aplicações, o foco deste trabalho são os óleos essenciais extraídos das folhas da erva-mate pelo processo de destilação por arraste a vapor, visto que extratos voláteis com aromas diferentes e característicos consistem em produtos de grande interesse da indústria de cosméticos e, principalmente, da indústria de perfumaria. Um diferencial do mercado dos óleos essenciais é seu crescimento, aproximadamente 11% ao ano (Bizzo et al., 2009), quando comparado com o mercado das essências sintéticas (8% ao ano), demonstrando claramente uma tendência internacional de substituição de produtos sintéticos por produtos naturais.

Óleos essenciais (OE) são líquidos voláteis, normalmente menos densos do que a água, produzidos pelas plantas com diversas finalidades, tais como proteção contra fungos, bactérias e

predadores. Os principais constituintes do OE são terpenos e terpenois, assim como outros componentes aromáticos e alifáticos caracterizados pelo baixo peso molecular (Simões et al., 2010). As principais aplicações dos OE e seus constituintes são na formulação de cosméticos, produtos de higiene, aromatizadores de ambiente, entre outros (Xavier et al., 2013). O tipo de extração empregada para a obtenção dos OE é fundamental para determinação de sua composição (Bakkali et al., 2008), sendo a extração por arraste a vapor o método tradicional e o mais utilizado pela indústria (Burti, 2004). Este processo de extração é caracterizado pelo seu baixo custo de operação (Guan et al., 2007), além de ser bastante descrito na literatura. Para avaliar a composição dos OE e seus constituintes químicos normalmente é utilizada a cromatografia gasosa acoplada a um espectrometro de massa (Polidoro et al., 2016; Bakkali et al., 2008; Bastos et al., 2006).

Tendo em vista a busca por novos aromas para a indústria de perfumaria, assim como a incorporação de novos óleos essenciais no mercado, este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da matéria-prima e da variável de processo pressão no rendimento e na composição do óleo essencial de erva-mate extraído por arraste a vapor, isto é, utilizar folhas *in natura* secas a 40 °C e folhas cancheadas em três condições de pressão: 1,0, 2,0 e 3,0 atm.

Metodologia

Os experimentos de obtenção do óleo essencial de erva-mate foram realizados utilizando dois tipos de matéria-prima: folhas *in natura* e folhas cancheadas. As folhas *in natura* inteiras foram secas a 35 °C durante 24 h, enquanto as folhas cancheadas passaram pelos tratamentos térmicos de branqueamento (sapeco) e cancheamento (secagem), tradicionais no beneficiamento da erva-mate comercial, assim como pelo processo de moagem.

A tecnologia empregada para a obtenção do óleo essencial erva-mate foi a extração por arraste a vapor. Os experimentos foram conduzidos em uma unidade piloto (**Figura 1**) cujo vaso de extração tem capacidade de 10 L. O sistema consiste em uma caldeira com potência de 1kW que produz vapor e este ingressa na parte inferior do vaso de extração, entrando em contato a matéria-prima, arrastando os compostos voláteis presentes nas folhas. A corrente em estado vapor que deixa do vaso de extração passa por um trocador de calor multitubular, liquefazendo a mistura. Por fim, as fases líquidas aquosa e oleosa se separam devido à imiscibilidade e às diferentes densidades. O equipamento piloto utilizado possui uma interface com o usuário através de do software Elipse Scada, no qual é possível monitorar as variáveis temperatura e pressão na caldeira e no vaso de extração. O equipamento em questão permite a realização de experimentos em pressões que variam entre a pressão atmosférica (1 atm) até 3 atm.

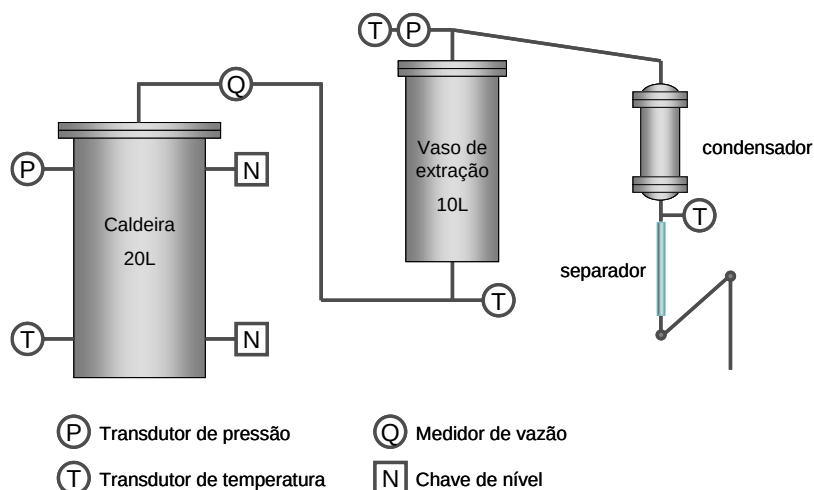


Figura 1. Esquema da Unidade Piloto de Arraste a Vapor

Os experimentos foram realizadas em 3 diferentes pressões (1, 2 e 3 atm) à fim de investigar a influência desta variável no processo extrativo. A massa de planta utilizada em cada experimento foi variável em função das amostras apresentarem diferentes granulometrias (folhas *in natura* – inteira; folhas cancheadas – moídas) e diferentes umidades. Na **Tabela 1** são apresentados os dados referentes a cada uma das seis extrações realizadas.

Tabela 1. Experimentos de extração por arraste a vapor de folhas da erva-mate.

Tipo de erva-mate	Pressão (atm)	Massa (g)	% Umidade
<i>In natura</i>	1	429	10,0
<i>In natura</i>	2	500	18,0
<i>In natura</i>	3	570	14,0
Cancheada	1	1752	8,6
Cancheada	2	1626	8,6
Cancheada	3	2015	9,0

A partir dos resultados dos experimentos foram calculados os rendimentos de óleo essencial em função da massa de planta (em base seca) de cada uma das extrações aplicando a Equação 1.

$$Rend = \frac{V_{\text{óleo essencial}}}{m_{\text{folha}} - (m_{\text{folha}} * \text{umidade})} \quad (1)$$

A análise dos óleos essenciais obtidos foi realizada em um cromatógrafo a gás da marca Agilent 7890A acoplado a um espectrômetro de massas (CG/EM) da marca Agilent 5975C. Foi utilizada a coluna capilar de sílica HP-5MS revestida com 5% de fenil metil silox (30 m x 250 µm i.d., 0,25 µm de espessura de fase). As condições do CG utilizadas para análises em ambas as colunas foram as seguintes: temperatura da coluna no forno, 60° C durante 8 minutos, aumentando para 180° C a 3° C/min, 180-250° C a 20° C/min, então 250° C por 10 min; temperatura do injetor, 250° C; modo de injeção, split; razão de split 1:55; volume injetado, 0,2 µL; o gás de arraste foi hélio com vazão 0,8 mL/min; a temperatura da interface, 250° C; modo MS EI; tensão de EI, 70eV; intervalo de massas de aquisição, m/z 40-450.

Para os experimentos cuja quantidade de óleo essencial obtida foi imperceptível, procedeu-se a extração dos compostos voláteis presentes na fase aquosa com cicloexano, para posterior análise cromatográfica. Para as demais análises, diluiu-se o óleo essencial em cicloexano em uma proporção

de 2:1 (v/v) e então se procedeu a análise. Os compostos foram identificados através dos seus índices de retenção, determinados a partir de uma série de n-alcenos (C8-C20), e os resultados foram comparados com aqueles reportados por Adams (2007).

Resultados e Discussão

Os resultados referentes ao volume e ao rendimento de óleo essencial de erva-mate são apresentados na **Tabela 2**. Observou-se que nas extrações realizadas a pressão de 1 atm, tanto para as folhas *in natura* como para as folhas cancheadas, não foi obtida quantidade de óleo essencial suficiente para quantificar, sendo possível somente avaliar a composição química. Ao passo que a pressão de extração aumenta, observa-se um aumento no rendimento de óleo essencial, principalmente para as extrações das folhas *in natura*. Também foi observado que o processamento térmico que as folhas cancheadas sofreram influenciou no rendimento, isto é, a extração aplicada a estas folhas resultou em um menor rendimento. Estes resultados estão de acordo com o trabalho desenvolvido por Polidoro et al. (2016) que também avaliaram o rendimento de óleo essencial de folhas de erva-mate antes e após o seu processo de beneficiamento. A pressão limite superior de 3 atm foi definida em função de ser a pressão limite de operação do equipamento (**Figura 1**).

Tabela 2. Volume e rendimento de óleo essencial de erva-mate extraído por arraste a vapor

Tipo de erva-mate	Pressão (atm)	Volume de óleo essencial (ml)	Rendimento (ml/kg)
<i>In natura</i>	1,0	tr	0,00
<i>In natura</i>	2,0	0,05	0,12
<i>In natura</i>	3,0	0,10	0,20
Cancheada	1,0	tr	0,00
Cancheada	2,0	0,05	0,03
Cancheada	3,0	0,05	0,03

tr – observação visual do óleo essencial, porém em quantidade insuficiente para determinar a quantidade

Na **Tabela 3** são apresentados os resultados das análises cromatográficas (CG/EM) dos óleos essenciais de erva-mate extraídos por arraste a vapor. Para as extrações realizadas a 1 atm, apesar da quantidade de óleo essencial ter sido extremamente baixa, inviabilizando a determinação do rendimento, as análises foram possíveis devido à extração com cicloexano dos compostos voláteis emulsificados na fase aquosa. Observam-se diferenças ao comparar os perfis cromatográficos dos óleos essenciais obtidos a partir das duas matérias-primas, folhas *in natura* e folhas cancheadas, fato esse devido ao processamento térmico que a erva-mate sofre durante o seu beneficiamento. Estes resultados estão de acordo com os trabalhos realizados por Bastos et al (2006) e Polidoro et al. (2016).

Comportamento semelhante foi observado também em relação aos óleos essenciais obtidos a partir de uma mesma matéria-prima em diferentes pressões. As diferenças são mais pronunciadas para o caso dos óleos essenciais extraídos das folhas cancheadas. Quanto à composição química dos óleos essenciais de erva-mate obtidos na pressão de 1 atm (folhas *in natura* e cancheadas) e na pressão de 2 atm (folhas cancheadas), fica evidente que há perda de alguns compostos na etapa de extração com cicloexano e/ou a quantidade de determinados compostos é muito pequena, não sendo os mesmos detectados na análise cromatográfica para metodologia empregada.

Tabela 3. Análise cromatográfica do óleo essencial de erva-mate.

Compostos ^a	IR ^b	Erva-mate cancheada ^c			Erva-mate <i>in natura</i> ^c		
		1 atm	2 atm	3 atm	1 atm	2 atm	3 atm
Furfural	834	22,075	3,921	2,604	-	-	-
Isocitroneleno	920	7,493	-	-	-	-	-
4-etil-Octano ^d	955	10,408	-	-	-	-	-
5-etil-Furfural	963	-	-	-	-	-	8,033
Mirceno	992	-	2,845	2,946	-	-	-
Limoneno	1029	-	4,059	3,731	-	-	1,191
Z-β-Ocimeno	1040	-	1,995	1,913	-	3,460	1,739
E-β-Ocimeno	1050	-	3,519	3,365	-	-	1,167
Óxido cis-Linalol (furanóide)	1074	-	-	1,643	-	9,550	3,386
Terpinoleno	1088	-	2,778	2,656	-	-	0,926
Óxido trans-Linalol	1091	-	-	-	-	-	3,152
Linalol	1102	19,688	28,212	29,801	25,739	26,010	11,272
α-Terpineol	1191	6,140	3,796	5,990	-	9,720	4,005
Metil alicilato	1193	-	-	-	-	-	1,901
Safranal	1199	-	2,119	1,438	-	-	0,912
β-Ciclocitral	1220	-	1,742	0,885	-	-	1,174
Nerol	1230	-	-	2,566	-	-	1,636
Geraniol	1258	3,345	3,699	6,682	-	5,690	4,370
NI ^e	1276	-	0,066	4,085	-	5,030	17,467
Biciclohexil ^d	1298	11,946	-	-	18,804	-	-
Guaiacol p-vinil	1314	-	-	-	-	-	1,506
Eugenol	1359	-	-	-	55,457	20,630	6,517
E-β-Damascenona	1385	3,762	6,401	4,640	-	4,670	4,529
E-α-Ionona	1428	-	-	-	-	-	1,038
Geranil acetona	1454	1,719	9,587	2,406	-	-	1,150
E-β-Ionona	1487	2,639	3,883	1,425	-	1,580	2,251
Pentadecano	1500	-	-	1,059	-	-	-
Etil hexadecanoato	1998	-	-	-	-	-	1,098
Total identificado		89,217	78,622	79,835	100,000	86,339	80,421

^a compostos identificados pela comparação de seus espectros de massa e índices de retenção com a biblioteca Adams (2007).

^b IR = índice de retenção calculado em relação a uma série de alcanos.

^c % Área = área percentual de cada pico em relação à área total do cromatograma.

^d Compostos identificados através da comparação dos espectros de massa e índices de retenção com a biblioteca NIST 05, versão 2.0d (2005).

^e composto não identificado.

Conclusões

A partir da avaliação da influência da matéria-prima no rendimento e na composição do óleo essencial de erva-mate extraído por arraste a vapor foi possível concluir que o tratamento térmico pelo qual passam as folhas cancheadas diminui a quantidade de extrato obtida e reduz consideravelmente a presença de compostos voláteis na composição do óleo essencial, quando comparado aos resultados obtidos para os extratos das folhas *in natura*. Quanto ao efeito da pressão

empregada no processo de extração, fica evidente a influência da mesma no rendimento, isto é, quanto maior a pressão de operação, maior é o rendimento de óleo essencial de erva-mate. Este comportamento foi observado para das duas matérias-primas utilizadas neste estudo.

Referências Bibliográficas

- ADAMS, R.P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. Allure Publishing Corporation. USA, Carol Stream, IL. 804p., 2007.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils - A review. Food and Chem. Toxicol., v. 46(2), p. 446-475, 2008.
- BASTOS, D. H. M.; ISHIMOTO, E. Y.; MARQUES, M. O. M.; FERRI, A. F.; TORRES, E. A. F. S. Essential oil and antioxidant activity of green mate and mate tea (*Ilex paraguariensis*) infusions. J. Food Composit. Anal., 19(6-7), 538-543, 2006.
- BIZZO, Humberto R.; HOVELL, Ana Maria C.; REZENDE, Claudia M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. Quím. Nova, v. 32(3), p. 588-594, 2009.
- BURTI, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. Int. J. Food Microbiol., v. 94(3), p. 223-253, 2004.
- BUTIUK, A. P.; MARTOS, M. A.; ADACHI, O.; HOURS, R. A. Study of the chlorogenic acid content in yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.): Effect of plant fraction, processing step and harvesting season. J. Appl. Res. Med Aromat. Plants, v. 3(1), p. 27-33, 2016.
- COLPO, A. C.; ROSA, H.; LIMA, M. E.; PAZZINI, C. E.; DE CAMARGO, V. B.; BASSANTE, F. E.; PUNTEL, R.; ÁVILA, D. S.; MENDEZ, A.; FOLMER V. Yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.)-based beverages: How successive extraction influences the extract composition and its capacity to chelate iron and scavenge free radicals. Food Chem., v. 209, p. 185-195, 2016.
- EMBRAPA, (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), 2014. Cultivo da Erva-Mate [WWW Document]. Cultiv. da Erva-Mate. URL <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/temas-publicados> (accessed 4.19.16).
- GERHARDT, M., Colonos ervateiros: história ambiental e imigração no Rio Grande do Sul. Esboços - Rev. PPG Hist. UFSC v. 18, p. 73-95, 2011.
- GUAN, W.; LI, S.; YAN, R.; TANG, S.; QUAN, C. Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. Food Chem., v. 101(4), p. 1558-1564, 2007.
- NIST. NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library and Search Program (Data Version 05, Software version 2.0d). National Institute of Standards and Technology, EUA, 2005.
- POLIDORO, A. S.; SCAPIN, E.; MALMANN, M.; DO CARMO, J. U.; MACHADO, M. E.; CARAMÃO, E. B.; JACQUES, R. A. Characterization of volatile fractions in green mate and mate leaves (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) by comprehensive two-dimensional gas chromatography coupled to time-of-flight mass spectrometry (GC × GC/TOFMS). Microchem. J., v. 128, p. 118-127, 2016.
- SIMÕES, C.M.O., P. SCHENKEL, E., GOSMANN, G., C. P. DE M., J., MENTZ, L.A., PETROVICK, P.R., 2010. Farmacognosia: da planta ao medicamento, 6th ed. UFRGS.
- THEA, A. E.; FERREIRA, D.; BRUMOVSKY, L. A.; SCHMALKO, M. E. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in yerba maté (*Ilex paraguariensis* St. Hil) traditional infusions (*mate* and *tererê*). Food Control, v. 60, p. 215-220, 2016.
- XAVIER, V. B.; VARGAS, R. M. F.; MINTEGUIAGA, M.; UMPIÉRREZ, N.; DELLACASSA, E.; CASSEL, E. Evaluation of the key odorants of *Baccharis anomala* DC essential oil: New applications for known products. Ind. Crops Prod., v. 49, p. 492-496, 2013.

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO SECO DE *ILEX PARAGUARIENSIS* SAINT HILAIR

Ana C. da Silva¹; Ana C. Konzen¹; Alice Valduga²; Arno E. H. Junior²; Juliana Roman²; Luiz C. Cichota²;
Neiva A. Grazziotin²; Silvana S. Roman²; Helissara S. Diefenthaler²

¹ Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. Sete de Setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: acarolina_silva@hotmail.com

² Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. Sete de Setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: helissara@uri.com.br

Resumo: São promissoras as perspectivas da utilização de *Ilex paraguariensis* em novas áreas, como a elaboração de extratos ou fonte de produtos farmacêuticos para a fitoterapia, devido sua composição química complexa em razão da presença de compostos orgânicos bioativos na planta. Este trabalho visa à obtenção de um extrato seco de *Ilex paraguariensis* contendo cafeína para possível aplicação em produtos farmacêuticos. O preparo do extrato foi pelo método extrativo. A cafeína nos extratos foi identificada por Cromatografia em Camada Delgada (CCD). A caracterização foi realizada a partir da análise de determinação de perda por dessecação, pela análise das características organolépticas nos tempos zero, 15, 30, 45, 60, 75, 90 dias e nas diferentes condições de armazenamento: geladeira (2 a 8°C), estufa (40°C) e temperatura ambiente; também, pela determinação do teor de cafeína quantificado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) nos mesmos tempos e condições de armazenamento. Os resultados foram transcritos para o programa estatístico SPSS e o teste não paramétrico *Kruskal Wallis* foi utilizado para análise. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. O extrato obtido através do etanol 70° GL apresentou maior rendimento (30,19%). O teor de umidade foi de 6,0%. Quanto as características organolépticas, a amostra submetida em temperatura entre 2 e 8°C manteve-as no tempo zero em todos os outros dias de observação. As demais condições de armazenamento apresentaram alguma alteração a partir do 15° dia de observação. O teor de cafeína apresentou resultados homogêneos ($p > 0,05$), indicando estabilidade da cafeína ao longo do tempo estudado. Estes resultados mostram que o etanol 70° GL apresentou maior rendimento e que todas as frações analisadas apresentaram cafeína, bem como que a condição de armazenamento ideal do extrato seco é entre 2 e 8°C e há estabilidade do teor de cafeína ao longo das análises devido a homogeneidade apresentada.

Palavras-chave: Caracterização. Erva-mate. Extrato seco. Obtenção.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilair), planta da família *Aquifoliaceae*, é originária da América do Sul e desenvolve-se na Argentina, Paraguai, Uruguai e no sul do Brasil (Efing, 2009).

A maior parte da produção brasileira de erva-mate destina-se ao consumo na forma de bebidas (chimarrão, chá e tererê). No entanto, por sua composição química complexa em razão da presença de compostos orgânicos bioativos e de outros extratos da planta, são promissoras as perspectivas de sua utilização em novas áreas como a elaboração de extratos e concentrados ou fonte de produtos farmacêuticos para a fitoterapia (Efing, 2009).

A cafeína é um dos constituintes mais estudados da erva-mate (Santos, 2004), é um composto químico lipossolúvel, de fórmula $C_8H_{10}N_4O_2$, classificado como alcaloide, designado quimicamente como 1,3,7-trimetilxantina pertencente ao grupo das xantinas, substâncias utilizadas com finalidade terapêutica e farmacológica (Silva; Guimarães, 2013). É considerada como a substância psicoativa mais consumida em todo o mundo, por pessoas de todas as idades, independente do sexo e da localização geográfica (Camargo; Toledo, 1998), a mesma apresenta ação diurética, atividade

broncodilatadora, estimulante do sistema nervoso central, cardíaco e respiratório, redução da fadiga, entre outras (Santos, 2004).

Neste contexto, considerando o grande potencial econômico da erva-mate - proveniente da constituição química conhecida- e a necessidade por parte da indústria ervateira em expandir o mercado desta planta, o desenvolvimento de produtos que usem a erva-mate como matéria-prima torna-se importante para o crescimento econômico da região produtora desta planta.

Metodologia

Coleta da planta

A escolha da planta foi realizada de acordo com os resultados obtidos a partir de estudo realizado que avaliou a concentração de cafeína em diferentes progênies de *Ilex paraguariensis*. Desta forma, a escolhida foi a que apresentou maior concentração de cafeína no total de peso seco (4,5%).

A coleta da progênie selecionada foi realizada no município de Barão de Cotegipe no estado do Rio Grande do Sul (latitude: 27° 37' 15" S; longitude: 52° 22' 47" W; altitude: 687m) em janeiro de 2014.

Preparação do extrato

Foram realizados extratos com três concentrações de solvente etanólico sendo: etanol PA (95° GL), etanol 90° GL e etanol 70° GL. O método extrativo utilizado foi a percolação fracionada conforme descrito por Simões et al. (2010).

Identificação de cafeína nas alíquotas de extrato

A identificação da presença de cafeína nos três extratos preparados foi realizada por Cromatografia em Camada Delgada (CCD). As frações foram diluídas para posterior aplicação na fase fixa sílica GF254. Cada extrato (etanol PA (95° GL), etanol 90° GL e etanol 70° GL) gerou uma placa cromatográfica. O sistema eluente utilizado foi composto por uma mistura de acetato de etila:metanol:água (100:16,5:13,5) e, posteriormente, as placas foram reveladas sobre luz UV em 254nm.

Caracterização do extrato seco de *Ilex paraguariensis* Saint Hilair

Devido ao rendimento apresentado, a fração de extrato seco extraída com solvente etanol 70° GL foi utilizada para desenvolver as análises para caracterização do extrato seco.

Determinação da Perda por Dessecação

Este ensaio foi realizado através do método por balança de infravermelho Marte ID 2000. O aquecimento foi ajustado para 105°C e o tempo de permanência até perda com peso constante. Através da leitura direta no display do aparelho, a umidade foi determinada em porcentagem.

Características Organolépticas

As amostras foram avaliadas nos tempos zero, 15, 30, 45, 60, 75, 90 dias de estocagem nas diferentes condições de armazenamento: geladeira (2 a 8°C), estufa (40°C) e temperatura ambiente. Foram avaliadas as variações das características organolépticas relacionadas à cor, odor e aspecto.

Para isso, os pesquisadores definiram previamente os parâmetros cabíveis para a avaliação das características organolépticas da *Ilex paraguariensis* A. ST. HIL.

Os resultados das análises das características organolépticas foram analisados por programa estatístico, sendo utilizado para análise estatística o teste paramétrico ANOVA seguido de Tukey. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$.

Determinação do teor de cafeína no extrato seco

O teor de cafeína presente no extrato seco foi avaliado nos tempos zero, 15, 30, 45, 60, 75, 90 dias de estocagem nas diferentes condições de armazenamento das amostras: geladeira (2 a 8°C), estufa (40°C) e temperatura ambiente.

O teor foi quantificado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Foi utilizado o Cromatógrafo AGILENT-1100 séries, equipado com Detector de Arranjo de Fotodiodos (DAD), de gaseificador, bomba quaternária e injetor automático. Através do aplicativo CHEMSTATION foram adquiridos e analisados os dados.

Os parâmetros de análise empregados na dosagem de cafeína no extrato seco foram: Coluna C18 ZORBAX ;(250X4,6 mm - 5µm); Fase móvel Metanol:Água (50:50, v/v), pH 6,0, Fluxo da fase móvel 0,7 mL/min; Volume de injeção 10µL; Temperatura 25°C e Detecção 280 nm.

Os resultados das análises do teor de cafeína foram transcritos para um banco de dados elaborado no programa estatístico SPSS (*Statistical Package of the Science Social*) v. 20.0 for Windows. Sendo utilizado para análise estatística o teste não paramétrico *Kruskal Wallis*. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$.

Resultados e Discussão

Rendimento do extrato seco

O rendimento de cada um dos três extratos secos de *Ilex paraguariensis* Saint Hilair utilizando os diferentes solventes, etanol 70° GL, 90° GL e 95° GL, foi respectivamente 30,19%, 20,34% e 8,18%.

Observamos que o extrato obtido através do solvente etanol 70° GL apresentou maior rendimento. De acordo com Saldana (2005) a utilização de solventes com diferentes polaridades possibilita a extração de compostos mais polares (aquoso) ou apolares (etanólico). Assim, uma solução extratora hidroalcoólica é capaz de carregar tanto compostos mais polares quanto os menos polares.

Identificação de cafeína nas alíquotas de extrato

Os resultados em relação aos parâmetros de identificação de cafeína por CCD estão expressos na **figura 1**. Foi observado que as amostras de cada extrato apresentaram cafeína. O que nos mostra que o método utilizado não extraiu a cafeína até o esgotamento.

O resultado obtido demonstra a similaridade das manchas nos diferentes extratos, comprovando a presença da cafeína nas amostras analisadas quando comparados com o padrão.

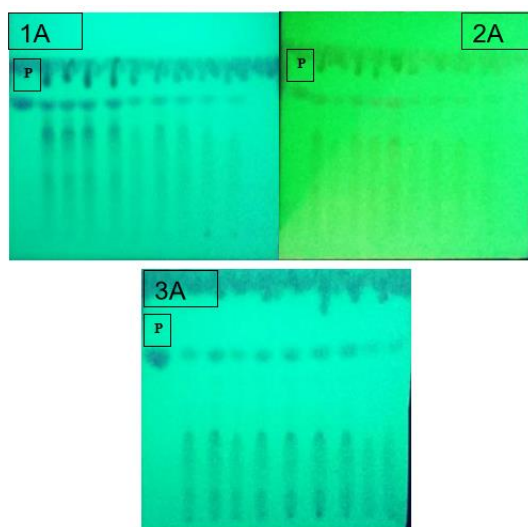


Figura 1. Fotografia da placa de CCD revelada sobre luz UV de 254 nm.

1A) Extrato etanol PA (95° GL); 2A) Extrato etanol 90° GL; 3A) Extrato etanol 70° GL; P) Padrão de cafeína

Determinação da Perda por Dessecação

O extrato seco de *Ilex paraguariensis* Saint Hilair teve um teor de umidade de 6,0%. Segundo a Portaria nº 234 (Brasil, 1998), o resultado para umidade encontrou-se dentro do limite máximo permitido (10%).

Características Organolépticas

Os resultados referentes às características organolépticas observadas nas amostras de extrato seco de *Ilex paraguariensis* Saint Hilair estão apresentadas na **tabela 1**.

Tabela 1. Características organolépticas das amostras de extrato seco

	AMOSTRA	COR	ODOR	ASPECTO
Tempo 0 dias	A1	1	2	3
	A2	1	2	3
	A3	1	2	3
Tempo 15 dias	A1	1	2	3
	A2	1	2	4
	A3	6	2	5
Tempo 30 dias	A1	1	2	3
	A2	1	2	4
	A3	6	2	5
Tempo 45 dias	A1	1	2	3
	A2	1	2	4
	A3	6	2	5
Tempo 75 dias	A1	1	2	3
	A2	1	2	4
	A3	6	2	3
Tempo 90 dias	A1	1	2	3
	A2	1	2	4
	A3	6	2	3

Legenda: A1. Amostra Geladeira (2 a 8°C); A2. Amostra Temperatura Ambiente; A3. Amostra Estufa (40°C); 1. Verde Característico; 2. Característico *Ilex paraguariensis* Saint Hilair; 3. Sem umidade aparente; 4. Com umidade aparente; 5. Com umidade aparente e perda de massa; 6. Verde Escuro Opaco.

O extrato seco após o preparo apresentou aspecto homogêneo sem umidade aparente, com coloração verde e odor característico.

A amostra submetida em temperatura de geladeira (2 a 8°C) manteve as características analisadas em todos os dias de observação. Já a amostra submetida a temperatura ambiente, a partir de 15 dias, mostrou-se com umidade aparente.

A partir do 15º dia de observação a amostra mantida em estufa (40°C) apresentou cor e aspecto diferente do inicial, mostrando-se mais escura e opaca, com umidade aparente e perda de massa mantendo-se assim até a 45º dia de análise. Após este tempo, até o fim das análises, a amostra apresentou-se sem umidade aparente. Isso, possivelmente, deve-se à temperatura da estufa, que reduziu a umidade presente no extrato seco estabilizando a perda de massa.

Conforme Fennema (2000), a conversão da clorofila à feofitina, em vegetais verdes, acarreta em alterações de cor - de verde esbranquiçado para verde amarronzado - sob ação de ácidos presentes nos alimentos, que são liberados durante a exposição a altas temperaturas. Explica-se assim, a mudança de cor ocorrida apenas na amostra armazenada em estufa (40°C).

A conservação adequada para produtos liofilizados é em baixas temperaturas para que a reabsorção de umidade seja evitada (Puhl, J.; Nitzke, J. A., 2015). Do contrário, esses produtos devem ser armazenados em embalagens completamente herméticas. Como as amostras em temperatura ambiente e estufa (40°C) não foram embaladas hermeticamente facilitou a entrada de umidade na amostra estocada.

Para análise das características organolépticas foi realizada análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de *Tukey*. Desta forma, foi possível verificar uma diferença estatisticamente significativa entre alteração de cor e o tempo e alteração de aspecto do extrato e tempo ($p < 0,05$).

Determinação do teor de cafeína

A determinação dos teores de cafeína presentes nas amostras do extrato seco de *Ilex paraguariensis* Saint Hilair variaram entre 90,02 e 110,09% nos diversos tempos de análise e condição de armazenamento conforme o observado na **figura 2**.

Apesar de alterações observadas na avaliação das características organolépticas, a determinação do teor de cafeína apresentou resultados homogêneos, onde o teste não paramétrico de *Kruskal Wallis* apresentou valores $p > 0,05$ indicando estabilidade da cafeína ao longo do tempo de estudo.

Em estudo realizado por Andrade (2011) o teor de metilxantinas obtido do extrato seco de erva-mate a partir de *Spray Dryer* manteve-se estável, com variações inferiores a 10%. Corroborando os resultados alcançados por este estudo.

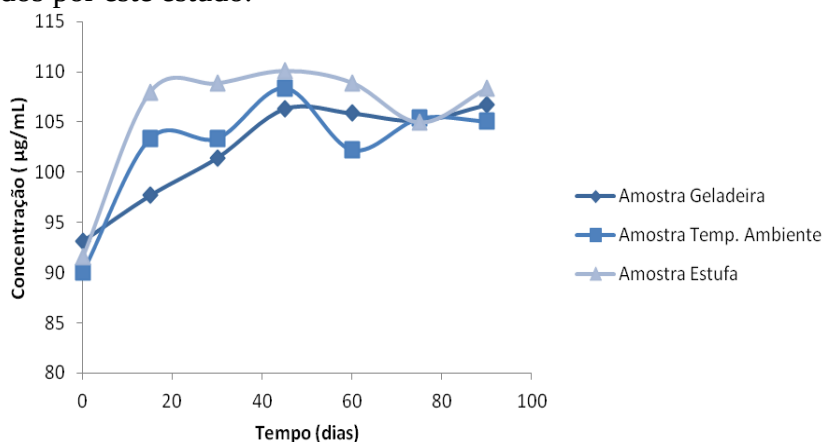


Figura 2. Determinação do teor de cafeína nas amostras do extrato seco nas diferentes condições de armazenamento e temperatura

Conclusões

Pode-se afirmar que o etanol 70° GL foi o que obteve maior rendimento (30,19%) e que todas as frações de cada extrato analisadas por CCD apresentaram cafeína.

Neste estudo o extrato seco obteve um teor de umidade de 6,0%, encontrando-se dentro do limite máximo permitido.

Após análise preliminar de estabilidade do extrato seco de *Ilex paraguariensis* Saint Hilair, a amostra contida em geladeira (2 a 8°C) apresentou características organolépticas inalteradas. Supõe-se, com base neste resultado, que a condição de armazenamento ideal seria a que mantém o extrato seco entre 2 e 8°C.

O teor de cafeína, segundo parâmetro de estabilidade avaliado, manteve-se homogêneo, indicando estabilidade ao longo do tempo de análise.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao órgão financiador do projeto a Fundação Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (FURI) e ao Grupo Multidisciplinar de Pesquisa em Ciências Farmacêuticas.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, F. Estudo toxicológico e análise da estabilidade térmica do extrato nebulizado de erva mate. 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Farmácia. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 234, de 25 de março de 1998. Revogada pela Resolução nº 303, de 07 de novembro de 2002. Aprovar o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do composto de erva-mate, em anexo. Diário Oficial da União, Brasília, 08 nov. 2002.
- CAMARGO, M. C. R.; TOLEDO, M. C. F. Teor de cafeína em cafés brasileiros. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 18, n. 4, 1998.
- EFING, L. C. et al. Caracterização química e capacidade antioxidante da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 27, n. 2, p. 241-246, 2009.
- FENNEMA, O.R. Química de los alimentos. 2. ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 2000, 1258 p.
- PUHL, J.; NITZKE, J. A. Liofilização. Disponível em <http://www.ufrgs.br/alimentus1/objetos/veg_desidratados/secagem_liofiliza%C3%A7%C3%A3o.html> Acesso em 04 mar. 2017.
- SALDANA, L. A.; Avaliação da atividade antioxidante in vitro de extratos de ervamate (*Ilex paraguariensis*) verde e tostada e chá verde (*Chamellia sinensis*). Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, 2005.
- SANTOS, K. A. Estabilidade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) em embalagens plásticas. 109 f. 2004. Dissertação (Mestrado) - Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- SILVA, D. F.; GUIMARÃES, L. C.; Utilização da cafeína como ergogênico nutricional no exercício físico. Conexão Científica, v. 8, n. 1, p. 59-74, 2013.
- SIMÕES, C. A. M. et al. Farmacognosia da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC, 2010, 1102 p.

Industrialização e Novos Produtos

INATIVAÇÃO ENZIMÁTICA EM FOLHAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil)

Ana Paula Picolo¹; Alice T. Valduga²

¹Barão erva-mateore chás Rua Ilma Picolo, 368, Barão de Cotegipe-RS- Brasil. E-mail: eng.alimentos@baraoervamate.com.br

² Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: alice@uricer.edu.br

Resumo: A ação das enzimas polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (POD) presentes nas células vegetais produz escurecimento do tecido foliar, sob condições de estresse. Inativar estas enzimas representa uma condição fundamental para manter as propriedades organolépticas dos alimentos. Nesse sentido, o presente estudo objetivou otimizar condições de inativação enzimática no processamento de erva-mate, capazes de substituir o processo convencional. O efeito das variáveis temperatura da água e tempo de exposição sobre a atividade das enzimas PFO e POD foram avaliadas, através de um planejamento fatorial 2². A condição experimental definida em 1 minuto e 95°C permitiu obter níveis de atividade enzimática similares ao sapeco. A exposição de folhas de erva-mate à água em ebulição por curto intervalo de tempo permite obter um produto com padrão de inativação enzimática e cor similar ao processo convencional.

Palavras-chave: polifenoloxidase, peroxidase, cor, clorofila, branqueamento.

Introdução

O processamento industrial tradicional de erva-mate é constituído por três principais etapas, originadas de práticas indígenas: (i) sapeco: é um processo empírico, no qual ocorre uma exposição das folhas e talos a altas temperaturas (chamas de fôrnelha) para que haja inativação enzimática e remoção de parte da umidade; (ii) secagem: é realizada em secadores de esteiras ou rotativos e apresenta o objetivo de reduzir a umidade das folhas até teor inferior a 5%; (iii) cancheamento: a erva-mate é semi-triturada (ESMELINDRO et al, 2002). A erva-mate, assim denominada cancheada, mantém a coloração verde adequada à comercialização no mercado brasileiro (BASTOS et al., 2006; PERALTA E SCHMALKO, 2007; ZANOELO et al., 2008).

A presença das enzimas polifenoloxidase e peroxidase ativas nas folhas estressadas resulta em importantes alterações da cor, aroma e sabor comprometendo a comercialização do produto, o qual é apreciado pela maioria dos consumidores brasileiros, na cor verde. Em outros países, a preferência é pela erva-mate estacionada de cor verde-oliva a amarelo-dourado (MORAWICKI et al., 1999; VALDUGA et al., 2005).

Entre os atributos sensoriais de aceitabilidade da erva-mate, a cor está entre os critérios de escolha do produto pelos consumidores. Uma das estratégias capazes de evitar o escurecimento enzimático em vegetais é o branqueamento, que consiste em um pré-tratamento com água quente ou vapor aplicado a frutas e vegetais com a finalidade principal de inativar as enzimas. Segundo Verlinden et al. (2000), o branqueamento também remove parte dos açúcares redutores, evitando ou diminuindo assim o escurecimento não-enzimático causado pela reação de Maillard.

O branqueamento tem como principais objetivos, inativar as enzimas, causar destruição parcial de micro-organismos, melhorar a textura e acentuar a coloração e as propriedades sensoriais, além de eliminar o ar presente nos espaços celulares entre as microestruturas (MENDONÇA, 2009).

O mercado interno brasileiro também reaqueceu, com uma demanda de bebida com erva de sabor mais suave, obtida no cultivo à sombra. A ampliação do consumo vem permitindo que a erva-

mate, atualmente, consiga ser comercializada de várias maneiras: cancheada, beneficiada, solúvel e em forma de extrato/essência/concentrado (PERALTA E BOURGELAT, 2012). E tal fato justifica a necessidade de melhorias na etapa do sapeco, para obtenção de um produto seguro, de qualidade, permitindo tanto o consumo tradicional quanto a geração de produtos com maior valor agregado. Verifica-se que no sapeco tradicional, não há padrão adequado das condições desta etapa, relacionadas a temperatura e uniformidade da matéria-prima. Associado a isto, poucos estudos são encontrados na literatura sobre esta importante etapa do processamento (XANDER et al., 2000; CENI et al., 2009; PROVESI et al., 2010).

Metodologia

As condições experimentais foram definidas a partir de um planejamento fatorial 2^2 , cujas variáveis e níveis estão definidas na Tabela 1. Foram consideradas como variáveis independentes o tempo (t) e a temperatura (T), variando respectivamente entre 1 e 5 minutos, e entre 75 e 95°C. Considerou-se 95°C a temperatura da água em ebulição, por considerar a altitude próxima de 780 m acima do nível do mar. Contribui para esta consideração, a transferência de calor que ocorre no contato da amostra em temperatura ambiente com a água em ebulição.

Tabela 1: Variáveis e níveis utilizados no planejamento fatorial 2^2 para o branqueamento das folhas de erva mate.

Variáveis*		Níveis		
		-1	0	1
Temperatura (°C)	X ₁	75	85	95
Tempo (min)	X ₂	1	3	5

*Variáveis fixas: quantidade de folhas (50g) e volume de água (1L).

A obtenção do extrato enzimático bruto foi realizada segundo procedimentos descritos por Primo et al. (2007), Ceni et al. (2008) e Nabechima (2010), com adaptações. A amostra proveniente de 20g folhas de erva mate *in natura*, e submetidas aos tratamentos térmicos foram homogeneizadas em 90 mL de tampão fosfato 0,05 mol/L (pH 7,5) e 3,0% (p/p) de polivinilpirrolidona. A mistura foi filtrada em 4 camadas de gaze e centrifugada a 8.400 rpm, 4°C por 30 minutos. O sobrenadante foi utilizado como extrato enzimático bruto, sendo mantido em banho de gelo até a avaliação da atividade enzimática.

A atividade da PFO foi determinada a 420 nm em espectrofotômetro UV-VIS, segundo metodologia definida por estudos anteriores com modificações (Primo et al. 2007; Ceni et al. 2008; Nabechima 2010). Os valores obtidos foram utilizados para o cálculo da atividade residual, em relação às folhas *in natura*.

A atividade da POD foi determinada a 470 nm em espectrofotômetro UV-VIS, segundo metodologia definida por estudos prévios, com modificações (Agüero et al. 1999; Ceni et al. 2008; e Nabechima 2010). Os valores obtidos foram utilizados para o cálculo da atividade residual.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo verificado o efeito das interações de cada fator pelo teste F ($p < 0,05$). Para investigar possíveis relações entre as variáveis em estudo, realizou-se Teste de Tukey e Diagrama de Pareto, utilizando o software Graph PadPrism 6.0 (2012).

Resultados e Discussão

As atividades residuais da POD e da PFO produzidas por cada condição experimental estão descritas na Tabela 2. Em relação à PFO as condições 1 e 6 não produziram diferença significativa em relação ao controle (sapeco), sendo a condição 1, a que gerou valor de atividade residual mais próximo ao sapeco. Para a POD, a condição experimental 1 também permitiu obter níveis de inativação enzimática mais próximos à amostra submetida ao sapeco.

Tabela 2: Atividades residuais da PFO e da POD em diferentes condições experimentais de branqueamento.

Ensaio	t (min)	T (°C)	Atividade enzimática residual	
			PFO (%)	POD (%)
<i>In natura</i>	-	-	100,000	100,000
Sapecada	-	-	47,617 ± 1,537	45,477 ± 0,227
1	-1 (1)	1 (95)	48,250 ± 1,466	50,194 ± 1,839
2	0 (3)	1 (95)	39,983 ± 3,403*	34,192 ± 0,447*
3	1 (5)	1 (95)	57,797 ± 2,033*	37,686 ± 2,176*
4	-1 (1)	0 (85)	61,881 ± 3,106*	14,795 ± 5,673*
5	0 (3)	0 (85)	39,726 ± 1,233*	40,925 ± 3,868*
6	1 (5)	0 (85)	44,548 ± 0,523	30,533 ± 0,149*
7	-1 (1)	-1 (75)	24,941 ± 0,094*	20,272 ± 0,093*
8	0 (3)	-1 (75)	40,873 ± 0,309*	35,138 ± 0,098*
9	1 (5)	-1 (75)	40,712 ± 0,401*	31,840 ± 0,134*
10	0 (3)	0 (85)	38,854 ± 0,963*	39,033 ± 4,871*
11	0 (3)	0 (85)	40,598 ± 1,421*	32,518 ± 3,562*

(*) $p < 0,05$ comparado ao controle (amostra sapecada), segundo a análise de variância seguida pelo Teste de Tukey.

A polifenoloxidase não pertence ao grupo de enzimas estáveis a altas temperaturas. Mesmo curtas exposições em temperaturas entre 70 e 90°C podem ser suficientes para reduzir a atividade desta enzima (YEMENICIOG E CEMEROG, 2003). Já a peroxidase é conhecida como uma enzima termoestável, que pode ter sua atividade regenerada após tratamento térmico (FATIBELLO-FILHO E VIEIRA, 2002).

Conclusões

A exposição de folhas de erva-mate à água em ebulição por curto intervalo de tempo permite obter erva-mate na cor desejada e com padrão de inativação enzimática semelhante ao produzido pelo sapeco.

Agradecimentos

À URI Erechim pela infraestrutura para realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

AGÜERO, M.V.; ANSORENA, M.R.; ROURA, S.I.; DEL VALLE, C.E. Thermal inactivation of peroxidase during blanching of butternut squash. **LWT**, v. 41, p. 401-407, 2008.

- BASTOS, D. H. M.; FORNARI, A. C.; QUEIROZ, Y.S.; TORRES, A.F.S. Bioactive compounds content of chimarrão infusions related to the moisture of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 3, p. 399-404, 2006.
- CENI, G. C. ; BALDISSERA, E.M.; OLIVEIRA, J. W. ; DARIVA, C.; OLIVEIRA, D. Oxidases from mate tea leaves (*Ilex paraguariensis*): extraction optimization and stability at low and high temperatures. **Bioprocess and Biosystems Engineering**, v. 31, p. 541-550, 2008.
- CENI, G.C.; BALDISSERA, E.M.; PRIMO, M.S.; ANTUNES, O.A.C.; DARIVA, C.; OLIVEIRA, J.V.; OLIVERA, D. Influences of application of microwave energy on quality parameters of mate tea leaves (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Food Technology and Biotechnology**, v. 47, n. 2, p. 221-226, 2009.
- ESMELINDRO, M.C.; TONIAZZO, G.; WACZUK, A.; DARIVA, C.; OLIVEIRA, D. Caracterização físico-química da erva-mate: Influência das etapas do processamento industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 193-204, 2002.
- FATIBELLO-FILHO, O.; VIEIRA, I.C. Uso analítico de tecidos e de extratos brutos vegetais como fonte enzimática. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p 455-464, 2002.
- MENDONÇA, C. R. B. **Tecnologia de Frutas e Hortaliças - Volume VI - Frutas e Hortaliças Fermentadas e Congeladas**; Pelotas: Ed. Universitária da UFPEL, 62 p. 2009.
- MORAWICKI, R.O.; SCHMALKO, M.E.; KANZIG, R.G. Chlorophyll stability in yerba maté leaves in controlled atmospheres. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, n. 1, p. 85-90, 1999.
- NABECHIMA, G. **Inativação térmica das enzimas polifenoloxidase e peroxidase em forno esteira e efeitos sobre a cor da erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- PERALTA, R.; BOURGELAT, C. Trajetória da produção e da comercialização da erva mate na fronteira sul de Mato Grosso do Sul. CAMPO-TERRITÓRIO: **Revista de Geografia Agrária**, v. 7, n. 13, p. 188-209, fev., 2012.
- PRIMO, M.S.; CENI, G.C.; MARCON, N.S.; ANTUNES, O.A.C.; OLIVEIRAS, D.; OLIVEIRAS, J.V.; DARIVA, C. Effects of compressed carbon dioxide treatment on the specificity of oxidase enzymatic complexes from mate tea leaves. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 43, p. 283-290, 2007.
- PROVESI, J.G.; NABECHIMA, G.H.; VIEIRA, M.A.; AMANTE, E.R. Effect of thermal precessing on oxide reductase inactivation and on colour fixing in erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) leaves. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, p. 971- 977, 2010.
- VALDUGA, E.; JAVORNIK, G.; SORDI, M.; REZENDE, D.F. Evaluation of the quality of mate conditioned in different packaging materials. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 2, p. 99-105, 2005.
- VERLINDEN, B. et al. Low temperature blanching effect on the changes in mechanical properties during subsequent cooking of tree potato cultivars. **Int. J. Food Science Technology**, v. 35, n. 1, p. 331-340, 2000.
- XANDER, C. G.; ACOSTA, L. M.; SCIPIONI, G. P.; ARGÜELO, B.; DEL, V. Inativación térmica de peroxidases em *Ilex Paraguariensis* St Hill y dumosa. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ERVA-MATE, 2., Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Organizadores, 2000.
- YEMENICIOG, A.; CEMEROG, B. Consistency of polyphenol oxidase (PPO) thermostability in ripening apricots (*Prunus armeniaca* L.): Evidence for the presence of thermostable PPO forming and destabilizing mechanisms in apricots. **Journal of Agriculture and Food Chemical**, 51, 2371-2379, 2003.

ZANOELO, E.F.; ABITANTE, A.; MELEIRO, L.A.C. Dynamic modeling and feedback control for conveyors-belt dryers of mate leaves. **Journal of Food Engineering**, v. 84, p. 458-468, 2008.

USO ALTERNATIVO DE EXTRATO DE ERVA-MATE NA ELABORAÇÃO DE GELADOS COMESTÍVEIS

Carolina E. Demaman Oro¹; Bruna M. Saorin Putton¹; Ilizandra A. Fernandes¹; Marshall Paliga²; Taísa Boscato²; Cristian Bocalon²; Clarice Steffens¹; Alice T. Valduga³

¹ PPG Engenharia de Alimentos. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: carolinae.oro@hotmail.com

² Acadêmicos do curso de Engenharia de Alimentos. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: marshallpaliga@gmail.com

³ PPG Ecologia. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: valice@uricer.com.br

Resumo: A produção de sorvetes e picolés é uma atividade cada vez mais lucrativa no Brasil. Além disso, em geral esses gelados contêm em sua constituição ingredientes altamente saudáveis e nutritivos. Por isso, o desenvolvimento de um picolé com extrato de erva-mate é um produto promissor, pois agrega tecnologia, inovação e bem-estar. Na ervamate estão presentes, além de compostos fenólicos, saponinas, metilxantinas, aminoácidos, açúcares e vitaminas. Alguns dos benefícios atribuídos ao consumo da infusão de suas folhas estão relacionados aos compostos fenólicos, metabólitos secundários que atuam como antioxidantes *in vitro* e *in vivo*. O perfil fotoquímico e a ação da erva-mate sobre sistemas biológicos representam condição capaz de estimular o potencial a ser explorado, em sua utilização no desenvolvimento de novos produtos. Neste sentido, objetivo do presente estudo consistiu no desenvolvimento de um gelado lácteo com extrato natural de erva-mate e realizar uma pesquisa de opinião e de aceitação deste novo produto. Os resultados demonstraram que 74,8% dos entrevistados se surpreenderam com o sabor e certamente consumiriam o picolé de erva-mate. Embora o consumo de picolé para a maioria das pessoas é eventual, os resultados mostraram uma boa aceitação do produto.

Palavras-chave: Inovação; *Ilex paraguariensis*; Picolé; Pesquisa de opinião.

Introdução

A legislação brasileira define produtos gelados comestíveis como produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes que tenham sido submetidos ao congelamento. Condições estas, que garantem a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumidor final (BRASIL, 1999).

Os gelados comestíveis em geral, inclusive o picolé, contém em sua constituição ingredientes saudáveis e nutritivos como leite, sucos e polpas de frutas. Além de proteínas, vitaminas A, D, E, K e do complexo B, e cálcio que são importantes para o crescimento e desenvolvimento infantil, mantendo a saúde óssea de pessoas adultas e idosas (SEBRAE, 2015).

O mercado brasileiro de sorvetes apresentou um crescimento em torno de 80% nos últimos dez anos. O Brasil é hoje o quarto maior mercado de sorvetes no mundo, ficando somente atrás dos Estados Unidos, China e Japão (FOOD SERVICE NEWS, 2014).

A produção de sorvetes e picolés é uma atividade cada vez mais lucrativa no Brasil. Os produtos elaborados à base de matérias primas diferenciadas e de qualidade diversificam o mercado. Para concorrer em um mercado tão competitivo a alternativa é apostar em novas formulações. Por

isso, o desenvolvimento de produtos diferenciados como o picolé com extrato de erva-mate pode ser promissor, pois agrega tecnologia, inovação e bem-estar.

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) é uma espécie vegetal que tem as folhas utilizadas desde os indígenas (no período pré-europeu) até atualmente, tendo expressiva relevância cultural e econômica na região Sul da América do Sul. Porém, devido aos seus aspectos qualitativos, a erva-mate também tem atingido consumidores de diversas partes do mundo (BARBOSA, 2017).

Na erva-mate estão presentes compostos fenólicos, saponinas, metilxantinas, aminoácidos, açúcares e vitaminas (HAO et al., 2013). Quantidades significativas de compostos fenólicos e metilxantinas são encontrados na porção externa lignificada do caule da erva-mate (PAGLIOSA et al., 2010). O interesse na extração e quantificação de compostos bioativos na erva-mate tem aumentado nos últimos anos, devido aos potenciais efeitos biológicos destes (FRANCO, et al., 2008). Alguns dos benefícios atribuídos ao consumo da infusão de suas folhas estão relacionados aos compostos fenólicos, metabólitos secundários que atuam como antioxidantes *in vitro* (BUBOLS et al., 2013) e *in vivo* (RODRIGUES, 2009).

O perfil fitoquímico e a ação da erva-mate sobre sistemas biológicos representam uma condição capaz de estimular o potencial a ser explorado em sua utilização no desenvolvimento de novos produtos (GODOY et al., 2013). O uso de extratos de erva-mate em formulações de balas, pirulitos e bebidas tem sido descrito (VALDUGA, 2003).

A erva-mate é altamente tem alta solubilidade em água, o que facilita a extração aquosa. A secagem dos extratos pode ser efetuada por liofilização ou atomização. Na confecção de picolés pode ser utilizando tanto o extrato aquoso quanto o seco (VALDUGA, 2003).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um gelado lácteo com extrato natural de erva-mate e avaliar sua aceitação e opinião de compra por consumidores.

Metodologia

O presente trabalho foi realizado na Unidade Piloto de Leite da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim.

Os ingredientes utilizados para a formulação do picolé foram leite integral, açúcar cristal, leite em pó, glutamato monossódico, glicose, estabilizante, creme de leite e extrato aquoso de erva-mate. O extrato de erva-mate foi gentilmente cedido por uma empresa do Paraná - Brasil, e os demais ingredientes foram obtidos no comércio local.

O fluxograma com as etapas do procedimento para a produção de picolé está exemplificado na Figura 1.

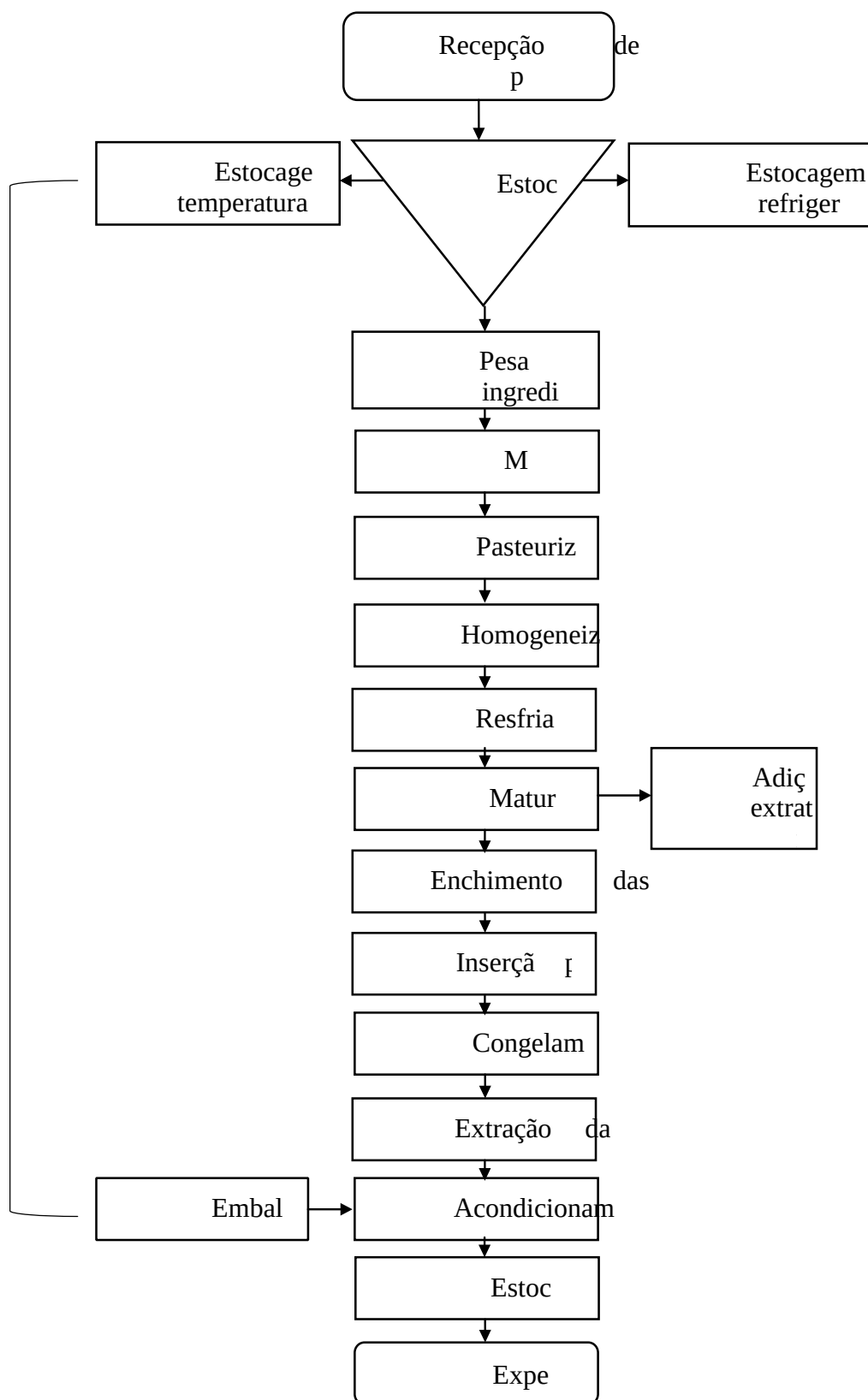


Figura 1. Fluxograma de fabricação de picolé.

Pesquisa de opinião de consumo

Foi realizada uma pesquisa de opinião sobre o desenvolvimento do picolé a base de extrato de erva-mate. A participação esteve condicionada ao aceite de um termo de consentimento livre e esclarecido, submetido e aprovado pelo comitê de ética, sob o número 42595315.1.0000.5351.

A pesquisa se deu em três etapas, na primeira os entrevistados responderam sobre os seus hábitos de consumo de gelados comestíveis e se consumiriam um picolé de erva-mate. Na segunda etapa foi entregue uma amostra (~5 g) do produto para cada participante realizar uma degustação. E na terceira etapa, foi entregue um questionário para avaliar o grau de satisfação com o produto e a possibilidade de compra. O instrumento de pesquisa está apresentado na Figura 2.

(a) QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE OPINIÃO Nome: _____ Data: ____/____/____ 1- Você costuma fazer consumo de picolés/sorvetes? ☐ Sempre ☐ As vezes ☐ Nunca ☐ Apenas quando sinto vontade 2- Você prefere consumir picolés ou sorvetes? ☐ Picolés ☐ Sorvetes ☐ Gosto de consumir os dois 3- Você possui alguma restrição/intolerância ao leite? ☐ Sim ☐ Não 4- Você é influenciado pelos meios de comunicação a fazer consumo de picolés/sorvetes? ☐ Sim ☐ Não 5- Em qual período do ano você consome picolés/sorvetes? ☐ Consumo o ano inteiro ☐ Consumo preferencialmente no verão ☐ Consumo preferencialmente no inverno 6- Você compra os picolés/sorvetes em função apenas do seu sabor? ☐ Sim ☐ Não 7- Na sua opinião, faltam sabores de picolés no mercado atualmente? ☐ Sim ☐ Não Se sim, quais? _____ 8- Você consumiria um picolé de leite com sabor de erva-mate? ☐ Sim ☐ Talvez ☐ Não Se não, por quê? _____ 9- Você acha o desenvolvimento de um picolé de leite com sabor de erva-mate inovador? ☐ Sim, por quê? _____ ☐ Não, por quê? _____	(b) QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO PRODUTO Nome: _____ Data: ____/____/____ 1- Após provar o picolé de leite com sabor de erva-mate, o que você achou do produto? ☐ Consumiria certamente ☐ Me surpreendi ☐ Acho que poderia ser melhor ☐ Não provaria novamente 2- Quanto a concentração de extrato de erva-mate: ☐ Poderia ter menos extrato ☐ Gostei, a quantidade foi satisfatória ☐ Poderia ter mais extrato 3- Quanto a concentração de açúcar: ☐ Poderia ter menos açúcar ☐ Gostei, a quantidade foi satisfatória ☐ Poderia ter mais açúcar 4- Se o produto estivesse a venda no mercado, você: ☐ Certamente compraria ☐ Talvez compraria, talvez não compraria ☐ Não compraria 5- Quanto você pagaria pelo produto? R\$ _____ Por quê? _____ Comentários: _____ _____ _____ Muito obrigada pela participação!
---	---

Figura 2. Em (a) o questionário sobre os hábitos de consumo de gelados comestíveis e em (b) questionário para avaliar o grau de satisfação com o produto e a possibilidade de compra.

Os participantes foram selecionados com base em sua disposição em participar do estudo e, da própria conveniência de acesso aos respondentes, por parte dos pesquisadores. Os participantes foram alunos, professores e funcionários da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim, na faixa etária de 20 a 68 anos, totalizando 60 participantes.

Resultados e Discussão

Segundo os dados obtidos, 62,3% dos entrevistados consomem picolés/sorvetes as vezes, 34,3% apenas quando sentem vontade e 3,4% sempre. Os participantes mostraram preferência em consumir sorvetes (84,2%), sendo 12,7% os que preferem consumir picolés e 3,1% os que gostam de consumir ambos (picolés e sorvetes), sem ter uma preferência. Nenhum dos entrevistados era intolerante à lactose.

ORO, C. E. D. et al.

Dos participantes, 57,2% responderam que não são influenciados pelos meios de comunicação a fazer consumo de picolés/sorvetes, o que mostra que o setor de gelados comestíveis precisa voltar mais a sua atenção para o marketing.

O consumo de picolés/sorvetes é preferencial no verão, sendo que 88,8% dos participantes assinalaram essa opção. Dessa forma, é possível ver que o clima é um interferente muito grande na decisão de compra; 95,7% dos participantes compram picolés em função do sabor, sendo esta, a primeira característica do produto a ser observada.

No teste de prova, os participantes se surpreenderam com o sabor (74,8%) e certamente consumiriam o picolé de erva-mate. Na formulação testada, quanto a concentração de extrato, 63,1% acham que poderia ter mais extrato e 59,5% acham que poderia ter menos açúcar.

Relativo ao valor a ser atribuído ao produto, as opiniões variaram entre os valores de R\$2,50 a R\$7,00. Isso justifica que os entrevistados não são consumidores fiéis de picolés, ao divergirem muito no valor de produtos similares. Porém, o valor de mercado para picolés a base de leite giram em torno de R\$2,50, justificando o valor de mercado para o produto.

Conclusões

O hábito de consumir picolé, para a maioria das pessoas é eventual, pois o clima é um fator de interferência. A maioria dos entrevistados atribuiu prioridade de consumo de gelados comestíveis ao sorvete, quando este estava em relação ao picolé, no primeiro questionário. Entretanto, o picolé com erva-mate aguçou o apetite para a maioria dos entrevistados, o que evidencia o sucesso do produto.

Agradecimentos

Os autores agradecem à URI-Erechim pelo apoio e infraestrutura.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, J. Z. **Contribuição de variáveis de solo e planta para a composição elementar de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Tese apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração Solo e Ambiente, do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 74, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução - RDC nº 379 de 26 de abril de 1999**. Aprova o Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis, constante do anexo desta Portaria. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 29 de abril de 1999.
- BUBOLS, G. B. e al. The Antioxidant Activity of Coumarins and Flavonoids. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, v. 13, p. 318-334, 2013.
- FOOD SERVICE NEWS. **Sorvete e gelato, parece mas não é**. Disponível em: <http://www.foodservicenews.com.br/sorvete-e-gelato-parece-mas-nao-e/>. Setembro de 2014. Acesso em: Março de 2017.
- FRANCO, D. et al. Polyphenols from plant materials: extraction and antioxidant power. **Electronic Journal of Environmental Agricultural and Food Chemistry**, v.7, n.8, p.3210-3216, 2008.
- GODOY, R. C. B., et al., Consumer perceptions, attitudes and acceptance of new and traditional mate tea products. **Food Research International**, v. 53, n. 2, p. 801-807, Oct. 2013.
- HAO, D. et al. Research progress in the phytochemistry and biology of *Ilex* pharmaceutical resources. **Acta Pharmaceutica Sinica B**, v. 3, n. 1, p. 8-19, Feb. 2013.

- PAGLIOSA C. M. et al. Methylxanthines, phenolic composition, and antioxidant activity of bark from residues from mate tree harvesting (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) **Food Chemistry**, v. 122, n. 1, p. 173-178, Set. 2010.
- RODRIGUES, E. V. (2009). **Efeito antioxidante da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em voluntários saudáveis**. Dissertação de Mestrado em ciências da saúde. Universidade São Francisco – Bragança Paulista, 2009.
- SEBRAE, FIEMG, SIND SORVETE-MG. **Projeto análise estratégica setorial sorvetes**. Belo Horizonte, 2015.
- VALDUGA, A.T. 2003. 216f. **Uso sustentado e processamento de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Tese. – (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE SECADO EN CONTACTO DIRECTO E INDIRECTO

Holowaty, Santiago A.¹, Schmalko Miguel E.²

¹Docente/ Doctorando. Instituto de Materiales de Misiones (IMAM). CONICET. Universidad Nacional de Misiones. F. de Azara 1552, Posadas, Argentina. saholowaty@fceqyn.unam.edu.ar

²Docente/Investigador. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones, F. de Azara 1552, Posadas, Argentina. mesh@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: El objetivo del trabajo fue simular el secado de yerba mate comparando los cambios entre sistemas de secado por contacto directo e indirecto. El procesamiento de yerba mate se realiza en una serie de etapas: zapeado, secado, molienda gruesa, estacionamiento y molienda fina. La operación de secado, en Argentina, generalmente se realiza en sistemas tipo cinta a flujo cruzado, dentro de edificios de mampostería, donde se mezclan gases de combustión y aire entre 90 °C y 120 °C pasando a través del lecho de ramas. La presencia de compuestos nocivos presentes en la combustión y una serie de regulaciones en la provincia de Misiones, han llevado a buscar alternativas en los sistemas de secado. La utilización de aire caliente permitiría obtener productos libre de humo. Se han determinado condiciones de secado in situ de diferentes sistemas que sirvieron para validar los modelos. Se han utilizado datos de la bibliografía y de trabajos anteriores. Se simuló el secado de yerba mate dentro de un secadero tipo cinta en dos hipotéticas condiciones de temperatura y humedad de gas. Se determinó que la utilización de sistemas indirectos, permitiría alcanzar valores medios de humedad de yerba mate 13,6 a 10% menores en el mismo tiempo de secado y en las mismas condiciones de temperatura de entrada y caudal volumétrico de aire/gases.

Palabras Clave: Yerba mate, secado, procesos alternativos, simulación.

Introducción

En los últimos tiempos, se han realizado estudios para modificar método tradicional de procesamiento de secado de yerba mate (Xander et al., 2000; Pasardi et al., 2006; Holowaty et al., 2014b). Dos fueron los motivos que llevaron a buscar procesos alternativos. En primer lugar, algunos mercados cuestionaron el contacto directo de los gases de combustión de leña con el producto, detectándose niveles elevados de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) (Camargo y Toledo, 2002; Golozar et al., 2012; Thea et al., 2014). El segundo problema que se abordó en trabajos anteriores (Holowaty et al., 2014a; Martinez et al., 2015), fue el reemplazo de leña de monte nativo por leña de bosque implantado y la posterior implementación de cambios en los sistemas de combustión de hornos por quemadores de chip de madera debido a una ley vigente, Ley XVI N° 106 (2007) publicada en el boletín oficial de la Provincia de Misiones, Argentina, la cual dicta que a partir del año 2013 los establecimientos agroindustriales (entre ellos secaderos de yerba mate) deberían reducir en un 50% el consumo madera nativa, y a partir del año 2015, los secaderos deberían sustituir el consumo total por madera proveniente de bosque implantado (renovables) o bien con otras fuentes de energía como biomasa. Por esto, los secaderos buscaron alternativas de combustibles al no contar con redes de gas natural que permitirían la optimización del secado. La primera opción que se tomó como alternativa fue mantener los hornos y quemar leña de monte implantado, sin embargo, la falta de eficiencia de estos sistemas han llevado a modificar los sistemas de combustión para quemar los residuos de aserraderos en forma de aserrín o chip de madera. La sustitución de hornos a leña por quemadores de chip permitió, a priori, desde el punto de vista técnico, lograr un mejor control del proceso, utilizar temperaturas menores de trabajo y evitar grandes oscilaciones térmicas e incompleta combustión que se producen generalmente en los sistemas anteriores de secado (Schmalko et al., 2011; Holowaty et al., 2014a). El problema del contacto con gases de combustión no ha sido

solucionado. En la etapa de zapecado, se realizaron estudios que muestran la factibilidad técnica y de calidad fisicoquímica de procesos alternativos como el zapecado con agua o zapecado con vapor (Holowaty et al., 2014b). En la etapa de secado, se estudiaron alternativas de secado por contacto directo con gas propano (Schmalko, 2005), con mejoras en la eficiencia. No se estudió la implementación de sistemas de intercambiadores de calor vapor – aire, aunque en la actualidad existen unos 10 secaderos que adoptaron sistemas de secado indirecto, sin embargo, el producto final no estaría libre de humo, ya que todavía los zapecadores son tradicionales. El modelo matemático de un secadero permite conocer la evolución de la temperatura y el contenido de humedad del sólido en las diferentes posiciones del lecho. Este método es muy útil cuando el sólido se encuentra en movimiento (como en este caso) o cuando es muy pequeño y no es posible introducir en su interior el elemento de medición. El objetivo del trabajo fue simular el secado de yerba mate comparando los cambios entre sistemas al secar por contacto directo e indirecto.

Metodología

Se utilizaron ramas de yerba mate en la etapa de secado en cinta. El contenido de humedad del sólido a la entrada se determinó utilizando Norma IRAM 20503, pérdida de masa a 103 ± 2 °C, hasta peso seco. Los valores se expresan en base seca. Se tomó un valor medio de humedad de 10 muestras de yerba mate de diferentes días en un secadero de la provincia de Misiones (Holowaty et al., 2014c). Las características físicas de las ramas son las siguientes (Coelho et al., 2002; Crotti et al., 2002; Pilatti et al., 2015).

- Tipos: ramificadas y sin ramificar.
- Peso medio: 10,97 g (Valores extremos: 2,5g y 30g).
- Diámetro medio ponderado de los palos: 0,0034 m.
- Espesor medio ponderado de las hojas: 0,00036 m.

El secadero tipo cinta, con paredes de mampostería. Sus dimensiones: 35 m de largo por 4 m de ancho y 7 m de altura. La alimentación se realizaba en un extremo del mismo por medio de una cinta transportadora cuyo extremo se desplazaba de tal forma que la misma fuera uniforme en todo el ancho de la cinta, formando un lecho de ramas de 1 m de altura. Para los sistemas de aire caliente, el mismo se obtenía de un intercambiador de calor de tubos aleateados, introduciéndose por debajo de la cinta por medio de tubos con 5 bocas en cada sección. Para el caso de contacto directo, se utilizaron gases de combustión generados por chip de madera mezclados con aire, que ingresaban con el mismo sistema al secadero. Las corrientes gaseosas de salida se expulsaban al exterior por medio de 7 chimeneas ubicadas en el techo del secadero. La primera etapa de secado duraba 1,5 horas.

El modelado se realizó en dos condiciones hipotéticas de temperatura (a 90 °C y a 120 °C manteniendo las demás condiciones sin variar, a excepción del contenido de vapor de la corriente gaseosa (aire limpio o mezcla de gases de combustión). Las condiciones operativas como caudales, velocidades de flujo, rango de temperaturas operativas se tomaron de trabajos anteriores sobre eficiencia térmica en secaderos de yerba mate (Holowaty et al., 2014b).

Para aplicar el modelo, se realizaron las siguientes suposiciones:

- 1) No existía perfil térmico dentro de los sólidos (hojas y palos).
- 2) Los palos eran considerados como un material compuesto (xilema y corteza) y se calculó un coeficiente de difusión efectivo considerando estos dos materiales.
- 3) Los gases eran considerados ideales.
- 4) Las propiedades termofísicas y de transporte eran calculadas como la suma de los aportes individuales (gases y H₂O).
- 5) Se consideraba el efecto de contracción que produce la pérdida de humedad en los sólidos sobre sus áreas de transferencia.

El secadero fue dividido en 1080 nodos: 120 divisiones longitudinales y 9 divisiones de alto. Las ecuaciones básicas fueron obtenidas realizando los balances de masa y energía en cada nodo. De esta forma se obtuvieron las ecuaciones que describen la variación de la temperatura en forma diferencial en función del tiempo para los sólidos y el aire (mezcla entre el aire húmedo de entrada, productos de combustión y agua que se evapora de los sólidos). Las pérdidas de humedad se calcularon utilizando las ecuaciones integradas de la 2° ley de Fick, planteándose resistencia externa a la transferencia de calor y materia. Para la resolución de estas ecuaciones, se utilizó el método de las diferencias finitas hacia delante y una hoja de cálculo.

Las propiedades y coeficientes de la fase gaseosa se obtuvieron del Perry y Green (1997) y Kreith y Bohn (1997). Las propiedades del sólido (densidad, conductividad térmica, calor específico, calor latente e índice de contracción) se obtuvieron de trabajos previos realizados (Schmalko et al., 1996; Schmalko et al., 1997). Las ecuaciones presentadas para determinar el coeficiente de difusión del agua en las hojas fueron estimadas a partir de datos experimentales obtenidos entre 70 °C y 120 °C (Schmalko et al., 1997; Ramallo et al., 2001, mientras que en los palos se trabajó con valores experimentales obtenidos entre 70 y 100 °C (Schmalko y Alzamora, 2001b; Schmalko et al., 2011).

Resultados y Discusión

La hipótesis del presente trabajo consideró la posibilidad de secar con aire caliente generado por contacto indirecto a menor temperatura que el secado con gases de combustión, ya que el contenido de agua de los gases de combustión medio determinado en planta fue de 0,034 kg agua/ kg aire seco, cerca de tres veces mayor al contenido de agua del aire ambiente, con ello se permitiría un menor valor de temperatura de aire para lograr valores similares de contenido de humedad en las hojas al final de la primera etapa de secado. Se ha considerado solamente el efecto del aumento de temperatura y el tipo de secado (indirecto o directo) para este trabajo.

Se simularon dos condiciones de trabajo para cada temperatura. La **Tabla 1** presenta las condiciones operativas y los contenidos de humedad promedio a partir del aporte de palos y hojas que tendría el sistema al final del secado en las condiciones estudiadas.

Se determinó que en condiciones de 90 °C, utilizando aire caliente se alcanzó un contenido de humedad promedio de 0,102 kg agua/kg de sólido seco (ss), el cual fue 10,13 % más bajo que al utilizar gases de combustión (0,113 kg agua/kg ss). Al modelar el secado en condiciones de 120 °C, el contenido de humedad de las ramas fue de 0,028 kg agua/kgss cuando se utilizaron condiciones de aire caliente y 0,032 kg agua/kgss cuando se utilizó el secado con gases de combustión, es decir, la utilización de aire caliente mejoró 13,6 % el contenido de humedad medio en las ramas. El secado con aire caliente permitiría una disminución de la temperatura de secado para alcanzar los valores de humedad de producto que actualmente se logran con el secado por contacto directo con gases de combustión.

La **Figura 2** muestra el perfil de humedades en el lecho de yerba mate, en función de la longitud de la cinta de secado, a diferentes alturas de lecho, las líneas consecutivas indican un aumento de la altura del lecho de 0,1 (líneas inferiores) a 0,9 m (líneas superiores). En los mismos las diferencias son solamente apreciables al cambiar los valores de temperatura y no según el tipo de corriente de secado (aire o gas).

Tabla 1: Condiciones de secado utilizadas para modelar el contenido de humedad de la yerba mate en el secadero tipo cinta.

T (°C)		Aire ambiental		Mezcla gases	
90		Y'a (kg agua/kgas)	0,011	Y'g (kg agua/kgas)	0,034
		vh (m ³ /kg)	1,04	vh (m ³ /kg)	1,08
		G's (kgas/s)	10,68	G's (kgas/s)	10,29
		X (kg agua/ kg ss)	Xmed	X (kg agua/ kg ss)	Xmed
	Palos	0,251	0,102	0,262	0,113
	Hojas	0,022		0,032	
120		Y'a (kg agua/kgas)	0,011	Y'g (kg agua/kgas)	0,034
		vh (m ³ /kg)	1,132	vh (m ³ /kg)	1,182
		G's (kgas/s)	9,82	G's (kgas/s)	9,40
		X (kg agua/ kg ss)	Xmed	X (kg agua/ kg ss)	Xmed
	Palos	0,076	0,028	0,085	0,032
	Hojas	0,002		0,003	

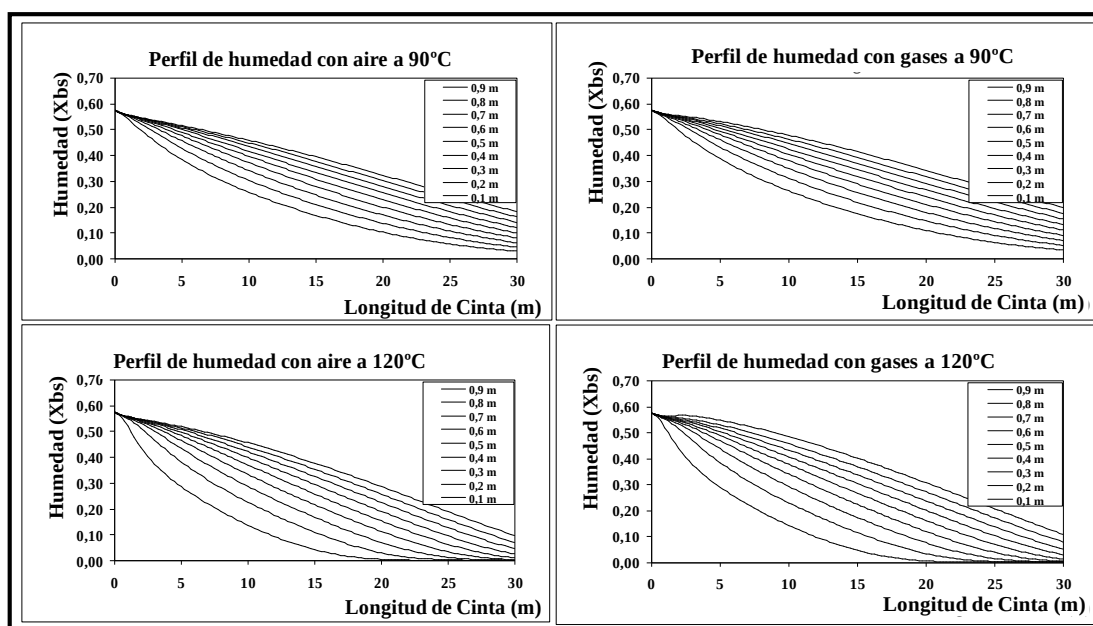


Figura 2: Perfiles del contenido de humedad de yerba mate en función a la longitud de la cinta de secado y a diferentes alturas de lecho en las dos condiciones de temperatura. (Las sucesivas curvas corresponden a espesores de lecho de yerba mate que va desde 0,9 m hasta 0,1 m).

En trabajos anteriores se estudió la influencia de la aplicación de tiempos de reposos durante el secado sobre el contenido de humedad (Holowaty et al., 2012) con resultados favorables desde el punto de vista de disminución del tiempo de secado en la búsqueda de mejorar la eficiencia energética. En el presente trabajo, se simuló el comportamiento del secadero al modificar las propiedades del aire. Se encontró que los gases de salida en las chimeneas no tienen diferencias apreciables de temperaturas y se estimaron en torno a 62,5 °C cuando el ingreso fue de 120 °C (con aire y con gas) y valores promedio de 55 °C al ingresar con 90 °C. Sin embargo la diferencia significativa se dio al analizar la humedad de las corrientes de salida. Se determinó que la corriente a 90 °C y con aire caliente, contiene a la salida 0,028 kg agua/kg aire seco mientras que con gases de combustión fue de

0,052 kg agua/kgas. Cuando se simuló con la corriente a 120 °C y aire caliente, la humedad del aire a la salida fue de 0,033 kg agua/kgas, contra 0,057 kg agua/kgas utilizando gases de combustión. En las dos condiciones, si bien no se encontraron diferencias en la temperatura, los valores de salida de humedad en las corrientes con aire caliente fueron significativamente menores que la humedad de salida de los sistemas con gases de combustión. Incluso, la humedad de salida en las condiciones operando con aire caliente (entre 0,028 y 0,033 kg agua / kgas) resultan menores si se comparan con las humedades absolutas en las corrientes de entrada de los sistemas que utilizan gases de combustión. Esto permitiría, en los secaderos indirectos reutilizar un porcentaje de estas corrientes para precalentar o mezclar con las corrientes de entrada. Esta posibilidad aún no se ha planteado concretamente a nivel industrial.

Conclusiones

En las mismas condiciones operativas y de temperatura se determinó que el secado con aire caliente mejora entre 10,1 % y 13,6% las condiciones de salida de la yerba mate. Dado que el secado con aire caliente libre de humo, resulta con humedades absolutas de salida menores que si se compara con los sistemas de secado directo (con temperaturas similares de salida en la chimenea), resultaría factible la posibilidad de reutilizar aquella corriente gaseosa (proveniente del secado con aire) en sistemas de precalentamiento o como fracción recirculada dentro del mismo secadero, los cuales no son utilizados en la industria yerbatera en Argentina.

La siguiente etapa del estudio se focalizará en la optimización a fin de evaluar cual será la temperatura de aire caliente entre 90 y 120 °C que permitirá alcanzar valores cercanos al secado por contacto directo a 120°C, cuáles serán los requerimientos energéticos necesarios para alcanzar esas condiciones y la correlación o validación del modelo adoptado con datos reales.

Agradecimientos

Se agradece al Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM) de la República Argentina, por financiar el proyecto dentro del cual se enmarca el presente trabajo.

Referencias Bibliográficas

- CAMARGO, L.; TOLEDO, M. Chá mate e café como fontes de hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA's) na dieta da população de Campinas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22, pp. 49-53, 2002.
- COELHO, G.C.; ARAUJO, M.J.E. AND SCHENKEL, E.P. Population diversity on leaf morphology of *Maté (Ilex Paraguariensis St.-Hil., Aquifoliaceae)*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45(1) : 47-51, 2002.
- CROTTI, L.C.; SCHMALKO, M.E. AND SURKAN, S.A. Influencia de las características físicas de las ramas en el tiempo de residencia en secaderos rotatorios. IX Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Buenos Aires, 7-9 de Agosto, 4.29, 2002.
- GOLOZAR, A.; FAGUNDES, R.; ETEMADI, A.; SCHANTZ, M.; KAMANGAR, F.; ABNET, C.; DAWSEY, S. Significant variation in the concentration of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in yerba maté samples by brand, batch and processing method. *Environmental Science Technology*, 46(24), pp. 13488-13493, 2012.
- HOLOWATY, S.A.; AGUERRE, Y. S.; SCHMALKO, M.E. Eficiencia termica en el secado de yerba mate. *Memorias del VI Congreso sudamericano de la yerba mate y II Simposio internacional de yerba mate y salud*. Universidad de la República, Montevideo Uruguay. ISBN: 978-9974-0-1085-7, 2014c.

- HOLOWATY, S.A.; ALEGRE, C.A.;BOHAZCENKO, E.A.; SCHMALKO, M.E. Influencia de distintos tipos de zapecado en las propiedades fisicoquímicas de la yerba mate. Libro de resúmenes del V Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Córdoba, Argentina. CP:68 ISBN: 978-987-45738-5-8,2014b.
- HOLOWATY, S.A.; THEA, A.E.; BOHAZCENKO, E.A.; SCHMALKO, M.E. Efecto del combustible empleado en el procesamiento de la yerba mate sobre la calidad. Libro de resúmenes del V Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Córdoba, Argentina. 17-19/11/2014. CP:71 ISBN: 978-987-45738-5-8,2014a.
- HOLOWATY, S.A.;RAMALLO, L.A.; SCHMALKO, M.E. Intermittent Drying Simulation in a Deep Bed Dryer of Yerba Maté. Journal of Food Engineering 111, pp 110-114. ISSN: 0260-8774,2012.
- KREITH, F. AND BOHN, M. Principles of Heat Transfer, 5th Edition, West Publishing Company, 1997.
- MARTÍNEZ, M.C.; HOLOWATY, S.A.; BRIGNARDELLO, A.E.; SCHMALKO, M.E. Costos comparativos para el zapecado y secado tradicional de yerba mate: leña de bosque implantado vs chip. IX Jornadas Científicas y Tecnológicas de FCEQyN. UNaM. Museo de Bellas Artes Juan Yaparí- Posadas,2015.
- MISIONES, ARGENTINA Ley XVI N° 106. www.diputadosmisiones.gov.ar/digesto.../mostrar_archivo.php. (Consulta 03/16),2007
- PASARDI, L.; SCHVEZOV, C.; SCHMALKO, M.; GONZÁLEZ A. Drying of *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire by Microwave Radiation. Drying Technology 24: 1437-1442, 2006.
- PERRY, R.H. AND GREEN, D.W. Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Edition, McGraw Hill,1997.
- PILATTI, D.; JOHANN, G.; PALÚ, F.; DA SILVA, E.A. Evaluation of a concentrated parameters mathematical model applied to drying of yerba mate leaves with variable mass transfer coefficient. Applied Thermal Engineering. In Press. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.02.139,2015.
- SCHMALKO, M. Estudio y Modelado del procesamiento Primario de la Yerba Mate. Tesis Doctoral de la Universidad de Buenos Aires – Área Ciencias Químicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Dirigida por la Dra. Stella Maris Alzamora. 2005.
- SCHMALKO, M.; LOVERA, N.; KOLOMIEJEC, G. Moisture migration during a tempering time after the heat treatment step in yerba maté processing. Latin American Applied Research.Vol. 41, No. 2, 153-156,2011.
- SCHMALKO, M. Y ALZAMORA, S. Modeling the drying of a Twig of “Yerba Maté” considering as a composite material: Part II: Mathematical model. Journal of Food Engineering 67, pp. 267-272,2005.
- SCHMALKO, M.E.; MORAWICKI, R.O. AND RAMALLO, L.A. Simultaneous determination of specific heat and thermal conductivity using the finite-difference method. Journal of Food Engineering, 31: 531-540,1997.
- SCHMALKO, M.E.; RAMALLO, L.A AND MORAWICKI, R.O.A comparison of the diffusion model and the response surface method (RSM) in estimating the drying time of *Ilex Paraguariensis*. Latin American Applied Research, 26: 215-220,1996.
- THEA, A.; FERREIRA, D.; BRUMOVSKY, L.; SCHMALKO, M. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en infusiones preparadas con yerba mate (*Ilex paraguariensis* st. Hillarie), Memorias del VI Congreso Sudamericano de la yerba mate y II Simposio Internacional de yerba mate y salud. ISBN: 978-9974-0-1085-7. (en CD),2014.
- XANDER, C.G.; ACOSTA, L.M.; SCIPIONI, G.P.; ARGÜELLO, B. Inactivación térmica de peroxidasas en *Ilex paraguariensis* St. Hil. y *I. dumosa*. Anales del 2º Congreso Sul-Americano da Erva-Mate, Encantado 19 al 23/11/00, Brasil, 366-369,2000.

MATRICES POLIMÉRICAS ECO-COMPATIBLES A BASE DE EXTRACTO DE YERBA MATE PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

María A. Gallo¹; Diego K. Yamul²; Alba S. Navarro³

¹ Ing. Química y docente. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, UNLP. Av. 1 y 47, La Plata, Argentina. Email: angelica.gallo@ing.unlp.edu.ar

² Investigador Adjunto CONICET. Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos, CIDCA. Calle 47 y 116, La Plata, Argentina. Email: karim@biol.unlp.edu.ar

³ Investigador Independiente CONICET. Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos, CIDCA. Calle 47 y 116, La Plata, Argentina. Email: albanavarro@conicet.gov.ar

Resumen: La yerba mate posee compuestos activos, entre ellos antioxidantes que pueden contribuir a disminuir el deterioro de los alimentos. Por otro lado, actualmente los envases para alimentos provienen de recursos no renovables, son no biodegradables y generan residuos contaminantes. Por ello, resulta interesante la aplicación de extracto de yerba mate en matrices poliméricas a fin de generar películas activas eco-compatibles para la industria de los envases. El objetivo del trabajo fue desarrollar films de almidón de mandioca con agregado de diferentes concentraciones de extracto de yerba mate y evaluar su color, espesor y textura, como así también su microestructura, la posible interacción entre sus componentes y el contenido de polifenoles. Se prepararon películas control al 5% p/v de almidón de mandioca con 1,5% p/v de glicerol como plastificante adicionando 5, 10, 20% p/v de extracto de yerba mate al 3% p/v. Con el agregado del extracto el color de los films se modificó hacia tonalidades verde-amarillo. El análisis de las propiedades mecánicas indicó un aumento en el módulo de Young a medida que disminuía la concentración del extracto. El espesor de las películas disminuyó con el agregado del extracto, siendo las más finas las de mayor concentración. Por otro lado, las superficies de las películas mostraron una estructura homogénea en las condiciones ensayadas; la muestra con 10% de extracto presentó una superficie más lisa y uniforme que el resto. El análisis espectroscópico indica que el agregado del extracto de yerba mate no modifica sustancialmente el espectro infrarrojo pero muestra un aumento en el contenido de polifenoles de las películas.

Palabras clave: Yerba mate. Almidón de mandioca. Films. Envases.

Introducción

La producción de plásticos provenientes de la industria petroquímica está destinada principalmente a la fabricación de envases para alimentos. A pesar de que estos polímeros garantizan la protección del producto a bajo costo son obtenidos a partir de recursos no renovables, no son biodegradables y provocan acumulación de residuos. En cambio, los polímeros de origen natural, como el almidón, constituyen una alternativa eco-compatible para el desarrollo de envases debido a que son abundantes, biodegradables y no tóxicos. En particular, el almidón de mandioca ha demostrado ser eficiente en la formación de films aplicados a diversos sistemas alimentarios (Rahman et al., 2010). La mandioca (*Manihot esculenta*) es un arbusto perenne que contiene en sus tubérculos almidón de alto valor alimentario. En cuanto a su disponibilidad, Misiones es la provincia argentina que registra el mayor volumen productivo tanto de su cultivo como del almidón industrializado.

Por otra parte, técnicas cromatográficas de HPLC-DAD y HPLC-MS han demostrado que la yerba mate es fuente importante de compuestos fenólicos y flavonoides; entre ellos, el ácido clorogénico y sus derivados son considerados los polifenoles con mayor influencia en la capacidad antioxidante de los extractos de yerba mate (Berte et al., 2011). Además, se ha demostrado que este

extracto también se caracteriza por su importante actividad biológica (Bracesco et al., 2011; Marques y Farah, 2009).

Al estudio de la yerba mate se suman investigaciones que abordan los films biopoliméricos conteniendo este extracto, como una alternativa para la conservación de alimentos. El uso de estas matrices permite una conservación efectiva de los compuestos activos del extracto actuando de soporte ante su inestabilidad química característica (Wootton-Beard y Ryan, 2011). Las propiedades funcionales y nutraceuticas de este extracto natural le otorga valor agregado al producto final frente a la toxicidad de los aditivos sintéticos. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue desarrollar materiales a base de almidón de mandioca y glicerol con extracto de yerba mate como ingrediente activo para la elaboración de envases biodegradables para alimentos. Se evaluó el efecto del agregado del extracto sobre las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de los materiales desarrollados.

Metodología

Los materiales empleados fueron: almidón nativo de mandioca (CODIPSA, Paraguay), glicerol (Anedra, Argentina) como agente plastificante, yerba mate (*Ilex paraguariensis*) comercial (La Merced, variedad de campo) proveniente del Establecimiento Las Marías, Gobernador Virasoro, provincia de Corrientes, Argentina.

Preparación del extracto de yerba mate. Se utilizó polvo de yerba mate obtenido a partir del tamizado de la yerba con malla de 710 micrones. Se preparó un extracto al 3% p/v en agua destilada, concentración seleccionada de estudios previos (Deladino et al., 2008). Posteriormente, la mezcla se llevó a ebullición en un baño termostático (Haake, Alemania) durante 20 min, se dejó enfriar y se filtró con papel de filtro Whatman N°1.

Preparación de las matrices. Se prepararon matrices con diferentes concentraciones de extracto de yerba mate: 0 (matriz control), 5, 10 y 20% p/p. Las matrices control fueron preparadas a partir de la mezcla de 1,5 ml de glicerol y 93,5 ml de agua destilada, a 25°C y con agitación durante 10 min. Luego se agregaron 5 g de almidón, en forma lenta, continuando con la agitación durante 5 min hasta su total dispersión. Se calentó la mezcla en placa calefactora hasta total gelatinización del almidón ($T > 70^{\circ}\text{C}$). Luego, se detuvo el calentamiento y se continuó con agitación 10 min hasta enfriamiento de la mezcla. Finalmente, el preparado se dejó reposar 10 min antes de proceder al moldeado de las matrices. Los films con extracto de yerba mate se obtuvieron a partir de la matriz control agregando 5, 10 y 20 ml del extracto, en reemplazo del mismo volumen de agua y se procedió de la misma forma descripta. Para el moldeado se pesaron 20 g de la mezcla en cápsulas de Petri de 9 cm de diámetro. Luego, se procedió al secado de las películas en horno de convección forzada (Thermo Scientific, EE.UU.) a 35°C hasta peso constante.

Caracterización de las películas. Los films fueron caracterizados transcurridas 48 hs. luego del secado. Los parámetros de color se obtuvieron con un colorímetro Minolta (CR 400, Osaka, Japón), calibrado con un standard. Se registraron las coordenadas L^* , a^* , b^* de la escala CIE. El espesor de los films fue determinado mediante el empleo de un calibre digital (Marca WLXY, modelo WL-150, EE.UU.), informándose los valores promedio de 5 mediciones de manera aleatoria sobre diferentes puntos de las películas.

El análisis morfológico de los films fue realizado por microscopía electrónica de barrido (SEM) en un equipo FEI Quanta 200 (Holanda). Previo al análisis, se sometieron a criofractura con N_2 líquido, fueron adheridos a los portamuestras y bañados con oro. Las posibles interacciones entre los componentes de las películas se analizaron por espectroscopía infrarroja (FT-IR) utilizando un equipo Nicolet 380 (Thermo Scientific, EE.UU.) con módulo de reflectancia total atenuada. Las muestras se analizaron en el modo transmisión, tomando 64 barridos por experimento con una resolución de 4 cm^{-1} . Las propiedades mecánicas de los films fueron determinadas a través de ensayos de tracción

uniaxial en un texturómetro (Texture Analyzer TA.X2Ti, Stable Micro Systems, Reino Unido). Se emplearon muestras de film de 2x5 cm y los parámetros de adquisición fueron: velocidad de pre y post-ensayo, 1 mm/s; velocidad de ensayo, 3 mm/s; distancia, 50%; fuerza, 0,05 N y velocidad de adquisición, 25 pps. Se obtuvieron las curvas de fuerza-distancia que fueron transformadas en curvas de esfuerzo-deformación.

El contenido de polifenoles totales (PT) en las películas se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu (Deladino et al., 2008). Para liberar el extracto de los films, se colocó 0,25 g de película en agua durante 1 h a 25°C. Luego se filtró, se separó el líquido y se determinó los PT (mg equivalentes de ácido gálico ó ácido clorogénico por mg de film).

Los resultados se evaluaron a través de análisis de varianza ANOVA, mediante el uso del software Systat (SYSTAT, Inc., Evanston, IL, EE.UU.) versión 10.0 y el test de diferencia mínima significativa de Fisher (LSD) usando un nivel de significación $\alpha=0,05$.

Resultados y Discusión

La **Fig. 1** muestra las fotografías de las películas obtenidas sin y con extracto de yerba mate al 5, 10 y 20%. Se pueden observar las diferencias de color al aumentar la concentración del extracto, tendiendo al color verde típico de la yerba mate.

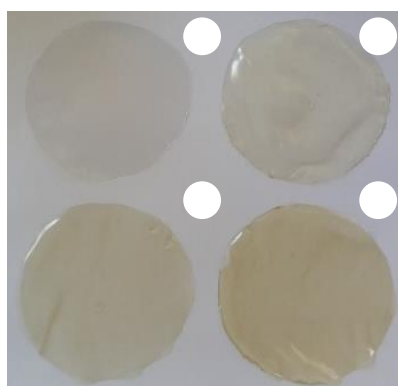


Figura 1: Fotografía de las películas: a) control, b) 5%, c) 10% y d) 20% de extracto de yerba mate.

Como puede observarse en la **Tabla 1**, los cambios de color se vieron representados en los parámetros de cromaticidad de las películas. La luminosidad L^* disminuyó al incrementar la concentración del extracto de yerba, evidenciando una leve modificación en el brillo de los films. El parámetro a^* indicó la tendencia al color verde, observándose un incremento de 45,8% en las muestras con 20% de yerba. Sin embargo, b^* evidenció una mayor variación (141%), tendiendo al amarillo. La diferencia de color ΔE^* entre los films con y sin extracto se incrementó significativamente. El color de las películas depende de la naturaleza de los componentes de la matriz, otros autores han hallado valores de ΔE^* bajos (menores a 2) para películas de diferentes tipos de almidón (López, 2011) indicando que estos materiales son prácticamente incoloros, a diferencia de películas de proteínas (ΔE^* : 16,24 para soja y 67,85 para girasol) que se destacan por su intenso color (Salgado et al., 2010). Los valores bajos de ΔE^* de las películas con yerba mate posibilitan el desarrollo de envases donde el producto sea visible, sin condicionar la aceptabilidad del consumidor.

Tabla 1: Parámetros de color para las películas con diferentes concentraciones de extracto de yerba mate

Concentración de extracto (%p/p)	L*	a*	b*	ΔE^*
0	95,78 $\pm$ 0,29	-4,82 $\pm$ 0,04	8,42 $\pm$ 0,24	-
5	94,42 $\pm$ 0,69	-5,56 $\pm$ 0,13	11,60 $\pm$ 0,13	3,59 $\pm$ 0,29
10	93,90 $\pm$ 0,09	-6,69 $\pm$ 0,30	16,89 $\pm$ 1,44	8,88 $\pm$ 1,42
20	93,00 $\pm$ 0,13	-7,09 $\pm$ 0,04	20,33 $\pm$ 0,14	12,44 $\pm$ 0,15

Las propiedades mecánicas de las películas determinan las posibles aplicaciones de estos materiales ya que deben soportar la manipulación y evitar el deterioro de los productos envasados. Se evaluó la deformación de la película y el módulo de elasticidad (módulo de Young) (**Fig. 2**). El esfuerzo elástico se define como la tensión máxima que es capaz de soportar el material sin manifestar deformación permanente al eliminar completamente la tensión aplicada. Se observa que para los films con 10% de extracto, el esfuerzo elástico ya se manifiesta para un 5% de deformación mientras que para las muestras con 0, 5 y 20% de extracto este límite se alcanza a menores porcentajes de deformación: 2% (para las muestras 0 y 5 %) y 1,17% para la de 20% de extracto.

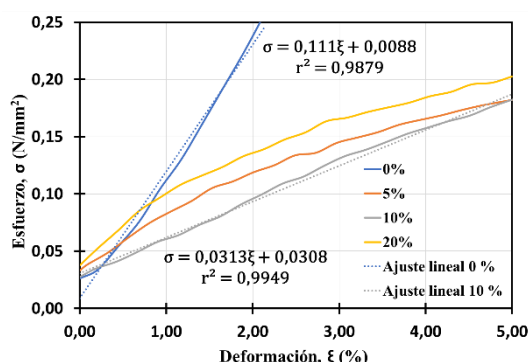


Figura 2: Curvas esfuerzo-deformación para films con diferentes concentraciones de extracto de yerba mate

Del ajuste lineal de la curva esfuerzo-deformación se obtuvo el módulo de Young de la muestra de 10% de extracto, siendo su valor 0.031 N/mm². En las muestras restantes este parámetro resultó mayor: 0,043 N/mm² (films al 5%) y 0,06 N/mm² (films al 20%) registrándose el mayor valor para el film control (0,111 N/mm²). El módulo de elasticidad representa la rigidez intrínseca del film, a medida que su valor disminuye se necesita menor esfuerzo para deformar un material. El glicerol otorga ductilidad a los films (López, 2011) y de acuerdo a los valores de módulo de Young obtenidos, el extracto de yerba mate también contribuye a la mayor elasticidad de las películas. Al igual que para otros tipos de hidrocoloides (Aguilar Reynosa, 2014) la presencia de un componente líquido como el extracto y su absorción en la matriz polimérica le otorga mayor flexibilidad al film. Por otra parte, el film con 20% de extracto presentó el mayor valor de esfuerzo máximo: 0,6 N/mm² frente a 0,42 N/mm² (film control), 0,5 N/mm² (10%) y 0,54 N/mm² (5%).

Con respecto a la microestructura de las películas, las **Fig. 3A** y **3B** muestran las micrografías obtenidas por SEM para las muestras control y con extracto de yerba mate.

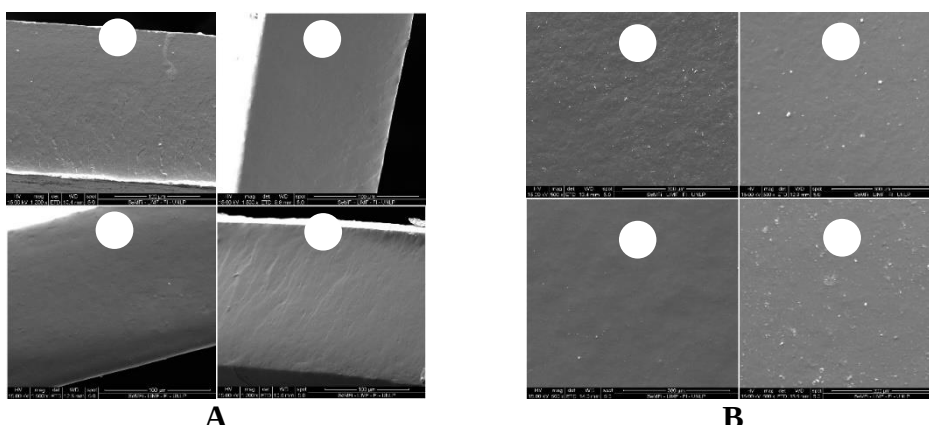


Figura 3: Micrografías SEM de cortes transversales 1500X (A) y vistas superficiales 500X (B) de los films con diferentes concentraciones de extracto de yerba mate: a) film control, b) 5%, c) 10% y d) 20%.

Las micrografías SEM (**Fig. 3**) muestran una estructura homogénea en todas las condiciones ensayadas. Cabe destacar que la muestra con 10% de extracto presentó una superficie más lisa y uniforme que el resto de las películas. En la **Fig. 3A** se pueden observar cortes transversales de los films, con espesores que variaron entre 144,54 y 175,45 micrones. Los valores de espesores obtenidos con micrómetro fueron 230 micrones para el film control y 180, 190 y 160 micrones para los films con 5, 10 y 20% de yerba, denotando mayor precisión en estas últimas medidas.

La **Fig. 4** muestra los espectros ATR/FTIR de la matriz control y del film conteniendo un 20% de extracto de yerba, no observándose nuevas bandas ni corrimientos importantes luego del agregado de yerba. Esto indica que la vibración de los diferentes enlaces se logra en la misma frecuencia energética debido a que una concentración de 20% de extracto es relativamente baja frente a la composición total del resto de la matriz.

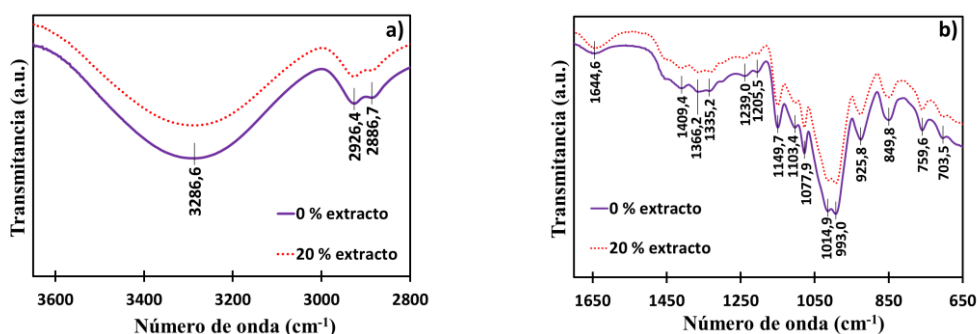


Figura 4: Comparación de espectros FT-IR para los films control y con 20 % de extracto de yerba mate

Se observa una diferencia en la banda situada a 1644 cm^{-1} resultando levemente más intensa para el film con extracto. Esta banda corresponde a las vibraciones del enlace $\text{C}=\text{C}$ del extracto de yerba mate y su mayor intensidad se debe al aporte de los compuestos fenólicos presentes en su composición (López Córdoba, 2014). La banda ancha alrededor de 3286 cm^{-1} es asignada a los estiramientos de los grupos $-\text{OH}$ del glicerol y del agua que forman puentes de hidrógeno con las moléculas de almidón. Las bandas pequeñas a 2886 y 2926 cm^{-1} son debidas vibraciones de estiramiento del enlace $\text{C}-\text{H}$ (Mathew et al., 2006) y son características de los componentes de la matriz polimérica. Por último, las bandas de la zona de la huella dactilar de los films corresponden a las señales típicas de estiramiento, flexión y deformación de películas de almidón de mandioca y glicerol (López, 2011).

La **Fig. 5** muestra que el contenido de polifenoles se incrementó al aumentar la cantidad de extracto de yerba mate. Esto indica que las películas formuladas tienen actividad antioxidante ya que

liberaron sus polifenoles al medio acuoso del ensayo. Esto fue observado también en ensayos de liberación utilizando cápsulas de alginato de calcio conteniendo extracto de yerba mate liofilizado (Deladino et al., 2008).

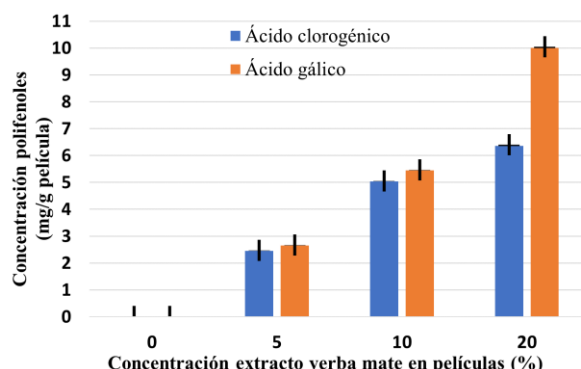


Figura 5: Concentración de polifenoles para films con diferentes concentraciones de extracto de yerba mate

Conclusiones

Fue posible desarrollar películas a base de almidón de mandioca con diferentes concentraciones de extracto de yerba mate. Los sistemas obtenidos presentaron color verde amarillento con suficiente transparencia para facilitar la visibilidad de un producto envasado, lo que resulta beneficioso desde el punto de vista del consumidor. El extracto de yerba mate contribuyó a la elasticidad y flexibilidad de los films por lo que su textura resultará la adecuada para el uso de estos materiales como envases. El análisis de la microestructura evidenció la homogeneidad de las películas y debido al elevado contenido de polifenoles, es promisoría la aplicación de la yerba mate para la elaboración de films activos en envases de alimentos a fin de minimizar el deterioro por oxidación del producto.

Agradecimientos

Al Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM, Misiones, Argentina).

Referencias Bibliográficas

- AGUILAR REYNOSA, A.E. Caracterización de propiedades fisicoquímicas, térmicas, reológicas, y propiedades de barrera a los gases de películas comestibles elaboradas a partir de mucílago de *Salvia hispánica* y pectina cítrica. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México, 2014.
- BERTE, K.A., BEUX, M.R., SPADA, P.K., SALVADOR, M., HOFFMANN-RIBANI, R. Chemical composition and antioxidant activity of yerba-mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil., Aquifoliaceae) extract as obtained by spray drying. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 5523-5527, 2011.
- BRACESCO, N., SANCHEZ, A.G., CONTRERAS, V., MENINI, T., GUGLIUCCI, A. Recent advances on *Ilex Paraguariensis* research: Minireview, *Journal of Ethnopharmacology*, 136, 378-384, 2011.
- DELADINO, L., ANBINDER, P. S., NAVARRO, A. S., MARTINO, M. N. Encapsulation of natural antioxidants extracted from *Ilex paraguariensis*. *Carbohydrate Polymers*, 71 (1), 126-134, 2008.
- LÓPEZ CÓRDOBA, A.F. Sistemas de vehiculización de antioxidantes naturales y minerales. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 2014.
- LÓPEZ, O. V. Desarrollo, caracterización y aplicación de envases biodegradables a partir de almidón. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata, Argentina, 2011.

- MARQUES, V., FARAH, A. Chlorogenic acids and related compounds in medicinal plants and infusions. *Food Chemistry*, 113, 1370-1376, 2009.
- MATHEW, S., BRAHMAKUMAR, M., & ABRAHAM, T.E.. Microstructural imaging and characterization of the mechanical, chemical, thermal, and swelling properties of starch–chitosan blend films. *Biopolymers*, 82(2), 176–187, 2006.
- RAHMAN, W.A.W.A., SIN, L.T., RAHMAT, A.R., SAMAD, A.A. Thermal behaviour and interactions of cassava starch filled with glycerol plasticized polyvinyl alcohol blends. *Carbohydrate Polymers*, 81, 805-810, 2010.
- SALGADO, P.R.; MOLINA ORTIZ, S.E.; PETRUCCELLI, S.Y, MAURI, A.N.. Biodegradable sunflower protein films naturally activated with antioxidant compounds. *Food Hydrocolloids*, 24(5), 525-533, 2010.
- WOOTTON-BEARD, P.C., RYAN, L. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. *Food Research International*, 44, 3135-3148, 2011.

EFFECT OF MATE LEAVES EXTRACT ON THE OXIDATIVE STABILITY OF FERMENTED ITALIAN-TYPE SAUSAGES

Patricia Beal¹, Andreia M. Faion², Alexandre J. Cichoski³, Rogerio L. Cansian⁴, Alice T. Valduga⁵, Debora De Oliveira⁶, Clarice Steffens⁷, Bruna M. S. Puton⁸, Emanuel C. Bertol⁹, Eunice Valduga¹⁰

¹ Mestre em Engenharia de Alimentos/Química Industrial. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: patibeal@hotmail.com

²Professor /Pesquisador. Senai, Chapeco-SC, Brasil. Email: andreiafaion@hotmail.com

³ Professor/Pesquisador. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, Brasil. Email: cijoale@gmail.com

⁴ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: cansian@uricer.edu.br

⁵ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: alice@uricer.edu.br

⁶ Professor/Pesquisador. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-RS, Brasil. Email: debora@enq.ufsc.br

⁷ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: clarices@uricer.edu.br

⁸ Bolsista /Mestranda. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: brunnaputon@hotmail.com

⁹Estudante de Graduação. Ciências Biológicas. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: emanuelbertol3@gmail.com

¹⁰ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: veunice@uricer.edu.br

Abstract: This work aim to evaluate the effects from mate leaves extract on the oxidative stability (lipid and protein) of Italian-type sausages. The different Italian-type sausages formulations tested in this work were in agreement with the legislation in terms of chemical parameters. During storage, the formulation with 0.4 wt% of mate leaves extract presented lower thiobarbituric acid reactive substances and carbonyl values compared with the control, proving the antioxidant action of the extract. Thus, the extract contribute to preserve the Italian-type sausage characteristics.

Keywords: sausage. natural antioxidant. mate leaves extract. *Ilex paraguariensis*.

Introduction

A recent tendency in food industries is related to the development of functional products and the replacement of synthetic by natural ingredients (Michida et al. 2006). Food containing high concentrations of prooxidant substances (such as transition metal and heme protein) and polyunsaturated fatty acids can be easily attacked by free radicals leading to the oxidation process. This may cause rancidity, decreasing both acceptability and nutritional value of the product. Lipid peroxidation causes degradation of polyunsaturated fatty acids and generation of residual products, such as malonaldehyde (MA) and lipid derived volatiles, which may lead to sensory and nutritional deterioration (Gray et al. 1996).

Antioxidant properties of different plant extracts have been analysed for this purpose including sage (*Salvia officinalis*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), oregano (*Origanum onites*) and many others (Estevez et al. 2007; Hernandez-Hernandez et al. 2009). Dried mate leaves (*Ilex paraguariensis*), a native South infusion rich in phenolic acids (Bastos et al. 2007) and have shown in vitro and in vivo antioxidant activity besides other pharmacological properties.

Recently, the mate leaves extract was investigated as a potential antioxidant agent in food products. The addition of the ethanolic extract of mate leaves to pork and back fat from pig salamis

(5 ml/kg) lowered the thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) values (1.75 mg of MA/kg of sample) and volatile compounds derived from lipids (Campos et al. 2007).

The objective of this work is to evaluate the effects of extract from mate leaves on the oxidative stability (lipid and protein) of different formulations of Italian-type sausage.

Methodology

Extract of mate leaves

Leaves of small branches (6 months) of mate tea (*I. paraguariensis*) were collected by a homogeneous cultivation. Later, leaves were pre-macerated by distribution in white cloth and twisted in opposite directions for 5 min at 18 – 20°C. The leaves were then placed in trays and kept in maturation chambers (Menoncin, Brazil) at 48°C and relative moisture of 96% for 6 h without luminosity. Later, samples were desiccated in an oven with air circulation (Marconi, Brazil) at 30°C for 20 h. The extraction of soluble compounds was carried out by percolation of solvent in batch mode – Bialetti (350 ml water and 24 g of mate leaves at 96°C). The extract was dried by atomization (LabPlant SD-05 Spray drying) using air temperature of 190°C, air rate of 47 m³/h and extract inlet rate of 600 ml/h. The dried extract was stored in amber flasks hermetically closed until the moment of use.

Antioxidant activity of the extract

The antiradical activity (AA) in vitro of extract was evaluated by free radical 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazil (DPPH) method. The AA was correlated with the antioxidant activity. The methodology was based on the measurement of extinction of absorption of free radical DPPH related to solutions containing different concentrations of extract (2.5, 3.75, 5.0, 7.5, 10, 12.5, 15, 17.5 and 20 mg/ml) in ethanol. The scavenging percentage of radical DPPH was calculated in terms of the percentage of AA (AA%). A spectrophotometer was used (Agilent Technologies, model 8453E) and the readings were carried out at 515 nm. The concentration of essential oil was calculated through regression analysis to scavenge 50% of radical DPPH, which corresponded to the efficient concentration or inhibitory concentration (IC₅₀).

Formulation and maturation of Italian-type sausage

The formulation designed as 'control' (Treatment 1) was elaborated using the following ingredients: pork meat (550 g/kg), bovine meat (280 g/kg), lard (94.8 g/kg), salt (25 g/kg of meat), sucrose (10 g/kg of meat), nitrite and nitrate (0.3 g/kg of meat), white pepper (0.6 g/kg of meat), black pepper (0.5 g/kg of meat), starter culture (0.25 g/kg of meat) and other spices (38.5 g/kg of meat). Other tested formulations used 0.3 wt% of mate leaves extract (Treatment 2), 0.4 wt% of mate leaves extract (Treatment 3) and 0.2 wt% of sodium erythorbate (Treatment 4).

Initially, pork and bovine meats were kept under refrigeration (4°C) for 24 h. The meat mixture was prepared by grinding the meat (disc of 10 mm for pork meat and 5 mm for bovine meat) and slicing the lard (cubes of approximately 1 cm³), and the ingredients were then mixed (Frigomaq, Brazil). The lyophilized starter culture (Combistart 1505) composed of *Staphylococcus carnosus* and *Lactobacillus pentosus* was prepared 30 min before the addition to the mixture (2 ml of distilled water/kg of meat at 20°C), following a standard procedure described by Terra et al. (2004).

The mixture was drawn in collagen sausage casings of 60 mm of diameter. Before this procedure, the collagen casing was hydrated in solution of water and salt (10% m/v). After this, samples were subjected to a bath of starter *Penicillium nalgiovense* (1 g/l) and then transferred to a chamber with control of temperature and RM.

The samples of Italian-type sausage were stored in maturation chamber (Menoncin) with control of temperature and RM. The experimental conditions used in the maturation chamber during the

processing were 25°C/95% RM (1st day), 24°C/92% RM (2nd day), 23°C/89% RM (3rd day), 22°C/86% RM (4th day), 21°C/83% RM (5th day), 20°C/80% RM (6th day), 19°C/80% RM (7th to 20th day) and 18°C/75% RM (21 days of storage) when the *A_w* reached values of about 0.79 (Terra et al. 2004). Later, the products were vacuum packed (2400 mmHg, Selovac, Brazil) and stored in an ambience free of luminosity and temperature of 18°C.

Lipid oxidation was measured by a spectrophotometer (Perkin Elmer model Lambda EZ150) at 531 nm using a standard curve with TEP (1×10^{28} to 1×10^{27} mol/ml) with TBARS following the methodology proposed by Raharjo et al. (1992). Results were expressed in mg MA/kg of product.

Protein oxidation (carbonyl) was measured by the assessment of carbonyl groups formed during the experiment using the methodology proposed by Levine et al. (1990) with slight modifications. The concentration of protein was also measured using the same spectrophotometer at 280 nm with hydrochloric acid as control and bovine serum albumin in 6 M guanidine as standard. Carbonyl concentration in the treated sample was measured with 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH) incorporated on the basis of molar absorption coefficient of 21.0 nM/cm at 370 nm of protein hydrazones. Results were expressed as nmol of DNPH per milligram of protein.

Statistical analysis

The results obtained in each analysis described previously were treated by analysis of variance followed by Tukey's post-hoc test, using the software Statistica 5.0 (Statsoft, Tulsa, OK, USA). All analyses were performed considering a 95% confidence level ($p < 0.05$).

Results and discussion

In vitro antioxidant activity of mate leaves

The in vitro antioxidant activity of the mate leaves extract increased with the extract concentration, reaching 95.7% of activity for concentration of 500 mg/ml, giving an IC_{50} value of 157.8 mg/ml, corresponding to the concentration of the extract necessary to present 50% of the antioxidant activity.

The mate tea leaves present high content of flavonoids and caffeoyl derivatives, responsible for their antioxidant properties. The presence of rutin, quercetin and canferol can also contribute to these properties (Padilha, 2007). In spite of these aspects, several authors have studied the needs of a significant enhancement of the extract concentration for use directly in food products, compared with the in vitro determination (100 times, in some cases). In this sense, the sensory evaluation generally limits the concentration of extract in the product (Holley and Patel 2005). Taking into account the high in vitro antioxidant activity of mate leaves extract, in this work we have tested extracts concentration corresponding to 20 and 25 times the experimental IC_{50} value.

Table 1 presents the lipid and protein oxidation for the different formulations of Italian-type sausages during the maturation period at controlled temperature and RM (21 days) and after packing under vacuum (60 days). The TBARS values of the formulations containing 0.3 and 0.4 wt% of mate extracts differed statistically ($p < 0.05$) from the formulation control (without addition of antioxidant) until 21 days. However, after 60 days of storage, Treatment 2 did not differ ($p > 0.05$) the formulation control. The addition of 0.4 wt% of mate extract presented an antioxidant effect compared with the formulation control.

Several works from the literature relates the correlation between the TBARS values and the sensory characteristics of the product. Ahmad and Srivastava (2007) did not verify rancid flavour in meat samples with TBARS values from 0.5 to 1.0 mg MDA/kg of product. The same behaviour was observed in this study, as will be presented further (**Table 1**), where no rancid flavour was observed in all formulations of Italian-type sausage during 60 days of storage.

Table 1. Lipid and protein oxidation of the different formulations of Italian-type sausages during the storage period.

Treatment	0 day	7 days	21 days	60 days
Lipid oxidation (mg of MDA/kg of sample)				
Control	0.14 $\wedge$ 0.020 ^{aD}	0.527 $\wedge$ 0.010 ^{aC}	0.610 $\wedge$ 0.110 ^{bB}	0.730 $\wedge$ 0.040 ^{aA}
0.3% of extract	0.023 $\wedge$ 0.010 ^{bC}	0.317 $\wedge$ 0.020 ^{bB}	0.670 $\wedge$ 0.080 ^{aA}	0.690 $\wedge$ 0.050 ^{aA}
0.4% of extract	0.031 $\wedge$ 0.080 ^{bD}	0.393 $\wedge$ 0.020 ^{bC}	0.430 $\wedge$ 0.040 ^{cB}	0.490 $\wedge$ 0.020 ^{bA}
Erythorbate	0.058 $\wedge$ 0.010 ^{bD}	0.279 $\wedge$ 0.010 ^{cC}	0.280 $\wedge$ 0.060 ^{dB}	0.350 $\wedge$ 0.120 ^{cA}
Protein oxidation (nmol of carbonyl/mg of protein)				
Control	4.90 $\wedge$ 0.020 ^{aC}	—	6.24 $\wedge$ 0.020 ^{aB}	8.37 $\wedge$ 0.01 ^{aA}
0.3% of extract	3.73 $\wedge$ 0.010 ^{bC}	—	5.12 $\wedge$ 0.010 ^{bB}	6.95 $\wedge$ 0.020 ^{bA}
0.4% of extract	3.28 $\wedge$ 0.010 ^{bC}	—	4.43 $\wedge$ 0.010 ^{cB}	4.69 $\wedge$ 0.020 ^{cA}
Erythorbate	2.01 $\wedge$ 0.010 ^{cC}	—	4.14 $\wedge$ 0.020 ^{cB}	4.99 $\wedge$ 0.010 ^{cA}

Note: Mean $\wedge$ SD followed by equal letters lower/uppercases on columns/lines does not differ at a confidence level of 5% (Tukey's test).

The carbonyl indexes after formulation were 3.73 and 3.20 nmol carbonyl/mg protein for treatment with 0.3 and 0.4 wt% of mate leaves extract, respectively. The formulation control differed significantly ($p < 0.05$) from the formulation with the addition of artificial antioxidant, with carbonyl values of 4.90 and 2.01 nmol carbonyl/mg protein, respectively. In general, one can verify that all formulations presented similar behaviour, showing a significant increase after 21 days of storage. Treatments 3 and 4 did not present significant difference ($p < 0.05$) after 21 days. A possible explanation for this behaviour can be related to the lipid oxidation associated to the Maillard reaction. Howell et al. (2001) showed that the protein oxidation is linked to the lipid oxidation in meat products.

Conclusions

The different Italian-type sausages formulations tested in this work were in agreement with the legislation in terms of chemical parameters. During the storage, the formulation with 0.4 wt% of mate leaves extract presented lower TBARS and carbonyl values compared with the control, proving the antioxidant action of the extract.

Acknowledgement

At URI Erechim for the estructure for development of this research.

References

- AHMAD, S.; SRIVASTAVA, P.K. Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat. *Meat Science*, v.75, p.603– 609, 2007.
- BASTOS, D.H.M.; OLIVEIRA, D.M.; MATSUMOTO, R.L.T.; CARVALHO, P.O.; RIBEIRO, M.L. Yerba mate: pharmacological properties, research and biotechnology. *Medicinal Aromatic Plant Science Biotechnology*, v. 1, p. 7 – 46, 2007.
- CAMPOS, R.M.L.; HIERRO, E.; ORDONEZ, J.A.; BERTOL, T.M.; TERRA, N.N.; DE LA HOZ, L. Fatty acid and volatile compounds from salami manufactured with yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract and pork back fat and meat from pigs fed on diets with partial replacement of maize with rice bran. *Food Chemistry*, v. 103, p. 1159– 1167, 2007.
- ESTEVEZ, M.; RAMIREZ, R.; VENTANAS, S.; CAVA, R. Sage and rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pate. *Food Science Technology*, v. 40, p.58– 65, 2007.

- FERNANDEZ, M.; ORDONEZ, J.A.; BRUNA, J.M.; HERRANZ, B.; DE LA HOZ, L. Accelerated ripening of dry fermented sausages. *Trends Food Science and Technology*, v. 11, p.201– 209, 2000.
- GRAY, J.I.; GOMAA, E.A.; BUCKLEY, D.J. Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, v. 43, p.111– 123, 1996.
- HOLLEY, R.; PATEL, D. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, v. 22, p. 273– 292, 2005.
- HOWELL, N.K.; HERMAN, H.; LI-CHAN, E.C.Y. Elucidation of protein-lipid interactions in lysozyme – corn oil system by fourier transform raman spectroscopy. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v. 9, p.1529-33, 2001.
- MICHIDA, H.; TAMALAMPUDI, S.; PANDIELLA, S.S.; WEBB, C.; FUKUDA, H.; KONDO, A. Effect of cereal extracts and cereal fiber on viability of *Lactobacillus plantarum* under gastrointestinal tract conditions. *Biochemical Engineering Journal*, v. 28, p.73– 78, 2006.
- PADILHA, A.D.G. Antioxidante natural na conservação de carne de frango in vivo. Dissertation (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2007. 97 p.
- TERRA, A.B.M.; FRIES, L.M.; TERRA, N.N. Particularidades na fabricação de salame. São Paulo: Editora Livraria Varela. 2004.

UTILIZAÇÃO DE ATMOSFERA MODIFICADA EM ERVA-MATE

Eunice Valduga¹; Monica S. Sordi³; Gisele Javornik⁴; Sergio Mosele⁵; Alexander Junges⁶; Clarice Steffens⁷; Daiane Alice Ferreira⁸; Bruna M. S. Puton⁹; Daiton F. Rezende¹⁰

¹ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: veunice@uricer.edu.br

² Bolsista /Mestranda. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: carolinae.oro@hotmail.com

³ Engenheira de Alimentos. Email: claristeffens@yahoo.com.br

⁴ Bolsista /Doutoranda. Universidade Federal de Santa Catarina, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: mdiluccio@gmail.com

⁵ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: mossele@uricer.edu.br

⁶ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: junges@uricer.edu.br

⁷ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: clarices@uricer.edu.br

⁸ Estudante de Graduação. Ciências Biológicas. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: valice@uricer.edu.br

⁹ Bolsista /Mestranda. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: brunnaputon@hotmail.com

¹⁰ Engenheiro Químico. Email: cansian@uricer.edu.br

Resumo: Neste trabalho avaliou-se condições de atmosfera modificada (dióxido de carbono, ar úmido e ar sintético), da pressão interna e tempo (0, 60, 120 e 240 dias) da erva-mate armazenada em embalagem multicamada (poliéster/poliéster metalizado/polietileno). Durante o armazenamento acompanhou-se as características de cor (índice “a” - verde e “b” - amarela) e organolépticas (cor verde e sabor global) do produto. O tempo de armazenamento mostrou-se o fator mais importante na degradação nos índices de cor verde e amarela. O produto armazenado em maior nível de vácuo apresentou menor diminuição nos índices de cor. Muito embora a atmosfera não tenha se mostrado um fator com importante influência na conservação da cor verde. Uma pequena melhoria foi observada ao passar-se de uma atmosfera de Ar Úmido para uma atmosfera de Dióxido de Carbono. Para a coloração amarela, nenhum efeito da atmosfera foi observado. A análise sensorial da cor verde, é concordante com a análise físico-química, revelando que o tempo de armazenamento é o fator que interferiu significativamente ($p < 0,05$), indicando que ocorre um decréscimo após 60 ° dias de armazenagem. Na avaliação do sabor global, observou-se que nenhum dos fatores avaliados tem efeitos significativos nesta resposta. Deste modo, constata-se que o emprego de atmosfera modificada com vácuo ocasionou melhorias nas características de qualidade da erva-mate (chimarrão).

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Embalagem. Vácuo. vida útil.

Introdução

As indústrias ervateiras procuram garantir que o produto seja de qualidade aceitável e, por isso, métodos de conservação de alimentos que proporcionem aumento da sua validade comercial, diminuindo perdas com sua deterioração e facilitam a comercialização são importantes.

Na embalagem com atmosfera modificada o ar no interior do envase é removido e substituído por um gás, ou mistura de gases. Durante todo o período de armazenamento a atmosfera gasosa se altera continuamente graças à influência de diversos fatores, como a respiração do produto envasado, mudanças bioquímicas e a lenta difusão dos gases através do alimento (Mantilla et al. 2010).

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos do nível de vácuo, do tipo de atmosfera (ar seco, ar úmido e dióxido de carbono – CO₂) e do tempo de armazenamento (0,60, 120

e 240 dias) de erva-mate nas características físico-químicas de coloração e sensoriais (coloração verde e sabor global), respectivamente.

Metodologia

Coleta e preparo das amostras

As amostras de erva-mate beneficiada, tipo PN1 (chimarrão), foram adquiridas numa Indústria Ervateira da região do Alto Uruguia do RS.. As mesmas foram acondicionadas em embalagem multicamada (poliéster/poliéster metalizado/polietileno), sendo que as condições de atmosfera em contato direto com o produto foram alteradas, manipulando-se a pressão interna em dois níveis (P1 e P2) e o tipo de atmosfera em três níveis (CO₂, ar úmido - AU e ar sintético - AS). O tempo de armazenagem foi avaliado em quatro níveis distintos: 0, 60, 120 e 240 dias. Os ensaios foram projetados com base em técnicas de planejamentos fatoriais, segundo procedimentos descritos por Bruns, *et al.*(1995).

Determinação físico-química da Cor

Determinação da cor CIELab pelo colorímetro Color Eye 2020, em *software* COMCOR 1500 Plus, marca Macbeth. Avaliou-se 30 g de amostra compactada em cápsula de vidro, com a leitura a 10° de observação, configuração DREOL, obtendo-se os valores dos índices “L” (brancura e/ou luminosidade), “a” (verde) e o “b” (amarelo), respectivamente.

Avaliação das Características Organolépticas

As avaliações das características organolépticas (cor verde e sabor global) foram avaliadas pelo Método de Controle de diferença, constituído de 09 pontos (01- extremamente pior que o padrão; 05 – Igual ao padrão e 09 – extremamente melhor que o padrão, sendo o padrão a amostra com 0° dia de armazenagem), conforme metodologia descrita por Faria e Yotsuyanagi (2002).

A equipe que participou do painel sensorial foi constituída de provadores selecionados, de ambos os sexos, com 20 a 30 pessoas, com idade variando de 20 a 40 anos. Os provadores foram selecionados em função do consumo do produto (chimarrão), disponibilidade, interesse em participar do teste e avaliação de testes de acuidade sensorial.

Para avaliação sensorial do sabor global, os provadores receberam recipientes (“cuias”) de cristal com codificação balanceada, capacidade total de 300 mL, com 100 g de amostras de erva-mate, juntamente recipiente herméticas com água à 70°C, para o preparo da bebida (chimarrão) e as fichas de avaliação, neste caso, utilizou-se cabines individuais com auxílio de luzes coloridas. Para avaliação da cor verde, distribuiu-se as amostras erva-mate em placas de petry codificadas, juntamente com as fichas de avaliação em sala com iluminação natural e luz fluorescente.

Análise estatística

Considerando-se que os experimentos não foram repetidos empregaram-se gráficos normais na análise da significância dos efeitos. Nestas construções gráficas são desprezados os efeitos que se situam sobre uma reta passando pelo ponto de média nula para o efeito e probabilidade acumulada de 0,5. Nas avaliações sensoriais efetuou-se análise de variância (ANOVA) e teste de média Tukey e Dunnett, para comparação entre as médias à nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Efeitos dos fatores na coloração verde e amarela da erva-mate

Nas **Figuras 1a e 1b** encontram-se os valores de Índice de cor verde (“a”) e amarela (“b”) das amostras de erva-mate, armazenadas por um período de 0, 120 e 240 dias em embalagem multicamada, sob diferentes níveis de vácuo (P1 e P2) e atmosfera modificada (CO₂; AU: ar úmido e AS: ar sintético), respectivamente. Observou-se que o produto armazenado em embalagem com vácuo superior (P2) mostrou um desempenho melhor que o vácuo inferior (P1) em relação à degradação dos pigmentos da cor verde e amarela, aos 120 e 240 dias de armazenagem da erva-mate, respectivamente.

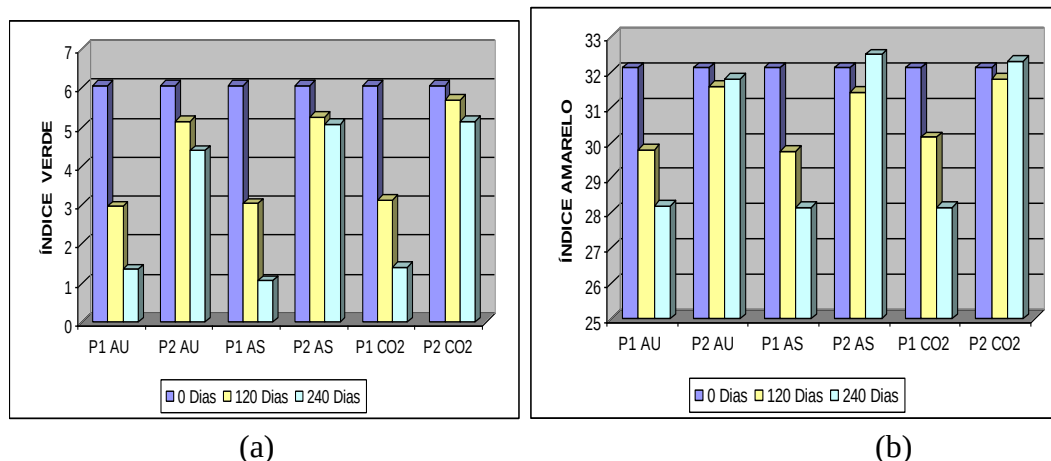


Figura 1. Índice CIELab “-a” para cor verde (a) e “b” para a cor amarela (b) de amostras de erva-mate, em diferentes períodos de armazenagem em embalagem multicamada, sob diferentes níveis de vácuo (P1 e P2) e atmosfera modificada (CO₂; AU: ar úmido e AS: ar sintético).

A **Figura 2** mostra os efeitos principais do vácuo, da atmosfera e do tempo na coloração verde da erva-mate aos 120 e 240 dias armazenagem, em função dos níveis inferior (P1) e superior (P2) da atmosfera envolvendo o produto, respectivamente. A depender da variação de níveis empregada para avaliar-se o efeito da atmosfera, o efeito do vácuo variou de 1,10 a 1,20 aos 120 dias e 1,765 a 1,9375 aos 240 dias, enquanto que o erro na avaliação desse efeito com grau de confiança de 99% situa-se abaixo de 0,15, respectivamente. Os valores positivos obtidos para os efeitos indicam que ao sair do nível inferior de vácuo, para o nível superior têm-se ganhos no índice de coloração expressa em valores absoluta.

Os efeitos da atmosfera envolvendo o produto, na coloração verde, variaram entre 0,04 e 0,18 aos 120 dias (**Figura 2a**) e 0,095 e 0,1975 (**Figura 2b**) aos 240 dias, enquanto que o erro na avaliação dos mesmos, com grau de confiança de 99%, situou-se abaixo de 0,15, respectivamente. Em consequência, pode-se dizer que as atmosferas estudadas apresentam desempenho semelhante na manutenção da cor verde. Porém uma discreta melhoria é observada ao passar-se de uma atmosfera com Ar Úmido para uma atmosfera com CO₂.

Os efeitos de um período de 120 e 240 dias de armazenamento da erva-mate, variaram de -1,78 a -1,95 e - 2,8925 a - 3,09, respectivamente. Demonstrando que o tempo, leva à degradação da cor verde. Para todas as variações de atmosfera, os efeitos do tempo apresentam valores significativos quando comparados ao erro experimental (grau de confiança de 99%) e negativos. O sinal negativo mostra que ao sair-se do nível inferior de tempo (0 dia) para o nível superior (240 dias) têm-se uns decréscimos, em valor absolutos, no índice de cor verde.

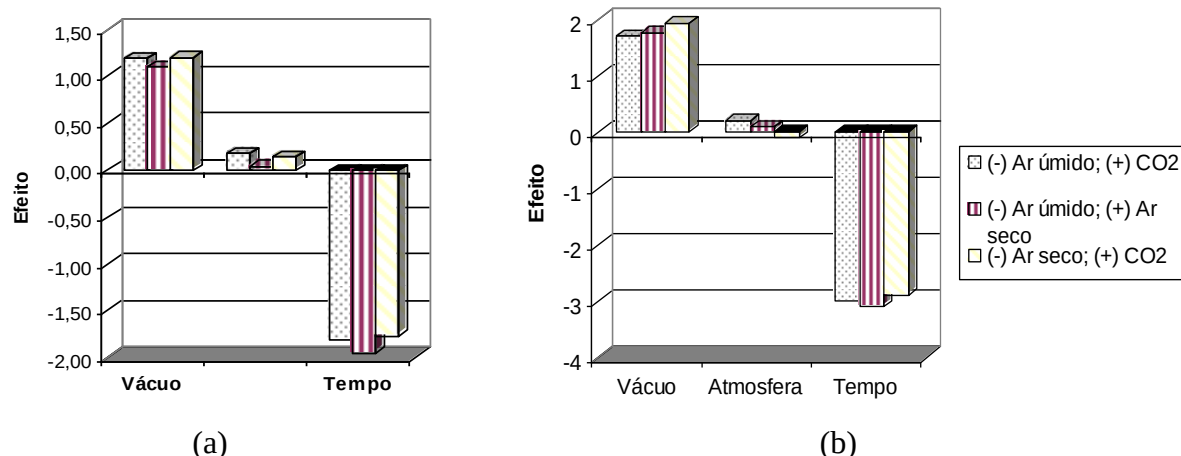


Figura 2. Efeitos do vácuo, da atmosfera e do tempo na coloração verde da erva-mate aos 120 (a) e 240 (b) dias de armazenagem, em função dos níveis inferior e superior de atmosfera.

A **Figura 3** mostra como varia o efeito do vácuo no índice de cor amarela e verde aos 120 e 240 dias de armazenagem da erva-mate, respectivamente. Observou-se que ao alterar-se o nível de atmosfera, esse efeito variou de 0,84 a 0,87 aos 120 dias e 1,99 a 2,12 aos 240 dias, mostrando-se sempre positivo e superior ao erro experimental (0,25), para um grau de confiança de 99%. Os valores positivos mostram que ao sair do nível inferior de vácuo para o nível superior têm-se uns incrementos, em valor absolutos, no índice de coloração amarelo.

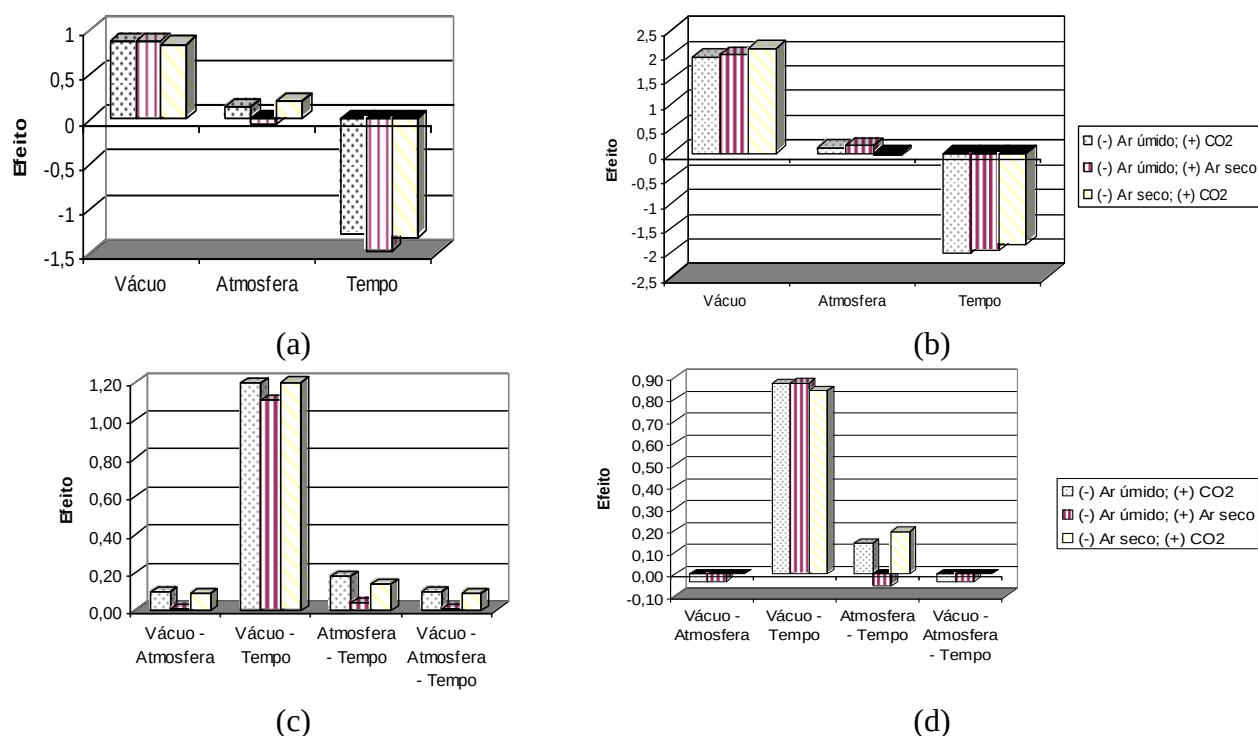


Figura 3. Efeitos do vácuo, da atmosfera e do tempo na coloração amarela (a-b) e verde (c-d) da erva-mate aos 120 (a-c) e 240 (b-d) dias de armazenagem, em função dos níveis inferior e superior de atmosfera.

A mudança de atmosfera, envolvendo erva-mate, não interferiu no índice de coloração amarela. Os efeitos da atmosfera situam-se na faixa de -0,05 a -0,19 (**Figura 3a**) e 0,16 a - 0,04 (**Figura 3b**), sendo, portanto não significativos já que o erro experimental, com um grau de confiança de 99% (0,25).

Os efeitos do tempo na coloração amarela, em função da variação de níveis de atmosfera. Tais efeitos mostraram-se sempre significativos, já que em valor absolutos superam o erro experimental. Estes efeitos são também sempre negativos, indicando que a decorrência do tempo leva à deterioração da cor amarela, nas condições em que os experimentos foram conduzidos.

Na **Figuras 3 (c-d)** encontram-se os valores para as seguintes interações ente os fatores: vácuo-atmosfera; vácuo-tempo; atmosfera-tempo; vácuo-atmosfera-tempo, para as colorações verde e amarela aos 240 dias de armazenamento, respectivamente. Observou-se que a única interação significativa é aquela entre o nível de vácuo e o tempo de armazenamento, pois as demais interações ficaram abaixo dos erros experimentais calculados. A existência desta interação mostra que o nível de vácuo interfere no efeito principal do tempo de armazenamento. Isto indica que ao aumentar-se o nível de vácuo ter-se-á um menor efeito do tempo nas colorações.

Avaliação das características organolépticas

A análise visual da cor verde), mediante teste de diferença de controle, revelou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras armazenadas em atmosfera com Ar Úmido (AU), Ar Sintético (AS) e CO₂ aos 60 dias de armazenagem. A amostra armazenada em atmosfera com vácuo inferior (P1) diferiu da amostra padrão (0 dia de armazenagem). Em atmosfera de ar úmido com nível intermediário de vácuo (P2) aos 240 dias de armazenagem foi detectada diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparada a amostra ao 0º dia de armazenagem. A análise sensorial da cor, via de regra, é concordante com a análise físico-química, revelando que o tempo de armazenamento e nível de vácuo são os fatores que interferem significativamente neste parâmetro.

A análise sensorial do sabor global não indicou diferença significativa entre as amostras armazenadas em atmosfera com Ar Úmido (AU), Ar Seco (AS) e CO₂ aos 240 dias de armazenagem quando comparadas com a amostra recentemente armazenada (padrão), indicando que nenhum dos fatores avaliados tem efeito significativo nesta resposta.

Conclusões

Uma discreta melhoria na conservação da cor verde foi observada ao passar-se de uma atmosfera de Ar Úmido para uma atmosfera de CO₂. Entretanto, para a coloração amarela, a mudança do tipo de atmosfera não influenciou nas colorações da erva-mate.

A análise sensorial da cor verde, é concordante com a análise físico-química, revelando que o tempo de armazenamento é o fator que interferiu significativamente ($p < 0,05$), indicando que ocorre um decréscimo após 60 ° dias de armazenagem. Na avaliação do sabor global, observou-se que nenhum dos fatores avaliados tem efeitos significativos nesta resposta.

Agradecimentos

O trabalho foi viabilizado com a parceria da Industria Ervateira, Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul através da FAPERGS e do Pólo de Inovação Tecnológica do Norte do RS e da URI Erechim.

Referências Bibliográficas

- BRUNS, R.E; NETO, B.B.; SCARMINIO, I.S. Planejamento e otimização de experimentos. Editora da UNICAMP. 2ª edição. São Paulo, 1995.
- RUCKER, A.; N. G. A cor no controle de Qualidade em Erva-mate - *Ilex paraguayensis* A. St. Hill. In: II Congresso Sul-americano da erva-mate, III Reunião Técnica da Erva-mate, p. 97-98, Encantado, Anais... Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000.

- FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. Técnicas de Análise Sensorial. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. 116p.
- MANTILLA, S.P.S.; MANO, S.B. VITAL, H.C.; FRANCO, R.M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. Revista Academia de Ciências Agrárias Ambientais, v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010.
- SCHMALKO, M., E.; ALZAMORA, S. M. Color, Chlorophyll, Caffeine, and water content variation during yerba mate processing, Drying Technology, v.19, 599-610, 2001.

DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE LIGHT COM EXTRATO DE ERVA-MATE

Daiane Preci¹; Carolina E. D. Oro²; Alexandre J. Cichoski³; Alice T. Valduga⁴; Geciane Toniazzi⁵; Alexander Junges⁶; Clarice Steffens⁷; Eunice Valduga⁸; Rogerio L. Cansian⁹

¹Bolsista /Doutoranda. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: daiapreci@yahoo.com.br

² Bolsista /Mestranda. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: carolinae.oro@hotmail.com

³Professor/Pesquisador. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, Brasil. Email: cijoeale@gmail.com

⁴ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: alice@uricer.edu.br

⁵ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: gtoniazzi@uricer.edu.br

⁶Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: junges@uricer.edu.br

⁷Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: clarices@uricer.edu.br

⁸ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: veunice@uricer.edu.br

⁹Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: cansian@uricer.edu.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do extrato de erva-mate como antioxidante em iogurte light. Também foi avaliado o comportamento dos iogurtes formulados durante a vida de prateleira. Observou-se que o percentual antioxidante atingiu 99,5% de atividade antioxidante para a concentração $750\mu\text{g mL}^{-1}$ e forneceu um IC_{50} (metade do índice de inibição máxima) de $254,8\mu\text{g mL}^{-1}$. No 60º dia de armazenamento sob refrigeração, os iogurtes com 0,1% de extrato e ambos com 0,25% de extrato de erva mate apresentaram diferença em relação às duas formulações que não receberam a adição de extrato, de forma a apresentarem os menores valores de mg de MA/kg (malonaldeído) de amostra. A presença de extrato de erva mate não influenciou significativamente na oxidação de proteínas.

Palavras-chave: antioxidante natural. vida de prateleira. atividade antioxidante.

Introdução

Uma substância antioxidante é um composto ou substância química que inibe a oxidação ou qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada a do substrato oxidável, diminui ou inibe significativamente a oxidação do mesmo. Em geral, existem duas categorias básicas de antioxidantes: os naturais e os sintéticos.

Alimentos que possuem lipídios em sua composição estão sujeitos à reação de rancificação. Esta é uma das reações mais importantes de deterioração da qualidade dos alimentos, alterando diversas propriedades, provocando formação de odores e sabores desagradáveis, perdas vitamínicas, destruição dos ácidos graxos, pigmentos e proteínas, características que contribuem para a depreciação do produto (Brasil, 2002). A preocupação constante de proporcionar aos consumidores produtos de alta qualidade requer a adoção de algumas medidas a fim de limitar o fenômeno de oxidação durante as etapas de processamento e armazenamento dos produtos, como a adição de compostos antioxidantes nos alimentos (Miranda e Fraga, 2006). Segundo os mesmos autores, isso vem estimulando a pesquisa de novos compostos com capacidade antioxidante.

Neste contexto de inovação, aliada à nova tendência do aumento do consumo de alimentos saudáveis, o presente trabalho teve por objetivo reunir, em um único produto de grande aceitação e

consumo, os benefícios da presença de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) em iogurte light, avaliando a atividade antioxidante neste produto.

Metodologia

Obtenção do Extrato de Erva-Mate

As folhas de erva-mate foram colhidas de um cultivo homogêneo de produção a pleno sol, localizado no interior do município de Barão de Cotegipe – RS, Brasil, sob as coordenadas 27° 37' 15" S, 52° 22' 47" W e 765m de altitude. As folhas foram sapecadas (180°C/5 minutos a 60rpm) e posteriormente secas a 70°C/90 min para obtenção do parâmetro de comercialização de umidade inferior a 5%. O sapeco é o processo em que as folhas recebem um choque térmico, através de chama direta, causando a inativação das enzimas oxidantes (peroxidase e polifenoloxidase). Nesse processo, além da pré-secagem, ocorre também o fracionamento inicial da erva-mate.

A extração de solúveis da erva-mate, após sua trituração, foi realizada pelo método de percolação de água a 96°C. Por fim, o extrato solúvel da erva-mate foi submetido à secagem efetuada através do secador por atomização ("spray-drying") Lab Plant SD-05 a 190°C. O extrato atomizado foi acondicionado em recipientes de vidro âmbar hermeticamente fechados sob refrigeração até o momento da adição no iogurte e análise de atividade antioxidante in vitro.

Atividade Antioxidante in vitro

A metodologia utilizada para determinação da atividade antioxidante foi fundamentada na medida da extinção da absorção do radical Difenilpicrilhidrazina (DPPH) em 515nm. A determinação da atividade antioxidante foi realizada em triplicata, por método espectrofotométrico (Agilent Technologies, model 8453E). A técnica consistiu na incubação por 10 min, de 500µL de uma solução etanólica de DPPH 0,1mM com 500µL de soluções contendo concentrações crescentes de extrato de erva-mate em etanol. Procedeu-se da mesma forma para a preparação da solução denominada "controle", porém substituindo 500µL da amostra por 500µL de solvente etanol. Para o branco foi utilizado o etanol como solvente. O percentual de captação do radical DPPH foi calculado em termos da porcentagem de atividade antioxidante (AA%), conforme a Equação 1 abaixo:

$$AA\% = 100 - \left\{ \left[\frac{(\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{controle}})}{\text{Abs}_{\text{controle}}} \right] \times 100 \right\} \quad \text{Equação 1}$$

Elaboração do Iogurte

O iogurte foi elaborado com leite pasteurizado com 2,5% de gordura adicionado de 6% de açúcar, 2% de leite em pó, 0,2% de gelatina (Gelita - Gel-Lac, Brasil) pré-misturada ao leite em pó, 0,3% de fibra alimentar de trigo (Vitacel - WF 600, Brasil), 0,1% de sorbato de potássio e 0,004% das culturas comerciais.

A cultura lática utilizada para o processamento dos iogurtes tradicionais continha cepas de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. A cultura lática liofilizada (Germinal, Brasil) apresenta denominação comercial 70075-Cultura Driset Yogurt 438, na forma de pó, parâmetros de incubação de 32 – 44°C por 4–12 h.

Para o processamento dos iogurtes com probióticos, utilizou-se a cultura lática contendo cepas de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* spp. A cultura lática liofilizada (Germinal, Brasil) apresenta denominação comercial 70780 – Dairy Start BioFlora ABY 438 – 500LU, na forma de pó, alta viscosidade, parâmetros de incubação de 35°C por 4 h. Conforme cada formulação, as diferentes concentrações de extrato (0,125 e 0,25%) foram adicionadas no leite antes da fermentação e homogeneizadas e, com isso, os iogurtes foram armazenados a 15°C durante 1 h. Posteriormente, procedeu-se o envasamento em potes plásticos, com capacidade de 250mL e armazenou-se a 5°C durante 60 dias.

Foram elaborados 6 tipos de iogurtes:

- A) Iogurte com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, sem extrato de erva-mate;
- B) Iogurte com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, com 0,1% de extrato de erva-mate;
- C) Iogurte com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, com 0,25% de extrato de erva-mate;
- D) Iogurte com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* e cultura probiótica (*Lactobacillus acidophilus* e *Bifodobacterium* ssp.), sem extrato de erva- mate;
- E) Iogurte com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* e cultura probiótica (*Lactobacillus acidophilus* e *Bifodobacterium* ssp.), com 0,1 % de extrato de erva-mate;
- F) Iogurte com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* e cultura probiótica (*Lactobacillus acidophilus* e *Bifodobacterium* ssp.), com 0,25% de extrato de erva-mate.

Análises Físico-Químicas e Microbiológicas

As análises físico-químicas e microbiológicas nos iogurtes foram realizadas 24 h depois de elaborados e no 15°, 30°, 45° e 60° dia de armazenamento a 8°C.

O nível de oxidação dos lipídios foi medido através do teste com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), onde o malonaldeído foi obtido da amostra pelo processo de extração. Os resultados foram expressos em mg MDA kg⁻¹ de produto.

A determinação da oxidação das proteínas foi realizada pela estimação dos grupos carbonila formados durante o experimento. 24 A concentração de proteína for avaliada espectrofotometricamente a 280nm em ácido clorídrico (HCl) utilizando albumina de soro bovino (ASB) em guanidina 6M como padrão. Os resultados foram expressos como nanomoles de DNPH por miligrama de proteína.

Os valores de HMF (5-Hidroximetilfurfural) livre e HMF total foram obtidos de acordo com Pereira et al. (1997).

Resultados e Discussão

As amostras foliares da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) foram coletadas no inverno, já que, colhidas neste período, apresentam maior efeito antioxidante. Tal efeito pode ser atribuído ao maior aporte de energia luminosa, que dentro do metabolismo vegetal é transformada em química gerando espécies reativas, que estimulariam a síntese de agentes de defesa. A faixa de concentração de 1 a 750µgmL⁻¹ de extrato foi utilizada para a determinação da atividade antioxidante, que variou entre 11,5 e 99,5%. A correlação entre a atividade antioxidante (%) e a concentração de extrato utilizado forneceu um IC₅₀ de 254,8µgmL⁻¹, ou seja, a concentração de extrato necessária para apresentar 50% de atividade antioxidante. Esta atividade antioxidante pode ser considerada boa, apresentando a mesma ordem de grandeza de atividade de extratos de diversas outras espécies.

A **Tabela 1** apresenta os valores médios de mg de malonaldeído/kg de amostra obtidos através da análise de oxidação de lipídios, onde as seis formulações de iogurtes foram avaliadas nos tempos de 0, 15, 30, 45 e 60 dias de armazenamento refrigerado.

No tempo zero, estabelecido para as análises realizadas após 24 h de armazenamento, as duas formulações de iogurte com 0,25% de extrato de erva mate, apresentaram diferença estatística (p<0,05) em relação às demais formulações, com os menores valores de mg de MA/kg de amostra (0,008 e 0,010, respectivamente). O iogurte probiótico sem extrato de erva mate no 30°, 45° e 60° dias de armazenamento teve diferença estatística em relação às de mais formulações, obtendo os maiores de valores de mg de MA/kg de amostra.

No 60º dia de armazenamento refrigerado os iogurtes com 0,1% de extrato e com 0,25% de extrato de erva mate apresentaram diferença estatística em relação às duas formulações que não receberam a adição de extrato, demonstrando os menores valores de mg de MA/kg de amostra, demonstrando a ação antioxidante da presença do extrato da erva mate no produto.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão de mg de MA/kg de amostra para as seis formulações de iogurtes durante 60 dias de armazenamento sob refrigeração.

Tipos de Iogurte	de	Dias de Armazenamento				
		0	15	30	45	60
Iogurte tradicional extrato	sem	0,020 ^{bA} ± 0,001	0,015 ^{cC} ± 0,001	0,021 ^{abB} ± 0,001	0,019 ^{bB} ± 0,001	0,024 ^{aB} ± 0,001
Iogurte probiótico extrato	sem	0,018 ^{bAB} ± 0,003	0,019 ^{bBC} ± 0,001	0,030 ^{aA} ± 0,001	0,030 ^{aA} ± 0,004	0,035 ^{aA} ± 0,003
Iogurte tradicional extrato 0,125%	com	0,015 ^{bB} ± 0,002	0,025 ^{aA} ± 0,002	0,013 ^{bCD} ± 0,005	0,008 ^{bD} ± 0,003	0,013 ^{bD} ± 0,001
Iogurte probiótico extrato 0,125%	com	0,018 ^{aAB} ± 0,001	0,019 ^{aBC} ± 0,001	0,008 ^{cD} ± 0,002	0,012 ^{bCD} ± 0,001	0,012 ^{bD} ± 0,001
Iogurte tradicional extrato 0,25%	com	0,008 ^{cC} ± 0,001	0,020 ^{aB} ± 0,001	0,021 ^{aBC} ± 0,002	0,016 ^{bBC} ± 0,001	0,016 ^{bD} ± 0,001
Iogurte probiótico extrato 0,25%	com	0,010 ^{cC} ± 0,001	0,027 ^{aA} ± 0,002	0,019 ^{bBC} ± 0,004	0,020 ^{bB} ± 0,001	0,019 ^{bC} ± 0,003

* médias ± desvio padrão das pontuações dos provadores seguidas de letras iguais minúsculas/maiúsculas nas linhas/colunas não diferem estatisticamente a nível de 5% (teste Tukey).

O valor máximo de mg MA/kg de amostra encontrado para as seis formulações de iogurte durante todo tempo de armazenamento, foi de 0,035mg de MA/kg, correspondente ao iogurte com probiótico e sem extrato de erva-mate no 60º dia de armazenamento.

Os valores médios de mmol de carbonil por mg de proteína, obtidos através da análise de oxidação de proteínas, num período de 60 dias para seis formulações de iogurtes, estão apresentados na **Tabela 2**, onde é possível verificar que a presença de extrato de erva mate não influenciou significativamente na oxidação de proteínas ($p < 0,05$).

A **Tabela 3** apresenta médias da formação do composto Hidroximetilfurfural livre (HMF-livre) e total (HMF- total), produzido através da reação de Maillard, durante os 60 dias de armazenamento sob refrigeração das seis formulações de iogurte. Observa-se que embora tenham ocorrido diferenças significativas nos valores de HMF-livre em relação aos seis tratamentos, não se pode afirmar que a presença de extrato de erva mate tenha exercido influência sobre o produto.

Quanto ao tempo de armazenamento, em geral os valores de HMF-livre apresentam tendência de aumento com o aumento do tempo de armazenamento.

Entretanto, nos 30 dias de armazenamento, os iogurtes sem extrato de erva mate apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) em relação às demais formulações que receberam a adição de extrato de erva mate e apresentaram os menores valores de HMF-total, demonstrando que a presença de extrato de erva mate influenciou no controle dos níveis de HMF-total.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão de mmol de carbonil por mg de proteína para as seis formulações de iogurtes durante 60 dias de armazenamento sob refrigeração.

Tipos de Iogurte		Dias de Armazenamento				
		0	15	30	45	60
Iogurte tradicional extrato	sem	12,25 ^{bA} ± 0,52	12,93 ^{bB} ± 1,77	22,90 ^{aBC} ± 1,79	13,23 ^{bAB} ± 1,73	9,80 ^{bB} ± 1,36
Iogurte probiótico extrato	sem	6,13 ^{bB} ± 0,64	6,64 ^{bC} ± 0,59	17,15 ^{aCD} ± 2,23	16,46 ^{aA} ± 1,04	15,15 ^{aA} ± 0,67
Iogurte tradicional extrato 0,125%	com	5,18 ^{dB} ± 0,68	20,37 ^{bA} ± 1,11	30,01 ^{aA} ± 1,88	10,84 ^{cB} ± 1,54	7,38 ^{dC} ± 0,04
Iogurte probiótico extrato 0,125%	com	9,50 ^{bcA} ± 1,89	13,06 ^{bB} ± 1,02	25,56 ^{aAB} ± 2,53	6,59 ^{cdC} ± 1,65	4,91 ^{dD} ± 0,60
Iogurte tradicional extrato 0,25%	com	11,10 ^{acA} ± 1,07	10,23 ^{bcBC} ± 2,04	11,70 ^{abDE} ± 2,99	14,96 ^{aAB} ± 0,68	2,73 ^{dE} ± 0,30
Iogurte probiótico extrato 0,25%	com	10,98 ^{bA} ± 1,42	9,96 ^{bBC} ± 1,00	10,83 ^{bE} ± 1,30	15,22 ^{aA} ± 2,12	7,38 ^{bC} ± 0,41

* médias ± desvio padrão das pontuações dos provadores seguidas de letras iguais minúsculas/maiúsculas nas linhas/colunas não diferem estatisticamente a nível de 5% (teste Tukey).

Tabela 3. HMF-livre e HMF-total (µmol/L) para as seis formulações de iogurtes durante 60 dias de armazenamento sob refrigeração.

Tipos de Iogurte *	Dias de Armazenamento									
	0		15		30		45		60	
	HMF-livre µmol/L	HMF-total µmol/L	HMF-livre µmol/L	HMF-total µmol/L	HMF-livre µmol/L	HMF-total µmol/L	HMF-livre µmol/L	HMF-total µmol/L	HMF-livre µmol/L	HMF-total µmol/L
A	56,56 ^{bA} ± 0,001	1630 ^{bD} ± 33	45,62 ^{cB} ± 0,003	1617 ^{bB} ± 26	37,29 ^{cB} ± 0,001	2181 ^{aA} ± 16	75,83 ^{aA} ± 0,003	2091 ^{aB} ± 73	76,35 ^{aA} ± 0,001	1130 ^{cB} ± 62
B	27,39 ^{bC} ± 0,004	1741 ^{bC} ± 63	25,31 ^{bC} ± 0,001	1501 ^{cC} ± 23	22,71 ^{bC} ± 0,002	2274 ^{aA} ± 21	50,31 ^{aB} ± 0,001	2341 ^{aA} ± 4	57,08 ^{aB} ± 0,002	1333 ^{dA} ± 53
C	47,19 ^{cB} ± 0,001	1741 ^{bC} ± 46	32,08 ^{dC} ± 0,001	1422 ^{cdC} ± 59	40,94 ^{cdB} ± 0,004	1555 ^{cCD} ± 52	80,00 ^{aA} ± 0,001	1899 ^{aC} ± 37	58,64 ^{bB} ± 0,002	1292 ^{dA} ± 59
D	27,92 ^{cC} ± 0,003	1469 ^{bE} ± 34	58,64 ^{bA} ± 0,003	1721 ^{aAB} ± 35	56,56 ^{bA} ± 0,003	1518 ^{bD} ± 62	78,44 ^{aA} ± 0,004	1456 ^{bD} ± 8	61,77 ^{bB} ± 0,002	1280 ^{cA} ± 45
E	19,58 ^{bcC} ± 0,002	2074 ^{aA} ± 24	11,77 ^{cD} ± 0,001	1740 ^{cA} ± 24	28,96 ^{bBC} ± 0,003	1898 ^{bB} ± 23	28,96 ^{bC} ± 0,002	1955 ^{bC} ± 38	43,54 ^{aC} ± 0,003	1274 ^{dA} ± 49
F	46,67 ^{cAB} ± 0,003	1875 ^{aB} ± 24	40,94 ^{cB} ± 0,002	1623 ^{bB} ± 54	60,21 ^{bA} ± 0,004	1626 ^{bC} ± 4	60,73 ^{bB} ± 0,003	1528 ^{cD} ± 6	85,73 ^{aA} ± 0,002	1312 ^{dA} ± 10

** médias $\pm$ desvio padrão das pontuações dos provadores seguidas de letras iguais minúsculas/maiúsculas nas linhas/colunas não diferem estatisticamente a nível de 5% (teste Tukey).

Conclusões

A realização do presente trabalho permitiu concluir que o percentual antioxidante atingiu 99,5% de atividade antioxidante para a concentração $750\mu\text{g mL}^{-1}$. Também verificou-se que o hidroximetilfurfural livre nas amostras com adição de extrato não teve influência, bem como na análise de oxidação de proteínas.

Agradecimentos

A URI Erechim pela infraestrutura para realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Instrução normativa n.51, 12 de setembro de 2002. Dispõe sobre regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite tipo A, do leite tipo B, do leite tipo C, do leite pasteurizado e do leite cru refrigerado e regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 13 de set. 2002. p. 1-12.
- MIRANDA, A.L.P.; FRAGA, C.A.M. Atividade seqüestradora de radical livre determinação do potencial antioxidante de substâncias bioativas. In: MONGE A.; GANELLIN, C. R. (Ed.) Practical studies for medicinal chemistry. North Carolina: IUPAC, 2006. 14p.
- PEREIRA, D. B. C.; SILVA, P. H. F. da; COSTA JUNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos. Juiz de Fora: Gráf. Of. Impressão, 1997. 190p.

OBTENÇÃO DE QUEIJO TIPO PRATO COM EXTRATO DE ERVA MATE

Andréia M. Faion¹; Alexandre J. Cichoski ²; Rogério L. Cansian ³; Alice T. Valduga ⁴; Débora de Oliveira ⁵; Clarice Steffens⁶; Carolina E. D. Oro⁷, Eunice Valduga⁸

¹Professor /Pesquisador. Senai, Chapeco-SC, Brasil. Email: andreiafaion@hotmail.com

² Professor/Pesquisador. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, Brasil. Email: cijoale@gmail.com

³ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: cansian@uricer.edu.br

⁴ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: alice@uricer.edu.br

⁵ Professor/Pesquisador. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-RS, Brasil. Email: debora@enq.ufsc.br

⁶ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: clarices@uricer.edu.br

⁷ Bolsista /Mestranda. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: carolinae.oro@hotmail.com

⁸ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: veunice@uricer.edu.br

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi a elaboração de queijo prato contendo culturas adjuntas (*Lactococcus Lactis* ssp. *lactis* e *cremoris*) e diferentes concentrações de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). O extrato de erva-mate foi obtido através extração (percolação) e secagem por atomização (spray-drier). No extrato avaliaram-se o teor de polifenóis totais e a atividade antioxidante. O teor de polifenóis (0,40 a 1,01 mg/gEAC) e atividade antioxidante aumentaram proporcionalmente com o aumento da concentração do extrato, sendo que a atividade antioxidante foi de 99,5% para a concentração 750 µg/mL fornecendo um IC50 de 234,48 µg mL⁻¹. Os queijos Tipo Prato após o 7º dia de armazenamento foram classificados como queijos de alta umidade. A adição do extrato de erva-mate no queijo Prato dificultou o crescimento das bactérias lácticas. Porém em relação a contagem das culturas adjuntas não se observou interferência do extrato de erva-mate no desenvolvimento desses microrganismos. Durante todo o período de armazenamento, os tratamentos que continham culturas adjuntas mistas juntamente com extrato de erva-mate e os queijos elaborados com extrato de erva-mate apresentaram diferença significativa (p<0,05) da formulação controle, em relação a oxidação lipídica de forma a apresentarem os menores valores de malonaldeído por Kg de amostra (0,031 a 0,082 mg MA/Kg), comprovando a ação antioxidante da presença do extrato da erva-mate no produto.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. antioxidante natural. cultura láctea. vida útil.

Introdução

Os antioxidantes sintéticos normalmente utilizados na indústria alimentícia podem apresentar alguns inconvenientes; estudos têm demonstrado que essas substâncias podem causar efeitos adversos em animais, como por exemplo, extensa proliferação de células no pulmão, com mudanças bioquímicas, atuando como agente promotor no desenvolvimento de adenoma (Witschi e Lock, 1978).

Vários estudos têm demonstrado a capacidade antioxidante da erva-mate in vitro e in vivo. Gugliucci e Stahl (1995) verificaram que extratos aquosos e alcoólicos de *Ilex paraguariensis* inibiram a oxidação da lipoproteína de baixa densidade “in vitro”, comparável ao ácido ascórbico. O mecanismo de ação dos antioxidantes, presentes em extratos de plantas, possui um papel importante na redução da oxidação lipídica em tecidos, vegetal e animal, pois quando incorporado na alimentação

humana não conserva apenas a qualidade do alimento, mas também reduz o risco de desenvolvimento de patologias, como arteriosclerose e câncer (Ramarathnam, Osawa e Kawakishi, 1995)

A indústria de laticínios vem destacando-se nesse novo nicho de mercado de alimentos funcionais impulsionando a expansão principalmente de iogurtes, bebidas lácteas e de bebidas a base de soja (Thamer et al., 2006). No Brasil o queijo Prato é um dos mais difundidos, com uma produção média de 70.000 ton, sendo considerado o segundo queijo mais consumido, com uma tendência cada vez maior no consumo de forma indireta, ou seja, como ingrediente culinário em sanduíches e lanches rápidos. Isto se deve principalmente pelo seu sabor suave, consistência macia e por sua fatiabilidade.

Nesse contexto, este trabalho visou o acompanhamento das características de umidade e oxidação lipídica e contagem de bactérias lácticas no queijo prato, adicionado de extrato de erva-mate e culturas mesófilas (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* e *cremoris*), durante o período de 60 dias de armazenamento a 15 °C e UR 85 %.

Metodologia

Obtenção do extrato de erva-mate

As folhas de erva mate (*Ilex paraguariensis*) foram submetidas ao processo de sapeco da erva-mate, em sapecador experimental conforme metodologia descrita por Valduga et al. (2002). Após o processo de secagem utilizando um triturador de facas Máster mixer (Walita), as folhas foram trituradas durante 20 s. Logo após, a amostra passou por uma peneira da série TYLER com mesh 16 (2,36 mm), sendo possível homogeneizá-la. A erva-mate seca e triturada (cancheada) foi utilizada para a obtenção do extrato solúvel. A extração de solúveis da erva-mate foi efetuada segundo metodologia descrita por Valduga (2002), em um extrator por percolação de solvente (Bialetti). A secagem do extrato de erva-mate foi realizada em um secador por atomização (LabPlant SD-05 Spray drying) produzindo partículas sólidas de solúveis de erva-mate.

Fabricação do queijo tipo Prato

O leite utilizado na elaboração dos queijos foi pasteurizado a 73 °C por 15 segundos, e padronizado com 3,2 % de gordura. Os queijos - tipo prato foram fabricados pelo método tradicional. A salga foi realizada na massa, com cloreto de sódio (Cisne) na razão de 2 % sobre o peso da massa. O Extrato de erva-mate em pó nas concentrações de 0,1 e 0,2 % (p/p) foi adicionado após realização da salga.

Posteriormente, realizou-se a enformagem em formas retangulares de 0,400 kg, que foram submetidas a duas etapas de prensagem. Após a prensagem, os queijos foram embalados a vácuo (-690 mmHg), e armazenados em câmara fria (Cia do aço - Jalp) a 15 °C e umidade relativa 85 % durante 60 dias.

Contagem de bactérias lácticas

Pesou-se 25 g da amostra em embalagem plástica para stomacher e adicionou-se 225 mL de citrato de sódio 2 %. Homogeneizou-se a mistura durante 60 segundos, obtendo-se assim a diluição na 10⁻¹. A partir desta diluição foram preparadas as diluições subsequentes necessárias para a análise. A inoculação foi realizada em meio Agar De Man, Rogosa & Sharpe (MRS) pelo método de plaqueamento em profundidade, onde foi adicionada 1 mL da diluição da amostra, e uma sobre camada com meio Agar-Agar. As placas foram incubadas durante 48 horas, a temperatura de 30 °C (Franco e Landgraf, 2005).

Determinações físico-químicas do queijo

As determinações físico-químicas umidade, cor e oxidação de lipídios nos queijos foram realizadas no 1 °, 7 °, 15°, 30°, 45° e 60 ° dia de armazenamento. A determinação da umidade do

queijo foi determinada gravimetricamente em estufa de recirculação (Fanem – 320 - SE) a 105 °C, segundo metodologia descrita por BRASIL (2005). Para avaliar a extensão da oxidação lipídica realizou-se o teste das substâncias reativas ao ácido 2 tiobarbitúrico (TBARS) de acordo com Raharjo et al. (1992). A concentração foi calculada por espectrofotometria (Parkin Elmer modelo Lambada EZ150) a 531 nm usando uma curva padrão com ácido 2 tiobarbitúrico (1.10^{-8} a 1.10^{-7} mol/mL). Os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (MDA mg/Kg amostra).

Análise estatística

Os resultados das análises foram avaliados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA) e comparação entre as médias através do teste de Tukey, utilizando o programa Statistica 6.0. Para as análises foi considerado um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

A **Tabela 1** apresenta a média e desvio padrão em resposta da umidade para os queijos tipo Prato, no 1 °, 7 °, 15 °, 30°, 45° e 60° dias de armazenamento a 15 °C e 85% UR.

Tabela 1. Teores de umidade para as formulações do queijo Prato em diferentes períodos de armazenamento.

Tratamen to	Umidade (%)					
	1 dia	7 dia	15 dia	30 dia	45 dia	60 dia
1 (Padrão)	57,43 ^a A ±0,11	53,44 ^a BC ±0,32	53,86 ^a B ±0,27	53,71 ^a BC ±0,15	53,81 ^{aB} ±0,16	53,91 ^{aB} ±0,06
2 (Cultura adjunta)	57,95 ^a A ±0,13	53,59 ^a B ±0,01	52,29 ^b C ±0,33	51,86 ^{bc} C ±0,42	50,73 ^c D ±0,40	50,57 ^{cC} D ±0,47
3 (Cultura /0,1% extrato)	56,41 ^b A ±0,43	51,94 ^b B ±0,09	50,44 ^d C ±0,06	49,38 ^c D ±0,34	49,23 ^{cC} D ±0,48	49,21 ^{dC} D ±0,11
4 (Cultura /0,2% extrato)	57,40 ^a A ±0,13	53,15 ^a B ±0,13	52,15 ^{bc} C ±0,05	50,02 ^c D ±0,36	49,37 ^{cE} ±0,26	49,22 ^{dE} ±0,30
5 (0,1% de extrato)	55,59 ^b A ±0,05	51,82 ^b B ±0,08	51,58 ^c B ±0,16	51,97 ^b B ±0,47	51,94 ^b B ±0,63	51,78 ^{bB} ±0,29
6 (0,2% de extrato)	56,58 ^b A ±0,15	51,02 ^b B ±0,06	51,17 ^c B ±0,23	51,51 ^b B ±0,48	51,63 ^b B ±0,07	51,53 ^{bB} ±0,04

*média ± desvio padrão seguida de letras iguais minúsculas/maiúsculas nas colunas/linhas não diferem estatisticamente á nível de 5% (Teste de Tukey).

Em relação à umidade (**Tabela 1**) verifica-se que após o 7° dia ocorreram poucas variações na umidade dos queijos 1, 5 e 6. No entanto, nos tratamentos 2, 3 e 4 houve variações significativas ($p < 0,05$) nos teores de umidade do 15° dia para o 45° dia, de 49 a 57%. Possivelmente este comportamento esteja associado a não lavagem da massa, menor pH provido pela adição das culturas adjunta o qual promoveu maior dessoragem da massa. Gallina et al. (2002) obtiveram teores de umidade em torno de 55 % em queijo tipo Prato *light* com *Lactobacillus* como cultura adjunta.

De acordo com o conteúdo de umidade (%), os queijos são classificados pelo regulamento técnico de identidade e qualidade, Portaria n° 146, de 07 de março de 1996 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007) em: queijos de baixa umidade (até 35,9 %), média umidade (36 a 45,9 %), alta umidade (46 a 54,9 %) e muita alta umidade (superior a 55 %). No 1° dia de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram teores de umidade superiores a 55 %, se enquadrando nos tipos de queijo de muita alta umidade. Após o 7° dia, não houve grandes variações no conteúdo de umidade dos tratamentos e até o final do período de armazenamento, sendo estes classificados como queijos de alta umidade (49 a 53 %). Sendo que os maiores valores foram

encontrados no tratamento 1 (controle). Possivelmente, este maior valor de umidade esteja atribuído ao grau de dessoragem dado a massa.

A oxidação dos alimentos é um grande problema durante o armazenamento, o que resulta na deterioração da qualidade dos alimentos. As reações de oxidação de proteínas ocorrerem simultaneamente com a oxidação lipídica, na maioria dos alimentos. A formação dos compostos carbonil (aldeídos e cetonas) são uma das mais proeminentes mudanças nas proteínas oxidadas, servindo sua concentração como um indicativo de oxidação de proteínas, sendo relativamente fácil de medir (Levine et al., 1990), como consequência é amplamente utilizada para a avaliação da extensão dos danos oxidativos sob diferentes estresses oxidativos.

A Tabela 2 apresenta a média e desvio padrão para a oxidação de lipídios das formulações de queijo prato para o 1°, 7°, 15°, 30°, 45° e 60° dias de armazenamento a 15 °C e 85% UR.

Tabela 2. Oxidação de lipídios (mg de MDA/kg amostra) para o 1°, 7°, 15°, 30°, 45° e 60° dias de armazenamento a 15 °C em queijo Prato.

Tratamen to	Oxidação de lipídeos (mg de MDA/kg de amostra)					
	1° dia	7° dia	15°	30° dia	45°	60° dia
1(Controle)	0,086 aC ±0,002	0,212 ^a A ±0,014	0,187 ^a B ±0,006	0,205 ^{aA} B ±0,006	0,189 ^a B ±0,003	0,185 ^{aB} ±0,003
2(Cultura adjunta)	0,085 aB ±0,002	0,103 ^d A ±0,003	0,065 ^d C ±0,004	0,075 ^{cB} ±0,001	0,046 ^c D ±0,002	0,042 ^c D ±0,002
3(Cultura /0,1% extrato)	0,084 ^a A ±0,00	0,082 ^e A ±0,002	0,054 ^e C ±0,002	0,066 ^{cB} ±0,004	0,036 ^c D ±0,002	0,031 ^e D ±0,001
4(Cultura /0,2% extrato)	0,084 ^a A ±0,003	0,091 ^{de} A ±0,002	0,059 ^{de} B ±0,004	0,078 ^{cA} ±0,004	0,045 ^c C ±0,001	0,035 ^{deD} ±0,002
5 (0,1% de extrato)	0,082 ^a D ±0,002	0,176 ^b A ±0,013	0,118 ^b B ±0,003	0,099 ^{bC} ±0,008	0,075 ^b D ±0,005	0,067 ^{bE} ±0,001
6 (0,2% de extrato)	0,080 ^a C ±0,003	0,136 cA ±0,002	0,105 ^c B ±0,002	0,078 ^{cC} ±0,004	0,071 ^b C ±0,003	0,042 ^{cd} D ±0,003

*média ± desvio padrão seguida de letras iguais minúsculas/maiúsculas nas colunas/linhas não diferem estatisticamente á nível de 5% (Teste de Tukey).

Os tratamentos apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para a oxidação lipídica ao comparar ao tratamento 1, durante todo o período de armazenamento. Os menores valores foram encontrados no tratamento 3 (cultura/0,1% de extrato), sendo que este comportamento manteve-se até o final do período de maturação (60 dias).

Nas formulações sem adição de cultura adjunta e sem extrato de erva-mate (tratamento 1) foram verificados os maiores teores de TBARS (0,086 a 0,212 mg de MDA/ Kg) durante o período de maturação.

De maneira geral, verificou-se que houve um acréscimo significativo ($p < 0,05$) nos teores de TBARS até o 30° dia de armazenamento, com exceção dos tratamentos 5 e 6 onde verifica-se um decréscimo dos valores de TBARS a partir do 15 dia de armazenamento, após esse período ocorrerem pequenas variações com decréscimo a partir do 45° dia de armazenamento. Diversos autores sugerem que a redução nos valores de TBARS observados em função do tempo de armazenamento, está associada provavelmente com o aumento das concentrações de produtos altamente polares, resultantes da polimerização dos produtos de oxidação secundária. Foi relatado que o malonaldeído (MDA) reage com uma larga escala de compostos ou pode formar dienos ou trienos de MDA, o que diminui a quantidade de MDA disponível para reagir com o ácido tiobarbitúrico, em consequência, os valores de TBARS avaliados são reduzidos (Gatellier et al., 2007).

A **Tabela 3** apresenta a média e desvio padrão em resposta a contagem de bactérias lácticas (log UFC/g) do queijos - tipo Prato, no 1°, 7°, 15°, 30°, 45° e 60° dias de armazenamento a 15 °C e 85% UR.

Tabela 3. Contagem de bactérias lácticas (log UFC/g) das formulações de queijo Prato para o 1°, 7°, 15°, 30°, 45° e 60° dias de armazenamento a 15 °C.

Tratamento	Culturas Lácticas (log UFC/g)					
	1° dia	7° dia	15° dia	30° dia	45° dia	60° dia
1(Controle)	6,04 ^{CC} ±0,12	8,72 ^{BA} ±0,12	7,74 ^{BB} ± 0,45	7,75 ^{AB} ± 0,07	7,57 ^{AB} ± 0,18	7,43 ^{AB} ± 0,35
2(Cultura adjunta)	7,36 ^{AB} ±0,11	9,27 ^{AA} ±0,21	9,05 ^{AA} ±0,50	7,74 ^{AB} ±0,06	7,58 ^{AB} ±0,14	7,56 ^{AB} ±0,23
3(Cultura / 0,1% extrato)	7,14 ^{AB} ±0,12	8,97 ^{AB} ±0,14	8,75 ^{AA} ±0,43	7,54 ^{AB} ±0,11	7,24 ^{AB} ±0,06	7,20 ^{AB} ±0,12
4(Cultura / 0,2% extrato)	7,19 ^{AB} ±0,15	9,18 ^{AB} ±0,18	9,05 ^{AA} ±0,51	7,57 ^{AB} ±0,05	7,16 ^{BB} ±0,20	6,99 ^{BB} ±0,12
5 (0,1 % de extrato)	6,56 ^{BB} ±0,29	7,59 ^{CA} ±0,18	7,53 ^{BA} ±0,28	6,45 ^{BB} ±0,11	6,43 ^{CB} ±0,12	6,36 ^{CB} ±0,08
6 (0,2 % de extrato)	6,92 ^{AB} ±0,29	7,54 ^{CA} ±0,20	7,52 ^{BA} ±0,06	6,56 ^{BB} ±0,07	6,53 ^{CB} ±0,50	6,43 ^{CB} ±0,12

*média ± desvio padrão seguida de letras iguais minúsculas/maiúsculas nas colunas/linhas não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

Verifica-se pela **Tabela 3**, que após elaboração (1 dia), a contagem de bactérias lácticas variou de 7,26 log UFC/g (queijo adicionado de culturas adjuntas) a log₁₀ 6,04 UFC/g (queijo controle), ocorrendo diferença estatística (p<0,05) entre os tratamentos. No 7° dia de armazenamento, o tratamento 2 (queijo contendo culturas adjuntas), tratamentos 5 (queijo contendo 0,1%) e 6 (0,2% de extrato) diferiram estatisticamente (p<0,05) do queijo controle, sendo que o tratamento 2 apresentou contagem superior quando comparado aos tratamentos 5 e 6 e menores em relação a formulação de queijo Prato tradicional (Tratamento 1).

No 15° dia de armazenamento, o queijo contendo cultura adjunta (Tratamento 2), cultura adjunta e 0,1% de extrato (Tratamento 3) e cultura adjunta e 0,2% de extrato (Tratamento 4) apresentaram contagem de bactérias lácticas estatisticamente superior a formulação controle e aos demais tratamentos. No entanto, após o 7° dia de armazenamento nos queijos acrescidos de 0,1 % de extrato (Tratamento 5) e 0,2 % de extrato (Tratamento 6) constatou-se contagens de bactérias lácticas significativamente inferiores aos demais tratamentos. Porém, nos tratamentos 2, 3 e 4 não diferiram estatisticamente do tratamento 1 e esse comportamento manteve-se até o final do período de armazenamento.

Verifica-se na **Tabela 3** que a adição do extrato de erva-mate no queijo Prato pode ter dificultado o crescimento das bactérias lácticas durante a maturação, pois nos tratamentos 5 (0,1 % de extrato) e 6 (0,2 % de extrato) apresentavam número maior de colônias de bactérias lácticas no primeiro dia de armazenamento, quando comparados ao tratamento 1, sendo esta diferença significativa (p<0,05). Após esse período a contagem de bactérias lácticas nos tratamentos 5 e 6 foram inferiores aos demais tratamentos.

Para afirmar, que o extrato de erva-mate tenha atuado como um agente antimicrobiano, no presente estudo, seriam necessários maiores estudos dessas propriedades. Além disso, outros fatores podem ter promovido esta redução no número de bactérias lácticas. Cabe ressaltar, que os referidos tratamentos apresentaram menor conteúdo de umidade a partir do 7° dia de armazenamento, fato que

possivelmente, também tenha influenciado no crescimento de bactérias lácticas, já que o teor de umidade é essencial para o seu desenvolvimento.

Conclusões

A adição do extrato de erva-mate no queijo Prato pode ter dificultado o crescimento das bactérias lácticas durante a maturação, pois nos tratamentos 5 (0,1 % de extrato) e 6 (0,2 % de extrato) apresentavam número maior de colônias de bactérias lácticas no primeiro dia de armazenamento, quando comparados ao tratamento 1, sendo esta diferença significativa ($p < 0,05$). Após esse período a contagem de bactérias lácticas nos tratamentos 5 e 6 foram inferiores aos demais tratamentos. Durante o armazenamento todas as formulações apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) nos teores de TBARS quando comparadas ao tratamento controle (sem adição de extrato e sem adição de culturas adjuntas), comprovando a ação antioxidante da presença do extrato da erva mate no produto

Agradecimentos

A URI Erechim pela infraestrutura para realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Portaria n ° 358, de 04 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Ralado. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Legislação. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, jun. 1997.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos. 4. ed. Brasília, DF, p. 1018, 2005.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos São Paulo; Editora Atheneu, p.187, 2005.
- GATELLIER, P.; GOMEZ, S.; GIGAUD, V.; BERRI, C.; BIHAN-DUVAL, E.L. Use of a fluorescence front face technique for measurement of lipid oxidation during refrigerated storage of chicken meat. Meat Science, v. 76, n. 3, p. 543- 547, 2007.
- LEVINE, R.L.; REZNICK, A.Z.; PACKER, L. Oxidative damage to proteins: Spectrophotometric method for carbonyl assay. Methods in Enzymology, v. 186, p. 357–363, 1990.
- RAMARARHNAME, N.; OSAWA, T.; OCHI, H.; KAWAKISHI, S. The contribution of plant food antioxidants to human health. Trends Food Science and Technology, v. 6, n. 3, p. 75-82, 1995.
- THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebióticos. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, n. 3, p. 589-595, 2006.
- VALDUGA, A.T.; CICHOSKI, A.J.; MORGAN, F. Iogurte com leite desnatado e extrato de erva-mate, evolução da cultura pura adicionada. Revista Higiene Alimentar, v. 22, n. 162, p.77 – 82, 2008.
- WITSCHI, H.; LOCK, S. Toxicity of butylated hydroxy toluene in mouse following oral administration. Toxicology, Shannon, v. 9, p.137-46, 1978.

INGESTÃO DIÁRIA DE COMPOSTOS FENÓLICOS NO CONSUMO DE BEBIDAS TRADICIONAIS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.)

Karimi S. Gebara¹; Maria A. Strapazon²; Arquimedes Gasparotto Junior¹; Claudia A. L. Cardoso¹; Lauro M. de Souza³; Christine Morand⁴; Telma A. Costa⁵; Euclides L. Cardozo Junior⁵

¹ Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD Dourados. Rodovia Dourados-Itahum, km 12, CEP 79.804-970, Dourados, MS, Brasil.

² Mestranda. Universidade Paranaense, UNIPAR Umuarama. Praça Mascarenhas de Moraes, 4282 - Centro, CEP: 87.502-210, Umuarama-PR, Brasil. E-mail: bemesteralimentos@hotmail.com.br

³ Instituto de Pesquisa Pelé Pequeno Príncipe, Faculdade Pequeno Príncipe, CEP 80.250-060, Curitiba, PR, Brasil.

⁴ Centro de Pesquisa em Nutrição Humana d'Auvergne, UMR 1019 Nutrition Humaine, INRA-Clermont Université d'Auvergne Clermont-Ferrand, France.

⁵ Universidade Paranaense, UNIPAR Toledo. Av. Parigot de Souza, 3636 - Centro, CEP 85.903-170, Toledo-PR, Brasil.

Resumo: Folhas secas e trituradas de *Ilex paraguariensis* são consumidas na forma de bebidas tradicionais, principalmente o chimarrão e o tererê. Pesquisas demonstraram que os extratos aquosos de *Ilex paraguariensis* possuem importantes atividades biológicas ligadas aos compostos fenólicos e às metilxantinas. Neste estudo avaliou-se a quantidade e a frequência de consumo da erva-mate em forma de chimarrão e tererê, foram entrevistados 455 consumidores da cidade de Toledo / PR - Brasil e ao mesmo tempo, avaliou-se a quantidade de compostos fenólicos totais presentes no consumo de erva-mate, os compostos presentes nos extratos foram quantificados por HPLC-DAD. Em relação ao perfil dos consumidores, o chimarrão é um produto consumido popularmente por adultos e idosos, enquanto o tererê é um produto consumido por jovens com maior escolaridade. O tererê apresentou uma capacidade de extração superior do que o chimarrão para os compostos fenólicos. Como esperado, as primeiras extrações são mais concentradas do que as finais. Os teores dos derivados do ácido clorogênico também foram diferentes nas duas bebidas, já que o chimarrão é capaz de extrair mais derivados di-cafeoilquínios e o tererê extrai mais derivados mono-cafeoilquínicos. A quantificação do aporte de compostos fenólicos por consumidores de bebidas tradicionais a base de erva-mate pode ser importante na avaliação do efeito destes compostos sobre a saúde destes consumidores.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, antioxidantes, fitoquímicos.

Introdução

Folhas secas e trituradas de *Ilex paraguariensis* são preparadas na forma de bebidas tradicionais. Os produtos de erva-mate, como chá mate, terere e chimarrão, são obtidos por diferentes processos que seguem normas específicas de cada país (Cardoso Junior & Morand, 2016). O Chimarrão é uma bebida de água quente e terere é uma bebida de água fria. Ambas são as formas mais comuns dadas à erva-mate e é relevante conhecer os detalhes da preparação (Meinhart *et al.*, 2010) a erva mate apresenta na sua constituição a cafeína, a qual possui efeito estimulante no sistema nervoso central (ALONSO, 2016). Pesquisas demonstraram que extratos aquosos de *Ilex paraguariensis* expressam alta atividade antioxidante (Anesini *et al.*, 2012; Macedo *et al.*, 2011; Schinella *et al.*, 2000), efeito protetor da atividade da paraoxonase 1 em HDL (Glugliucci & Bastos, 2009) e capacidade para controlar a disfunção miocárdica (Schinella *et al.*, 2000). Estas atividades podem explicar a função de proteção cardiovascular da *Ilex paraguariensis*, sugerida por estudos em humanos e animais (Cardozo Junior & Morand, 2016).

A maioria das doenças cardiovasculares (DCV) é causada por complicações da aterosclerose, que é uma doença inflamatória crônica caracterizada pelo desenvolvimento de placas ateroscleróticas

na parede vascular. As dislipidemias são fatores de risco para a aterosclerose e outras doenças cardiovasculares, por isso estão entre as principais causas de mortalidade em adultos (Cambril *et al.*, 2006), tornando-se um dos principais problemas de saúde pública no mundo (Machado *et al.*, 2003). Quando associada à hipertensão arterial e à obesidade, a dislipidemia aumenta ainda mais o desenvolvimento de DCV (Scherr *et al.*, 2007).

Dietas baseadas em produtos ricos em compostos fenólicos têm sido associadas com a inibição de certas doenças crônicas em seres humanos. A atividade antioxidante da erva-mate foi comparada com a atividade de *Camellia sinensis* L. (Turkmen *et al.*, 2006). A literatura tem relatado que o chá-mate é hipocolesterolêmico, hepatoprotetor (Filip & Ferraro, 2003), atenua a progressão da aterosclerose (Mosimann *et al.*, 2006). Alguns estudos sugeriram um possível potencial no tratamento da obesidade (Andersen & Fogh, 2001, Opala *et al.*, 2006), além dos benefícios no sistema cardiovascular (Silva *et al.*, 2008). *Ilex paraguariensis* é rica em compostos fitoquímicos, especialmente terpenos, alcalóides e polifenóis (Mazzafera, 1997, Heck & Mejia, 2007, Dartora *et al.*, 2011).

As atividades de proteção cardiovascular da erva-mate têm sido relacionadas ao alto teor de derivados cafeoilquínicos e outros compostos fenólicos (Bravo & Lecumberri, 2007). Os ácidos clorogênicos são ésteres derivados de ácidos *trans*-cinâmicos (cafeico, *p*-cumárico e *p*-ferúlico) com o ácido quínico e estão presentes na composição da *Ilex paraguariensis* (Jaiswal *et al.*, 2011, Bracesco *et al.*, 2011).

Em estudo *in vivo*, verificou-se que a *Ilex paraguariensis* reduziu significativamente os índices ateroscleróticos em detrimento a redução de lipídeos plasmáticos, o que sugere possíveis efeitos na prevenção de doenças cardiovasculares (Balzan *et al.*, 2013).

Este estudo tem como objetivo avaliar a quantidade e a frequência de consumo da erva-mate em forma de chimarrão e tererê, e ao mesmo tempo, verificar a quantidade de compostos fenólicos totais presentes no consumo de erva-mate.

Materiais e Métodos

Foi realizado um estudo descritivo e quantitativo para avaliar a ingestão média de compostos fenólicos no consumo tradicional do mate. Os consumidores de bebidas tradicionais de erva-mate foram entrevistados quanto ao perfil socioeconômico e hábitos de consumo. Foram entrevistados 455 consumidores da cidade de Toledo / PR - Brasil, considerando nível de confiança de 95% ($p = 0,05$) e margem de erro de 2% ($z = 2$). Os consumidores foram convidados a responder a um questionário previamente validado sobre o perfil socioeconômico (sexo, idade, renda mensal, escolaridade) e hábitos de consumo (tipo de bebida tradicional, frequência de consumo diário, tamanho do recipiente, quantidade da erva-mate, volume de bebida, número de extrações). A partir desses parâmetros foi quantificado o consumo médio de compostos fenólicos pela população. Os resultados obtidos foram expressos em dados estatísticos (média e percentual). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEPEH, CAAE: 22531313.5.0000.0109) e as entrevistas foram aplicadas entre julho e agosto de 2015.

Amostras foram extraídas simulando o consumo tradicional do chimarrão e tererê a partir da metodologia proposta por Meinhart *et al.*, (2010). Para o chimarrão, 85,0 g de erva-mate foram colocados em um recipiente de tamanho médio (cuia). A preparação da bebida tradicional foi feita como indicado na embalagem pelo fabricante. Adicionou-se 190 mL de água ($75 \pm 2^\circ\text{C}$) e após 30 seg. o líquido foi extraído com a ajuda de uma bomba de vácuo acoplada à bomba de chimarrão. Removeu-se uma alíquota para análise. Após dois minutos, adicionou-se mais 120 mL de água quente e extraiu-se novamente o líquido. A cuia foi suplementada com água quente por trinta vezes (extrações) ao total, simulando assim as extrações aquosas realizadas pelos consumidores. Para preparar o terere, adicionaram-se 50 g de mate num copo de alumínio. Neste caso, adicionou-se 180

mL de água ($11 \pm 2^\circ\text{C}$) até a infusão completa da erva durante 30 segundos. Removeu-se uma alíquota para análise. O tererê também foi extraído por trinta vezes (extrações) a cada dois minutos, com adição de 100 mL de água fria em cada extração.

Realizaram-se simulações da extração de chimarrão e tererê para avaliar a influência de variáveis a partir da mesma metodologia utilizada no processo de extração do item anterior. A extração foi realizada em becker e após a filtração em papel. Realizaram-se seis extrações (25 mL) e as alíquotas foram recolhidas para a determinação de fenóis totais. Foram testadas as seguintes variáveis: temperatura (4°C - 100°C), tempo de contato erva-mate / água (30 s - 8 min), granulometria (10 - 60 mesh), relação caule / folha (50/50 - 80 / 20 (p / p)). Após as extrações as alíquotas foram utilizadas para determinação de compostos fenólicos totais. Os compostos fenólicos foram avaliados de acordo com o método descrito por Meinhart *et al.*, (2010) com modificações utilizando o reagente Folin. As alíquotas obtidas foram diluídas para 50 ml (30 extrações / amostra x 3 lotes x 3 repetições). Preparou-se uma curva de calibração externa com ácido pirogálico (Vetec) a concentrações entre 0,004 mg/ml e 0,100 mg/ml ($r^2 = 0,9998$ para chimarrão e $r^2 = 0,9999$ para tererê).

Os compostos presentes nos extratos foram quantificados por HPLC-DAD. As amostras foram filtradas com filtros de nylon de $0,45\ \mu\text{m}$ com o volume de injeção de $5\ \mu\text{L}$. A fase móvel foi composta por água ultra-pura (tipo 1) e acetonitrila (J.T. Baker), ambos com 0,1% de ácido fórmico (Tedia) (v / v). O gradiente utilizado foi de 0% (inicial) a 20% em 5 min, depois a 70% (13 min) e 0% (13,5 min), taxa de fluxo de $400\ \mu\text{L}/\text{min}$ e temperatura da coluna de 60°C . A quantificação dos compostos foi realizada por cromatografia líquida de alta resolução Varian (PRO STAR Mod. 210) acoplada com detector de matriz de díodos (HPLC-DAD), um módulo de interfase Varian (Star 800), injetor (MODELO 410). A separação cromatográfica foi realizada utilizando uma coluna de fase inversa C-18 (Phenomenex LUNA, $250,0 \times 4,6\ \text{mm} \times 5,0\ \mu\text{m}$) com injeção de $20\ \mu\text{L}$.

Resultados e Discussão

Em relação ao perfil, o estudo verificou que o perfil dos consumidores de chimarrão é predominantemente de mulheres (63%), trinta anos ou mais (73%), renda até quatro salários mínimos (87%), nível médio de escolaridade (55%). O perfil dos consumidores de tererê é predominantemente de mulheres (69%), até trinta anos (81%), renda até quatro salários mínimos (90%) e nível médio de escolaridade (79%). Mostramos que o chimarrão é um produto consumido popularmente por adultos e idosos, enquanto o tererê (água fria) é um produto consumido por jovens com maior escolaridade. Este padrão de consumo é representativo da região oeste do Paraná (sul do Brasil) e também pode ser indicativo de mudanças nos padrões de consumo em outras regiões a partir do consumo tradicional predominantemente rural.

Fatores ligados ao consumo tradicional podem dificultar a mensuração do consumo médio de fitoquímicos da erva-mate. A Tabela 1 apresenta os hábitos de consumo das bebidas tradicionais necessários para avaliar a quantidade consumida e o aporte dos compostos presentes nas bebidas tradicionais da erva-mate. Observou-se que a maioria dos entrevistados consome o chimarrão diariamente, pelo menos uma vez ao dia, e utiliza um recipiente de tamanho médio (85 g/100-190 ml) onde realiza cerca de oito extrações sucessivas. O tererê é preferencialmente consumido pelo menos uma vez no dia, duas a quatro vezes por semana, em recipientes de tamanho médio (50 g/100 -190 ml) e que efetuam em média 7,5 extrações. A avaliação dos hábitos dos consumidores permite estimar um consumo de 1.170 a 2.223 mL da bebida chimarrão e 1.125 a 2.137 mL da bebida tererê.

Tabela 1. Perfil de hábitos de consumidores de bebidas tradicionais de mate.

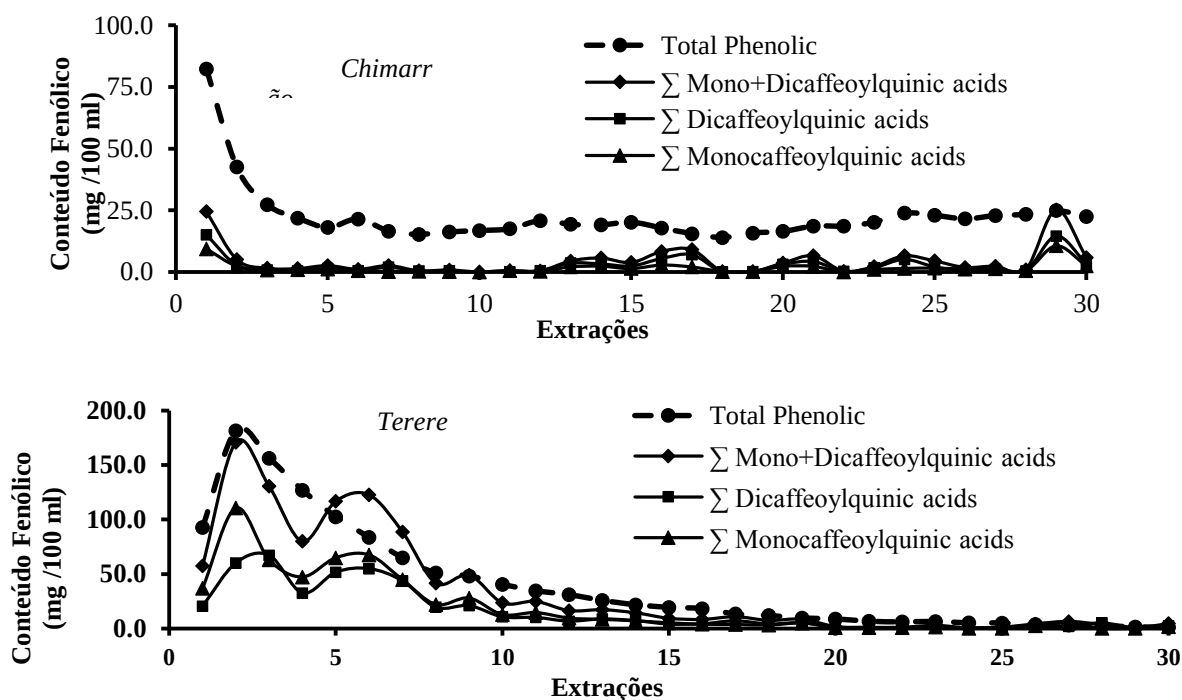
Bebida	Consumo	Recipiente	Extrações	Bebidas *
--------	---------	------------	-----------	-----------

Tradicion al	Veze sp ordia (%)	Veze sp or semana (%)	Quantidade de erva-mate	Número de Extrações (n)	Volume médio por dia (mL)
<i>Chimarrão</i>	Um / dois (80.5)	Todos sdias (61.9)	Até 85 g (92.3)	7.8	1,170
	Tres / Quatro (19.5)	Duas a Quatro (25.9)	Mais de 85 g (7.7)		2,223
<i>Terere</i>	Um / dois (94.7)	Todos sdias (19.5)	Até 50 g (97.7)	7.5	1,125
	Tres / Quatro (5.4)	Duas a Quatro (80.5)	Mais de 50 g (2.3)		2,137

* Estimativa do cálculo: mínimo / máximo x extrações x consumo médio diário x consumo médio semanal.

Os compostos fenólicos presentes nas bebidas são constituídos principalmente por derivados cafeoilquínicos. Os metabólitos secundários foram observados, nomeadamente os da série de ácidos monocateoilquínicos e dicafaeoilquínicos. Na Figura 1, as trinta extrações (Σ 30 ext.) realizadas na simulação da bebida chimarrão renderam 673,57 mg de compostos fenólicos totais e para tererê produziu 1.184,9 mg de compostos fenólicos totais.

Figura 1. Fenólico Total (●), Σ Mono + ácidos dicafaeoilquínicos (◆), Σ ácidos dicafaeoilquínicos (■), Σ ácidos monocateoilquínicos (▲) conteúdo dos extratos aquosos de chimarrão e tererê.



Os ácidos mono-ACQ constituem cerca de 39,6% para o chimarrão e 55,9% para a bebida tererê e os ácidos di-ACQ representam cerca de 62,6 e 44,7% do total de compostos fenólicos

extraídos, respectivamente. Nossos resultados demonstraram que a bebida tererê apresenta maior capacidade extrativa do que a bebida de chimarrão para os compostos fenólicos (Fig. 1).

É relevante, portanto, investigar se a quantidade extraída em uma rodada de tererê e chimarrão e o hábito de consumo dessas bebidas podem contribuir para uma atividade cardioprotetora, a qual já foi comprovada por outros trabalhos científicos que utilizaram outros métodos extrativos diferentes do consumo tradicional.

Conclusões

O tererê apresentou uma capacidade de extração superior do que o chimarrão para compostos fenólicos. Como esperado, as primeiras extrações são mais concentradas do que as finais. Os teores dos derivados do ácido clorogênico também foram diferentes nas duas bebidas, já que o chimarrão é capaz de extrair mais derivados di-cafeoilquínios e o tererê extrai mais derivados mono-cafeoilquínios.

Referências Bibliográficas

- ALONSO, J.R. Tratado de fitofármacos e nutracêuticos. Editora AC Farmaceutica. Rio de Janeiro. P.1106. p. 433. 2016.
- ANDERSEN, T., & FOGH, J. Weight loss and delayed gastric emptying following a South American herbal preparation in overweight patients. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, v.3 p. 243-250, 2001.
- ANESINI, C., TURNER, S., COGOI, L., & FILIP, R. Study of the participation of caffeine and polyphenols on the overall antioxidant activity of mate (*Ilex paraguariensis*). *Food Science and Technology*, v.2, p. 299-304, 2012.
- BALZAN, S.; HERNANDES, A.; REICHERT, C. L.; DONADUZZI, C.; PIRES, V. A.; GASPAROTTO JUNIOR, A.; CARDOZO, E. L. Lipid-lowering effects of standardized 92 extracts of *Ilex paraguariensis* in high-fat-diet rats. *Fitoterapia*. v. 86, p. 115-122, 2013.
- BRACESCO, N., SANCHEZ, A. G., CONTRERAS, V., MENINI, T., & GUGLIUCCI, A. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. *Journal of Ethnopharmacology*. v.3, p. 378-384, 2011.
- BRAVO, L., GOYA, L., & LECUMBERRI, E. LC/MS characterization of phenolic constituents of mate (*Ilex paraguariensis*, *St. Hil.*) and its antioxidant activity compared to commonly consumed beverages. *Food Research International*, v.3, p. 393-405, 2007.
- CAMBRIL, L. T.; SOUZA, M.; MANNRICH, G.; CRUZ, R. O.; GEVAERD, M. S. Perfil Lipídico, Dislipidemias e Exercício Físico. *Rev. Bras. Cien. Antropom. Desempenho Hum*, v.8, p. 100-106, 2006.
- CARDOZO JUNIOR, E. L., & MORAND, C. Interest of mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) as a new natural functional food to preserve human cardiovascular health - A review. *Journal of Functional Foods*, v.21, p. 444-454, 2016.
- DARTORA, N., SOUZA, L. M. DE, SANTANA-FILHO, A. P., IACOMINI, M., VALDUGA, A. T., GORIN, P. A. J., & SASSAKI, G. L. UPLC-PDA – MS evaluation of bioactive compounds from leaves of *Ilex paraguariensis* with different growth conditions, treatments and ageing. *Food Chemistry*, v.4, p. 1453-1461, 2011.
- FILIP, R. & FERRARO, G. Researching on new species of “Mate”: *Ilex brevicuspis*: phytochemical and pharmacology study. *Eur J Nutr*, v.42, p. 50-54, 2003.
- GUGLIUCCI, A., & BASTOS, D. H. M. Chlorogenic acid protects paraoxonase 1 activity in high density lipoprotein from inactivation caused by physiological concentrations of hypochlorite. *Fitoterapia*, v.2, p. 138-142, 2009.

- HECK, C. I., & DE MEJIA, E. G. Yerba mate tea (*Ilex paraguariensis*): A comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. *Journal of Food Science*, v.9, 2007.
- JAISWAL, R., KIPROTICH, J., & KUHNERT, N. Determination of the hydroxycinnamate profile of 12 members of the Asteraceae family. *Phytochemistry*, v.8, p.781-790, 2011.
- MACEDO, J. A., BATTESTIN, V., RIBEIRO, M. L., & MACEDO, G. A. Increasing the antioxidant power of tea extracts by biotransformation of polyphenols. *Food Chemistry*, v.2, p.491-497, 2011.
- MACHADO, D. F., FERREIRA, C. L. L. F., COSTA, N. M. B., & OLIVEIRA, T. T. DE. Efeito de probiótico na modulação dos níveis de colesterol sérico e no peso do fígado de ratos alimentados com dieta rica em colesterol e ácido fólico. *Ciência E Tecnologia de Alimentos*, v.2, p.270-275, 2003.
- MAZZAFERA, P. Maté drinking: caffeine and phenolic acid intake. *Food Chemistry*, v.1, p.67-71, 1997.
- MEINHART, A. D., BIZZOTTO, C. S., BALLUS, C. A., RYBKA, A. C. P., SOBRINHO, M. R., CERRO-QUINTANA, R. S., GODOY, H. T. Methylxanthines and phenolics content extracted during the consumption of mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.4, p.2188-2193, 2010.
- MOSIMANN, A. L.P, WILHELM-FILHO, D., & DA SILVA, E. L. Aqueous extract of *Ilex paraguariensis* attenuates the progression of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Bio Factors*, v.1, p.59-70, 2006.
- OPALA, T., RZYMSKI, P., PISCHEL, I., WILCZAK, M., WOZNIAK. Efficacy of 12 weeks supplementation of a botanical extract-based weight loss formula on body weight, body composition and blood chemistry in healthy, overweight subjects-a randomised double-blind placebo-controlled clinical trial. *European Journal of Medical Research*, v.11, p.343-350, 2006.
- SCHERR, C., MAGALHÃES, C. K., & MALHEIROS, W. Lipid Profile Analysis in School Children. *Originale*, p.65-70, 2006.
- SCHINELLA, G. R., TROIANI, G., DÁVILA, V., DE BUSCHIAZZO, P. M., & TOURNIER, H. A. Antioxidant effects of an aqueous extract of *Ilex paraguariensis*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. v.2, p.357-360, 2000.
- SILVA, E. L., NEIVA, T. J. C., SHIRAI, M., TERAOKA, J., ABDALLA, D.S.P. Acute ingestion of yerba mate infusion (*Ilex paraguariensis*) inhibits plasma and lipoprotein oxidation. *Food Research International*. p. 973-979, 2008.
- TURKMEN, N., SARI, F., & VELIOGLU, Y. S. Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. *Food Chemistry*. V.4, p. 835-841, 2006.

Qualidade de Produtos

INVESTIGANDO CÁDMIO E CHUMBO NA CADEIA PRODUTIVA DA ERVAMATE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Ederlan Magri¹; Alice T. Valduga¹; Itamar L. Gonçalves²; Emanuel C. Bertol³; Silvane S. Roman¹; Juliana A. Ribeiro³

¹ PPG – Ecologia. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. e-mail: ederlan.magri@gmail.com

² PPG – Ciências Farmacêuticas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. e-mail: itamar.luis@ufrgs.br

³ Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. e-mail: emanuelbertol3@gmail.com

³ Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. e-mail: juli_ribeiro@hotmail.com

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St-Hil), é uma cultura agrícola importante no sul da América, amplamente consumida nesta região assim como em outras regiões do mundo. Contudo, pouco se sabe a respeito da presença de metais pesados nesta espécie vegetal. Neste contexto, este trabalho foi conduzido com o intuito de buscar informações a respeito da presença de Cd e Pb em erva-mate *in natura* e processada do estado do Rio Grande do Sul. Para tal, foram analisados os teores destes metais em amostras de solo, folhas de erva mate *in natura* e processadas, obtidas de 19 plantios homogêneos e 13 áreas agroflorestais, nos polos produtores de erva-mate do estado. As amostras digeridas foram analisadas por absorção atômica – ICP-MS. Os resultados mostraram que em 43,75% dos locais amostrados, a erva-mate processada apresentou teor de Cd acima de 0,40 mg·Kg⁻¹, limite máximo ratificado para o comércio entre os países da América do Sul. Em relação aos teores de Pb, nenhuma amostra representou valores acima do máximo estabelecido (0,60 mg·Kg⁻¹). As folhas de erva-mate antes e após processamento não mostraram diferença significativa nos níveis de Cd (p=0,40) e Pb (p=0,99). Os solos e as folhas de erva-mate *in natura* apresentaram conteúdo de Cd e Pb independente do sistema de cultivo adotado. Portanto, os resultados apontam que o processamento industrial não altera os teores destes metais. Estes resultados sugerem que a presença destes metais pesados em erva-mate pode ser determinada por fatores físico-químicos de solo.

Palavras-chave: Metais pesados; *Ilex paraguariensis*; Rastreabilidade.

Introdução

A contaminação ambiental por metais pesados tornou-se preocupante em diversas regiões do planeta (Pan *et al.*, 2016). Diferentemente dos compostos orgânicos, que podem ser facilmente degradados por processos químicos e biológicos, estes elementos podem se acumular no solo (Pan e Wang, 2012), proporcionando a contaminação em diferentes níveis tróficos de uma cadeia alimentar (He *et al.*, 2004). Este processo ocorre inicialmente pela absorção destes elementos por espécies vegetais (Tipping *et al.*, 2003).

Nos agroecossistemas, a introdução de metais pesados relaciona-se principalmente com a utilização de fertilizantes químicos (Gupta *et al.*, 2014), fato que ocorre com o cádmio (Cd) e o chumbo (Pb) (Campos *et al.*, 2005; Mehmood *et al.*, 2009), considerados contaminantes de rochas fosfatadas (Mar e Okazaki, 2012). Como consequência, a presença destes elementos tornou-se mais intensa neste sistema, principalmente com o aumento da aplicação de fertilizantes fosfatados (Tilman *et al.*, 2002), elemento fundamental à produtividade de culturas agrícolas (Freitas *et al.*, 2009).

A transferência de Cd e Pb no sistema solo-planta têm sido reportada em diversas culturas alimentícias em diferentes lugares do mundo. Destas, destacam-se a contaminação em sementes de arroz no Japão (Mori *et al.*, 2016), canola e trigo em diversas regiões da China (Chen *et al.*, 2016), e em sementes de cacau no Equador (Chavez *et al.*, 2016).

A produção, processamento, comercialização e consumo de erva-mate, consistem em atividades que envolvem aspectos culturais, econômicos, sociais e ecológicos importante no extremo sul da América. A erva-mate processada é comercializada em mais de 70 países (Halloy e Reid, 2003), e os maiores consumidores são o Brasil, Argentina, Uruguai, Paraguai (Goldenberg, 2002). Nestes países, a erva-mate é consumida principalmente na forma de infusão (chimarrão) (Valduga *et al.*, 2003; Bastos *et al.*, 2006).

Os ramos de erva-mate são processados em indústrias ervateiras de pequeno e médio porte. As etapas do processamento consistem: (i) no sapeco, onde os ramos são submetidos a altas temperaturas para inativação enzimática das polifenolxidasas e peroxidases; (ii) secagem, processo que tem por finalidade a redução da umidade; e (iii) trituração, etapa em que ocorre a diminuição do tamanho de partícula (Valduga *et al.*, 2003; Abitante, 2007; Benincá, 2009).

Com o aumento na demanda por matéria prima, além do extrativismo de ervais nativos em sistemas florestais, adotou-se a implantação de cultivos de erva-mate homogêneos, adensados em pleno sol, tomando o uso das técnicas e insumos agrícolas aplicados em outras culturas conhecidas (Valduga *et al.*, 2003).

O regulamento técnico do MERCOSUL (Mercado Comum do Sul) define os limites máximos para a presença de contaminantes orgânicos e inorgânicos em alimentos comercializados na América do Sul. O descumprimento destes limites constitui uma infração sanitária, nos termos da Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977. Para tal, bebidas na forma de infusão, principal forma de consumo da erva-mate, enquadram-se na categoria “chás, erva mate e outros vegetais para infusão”. Nesta categoria, o limite máximo ratificado para o conteúdo Cd é $0,40 \text{ mg} \cdot \text{Kg}^{-1}$, e o limite máximo para o conteúdo de Pb representa $0,60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Brasil, 2013).

Desta forma, tornou-se relevante rastrear Cd e Pb na cadeia produtiva da erva-mate, permitindo gerar informações reais a respeito da presença destes elementos antes e após processo. Neste contexto, o presente estudo buscou rastrear Cd e Pb na cadeia produtiva da erva-mate do estado do Rio Grande do Sul, em solo, folhas *in natura* e processadas, nos sistemas de cultivo homogêneo e de floresta.

Metodologia

Amostragem e preparação das amostras

Amostras de solo e de erva-mate antes e após processamento foram coletadas em 32 unidades produtivas de erva-mate, localizadas no estado do Rio grande do Sul, representando 15 municípios. As amostras foram coletadas entre os meses de Dezembro de 2015 e Janeiro de 2016. Para a seleção dos locais amostrados, foi considerado os municípios de maior produção no estado. Em cada unidade amostral foram coletadas amostras de solo, folhas de erva-mate *in natura* e folhas de erva-mate processada.

As amostras de solo foram coletadas na superfície do solo (0-20 cm de profundidade). As amostras de solo são resultantes da coleta de 20 sub amostras em cada unidade produtiva de erva-mate, por meio de caminhada aleatória. Estas foram secas em temperatura ambiente, peneiradas (malha de 2 mm) para remoção de partículas maiores e quarteadas, obtendo 200g de cada amostra.

Pequenos ramos contendo folhas maduras de erva-mate foram coletas por meio de caminhadas aleatórias nos talhões. As folhas *in natura* foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 35°C , até atingirem peso constante. Após foram trituradas em moinho de faca e quarteadas, obtendo 200 g de cada amostra. Após as coletas de solo e de erva-mate *in natura*, cada plantio amostrado foi coletado por indústrias ervateiras de cada região amostral, as quais efetuaram o processamento deste material. Adicionalmente, no final da linha de processamento industrial, foram obtidos 10 pacotes de 1 kg de erva-mate aleatoriamente. Estes foram quarteados, obtendo uma amostra de 200 g de erva-mate processada de cada respectivo plantio.

As amostras de solo foram digeridas com HNO_3 , HCl e H_2O_2 em forno de micro-ondas. A digestão das amostras de erva-mate (*in natura* e processada) também foram efetuadas em forno de micro-ondas, com a utilização de HNO_3 . Os níveis de Cd e Pb foram mensurados por espectrometria de massa por plasma indutivamente acoplado – Agilent 7700 ICP-MS. A digestão e análise das amostras foram efetuadas pelo laboratório EUROFINs ALAC, Garibaldi-RS, Brasil.

Para análise dos dados, utilizou-se ANOVA two way, seguida por teste de Tukey, e correlações. As análises estatísticas foram efetuadas pelo software R (TEAM, 2014).

Resultados e Discussão

1. Teores de Cd e Pb em relação ao processamento industrial

O conteúdo total de Cd no solo e em folhas de erva-mate antes e após o processamento são apresentados na **Tabela 1**. Em 46,75% dos locais amostrados, os teores de Cd em erva-mate processada excedeu o limite máximo ratificado pela ANVISA ($0,40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Em relação ao conteúdo de Pb, nenhuma das amostra de erva-mate antes e após processada excedeu o limite máximo determinado ($0,60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$).

A comparação entre as amostras de erva-mate antes e após o processamento mostram não haver diferença no conteúdo de Cd e Pb ($p=0,40$; and $p=0,99$; respectivamente para Cd e Pb) **Figura 2**. Em relação ao solo, os teores destes metais não correlacionam-se com as concentrações proporcionais deles e nas folhas ($p=0,07$ para Cd e $p=0,41$ para Pb).

Tabela 1. Conteúdo de Cd e Pb ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) em solo (0-20 cm de profundidade), folhas de erva-mate *in natura* e erva-mate processada.

Metal Pesado	Amostra	Min	Max	Media	Desvio Padrão
Cd	Solo	0,62	3,61	1,81	$\pm 0,88$
	Erva-mate <i>in natura</i>	0,08	1,94	0,44	$\pm 0,45$
	Erva-mate processada	0,11	2,34	0,66	$\pm 0,53$
Pb	Solo	6,50	20,63	13,86	$\pm 3,94$
	Erva-mate <i>in natura</i>	0,07	0,58	0,22	$\pm 0,12$
	Erva-mate processada	0,03	0,41	0,21	$\pm 0,10$

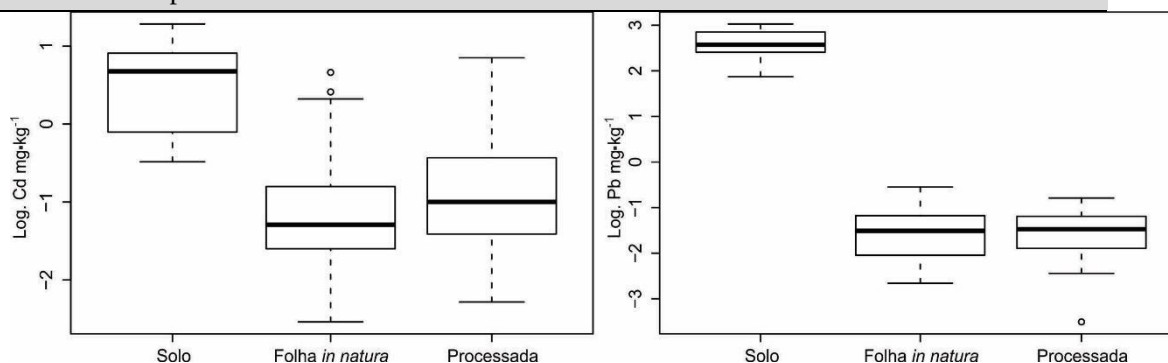


Figura 1. Boxplot dos teores de Cd (esquerda) e Pb (direita) em solo, folhas de erva-mate *in natura* e erva-mate processada, do estado do Rio Grande do Sul.

Naturalmente, o solo é considerado como um depósito de metais pesados, em função de processos geológicos e do intemperismo (Tiller, 1989; Facchinelli *et al.*, 2001). Desta forma, metais

pesados podem ser transferidos para as cadeias alimentares (Liu *et al.*, 2007), inicialmente pela absorção destes elementos por espécies vegetais (Tipping *et al.*, 2003). Desta forma, é possível que a concentração de metais pesados em vegetais exceda o máximo permitido por legislação, inclusive em locais com baixas concentrações destes elementos no solo (Arao *et al.*, 2010).

Partiu-se da hipótese de que o processamento poderia interferir nos teores destes metais. Os resultados do presente estudo indicam que as folhas de erva-mate *in natura* apresentam teores de Cd e Pb semelhantes ao após processadas.

2. Teores de Cd e Pb em relação ao sistema de cultivo de erva-mate

De acordo com o sistema de produção de erva-mate, 19 locais amostrados representaram cultivos adensados (monocultivo) e 13 locais amostrados representaram sistemas de cultivo em floresta (agroflorestal). A concentração de Cd e Pb nestes locais podem ser observados na **Tabela 2**.

Os resultados mostram que não há diferença significativa nos teores de Cd e Pb em folhas de erva-mate *in natura* proveniente dos cultivos homogêneos em relação aos sistemas de florestas ($F_{(1,30)}=0,13$; $p=0,72$; $F_{(1,30)}=0,02$; $p=0,87$) **Figura 2**. Com relação ao solo, os teores de Cd e Pb não diferiram nos sistemas de produção (cultivo homogêneo e agroflorestal) ($F_{(1,30)}=0,31$; $p=0,58$ para Cd; $F_{(1,30)}=0,37$; $p=0,55$ para Pb) **Figura 3**.

Tabela 2. Conteúdo de Cd e Pb ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) em solo (0-20 cm de profundidade), folhas de erva-mate *in natura* e erva-mate processada, em cultivos homogêneos (monocultivo) e em sistemas florestais (agroflorestal) nos polos produtores de erva-mate no estado do Rio Grande do Sul.

Metal	Amostras	Min	Max	Media	Desvio Padrão
<i>Cultivos homogêneos ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)</i>					
Cd	Solo	0,75	3,61	1,85	$\pm 0,85$
	Erva-mate <i>in natura</i>	0,08	1,94	0,43	$\pm 0,47$
	Erva-mate processada	0,11	2,34	0,64	$\pm 0,56$
Pb	Solo	6,50	20,63	14,41	$\pm 4,51$
	Erva-mate <i>in natura</i>	0,13	0,47	0,23	$\pm 0,11$
	Erva-mate processada	0,09	0,41	0,22	$\pm 0,10$
<i>Sistema de agrofloresta ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)</i>					
Cd	Solo	0,62	3,20	1,75	$\pm 0,94$
	Erva-mate <i>in natura</i>	0,10	1,51	0,46	$\pm 0,45$
	Erva-mate processada	0,18	1,45	0,67	$\pm 0,47$
Pb	Solo	7,90	17,94	13,06	$\pm 2,89$
	Erva-mate <i>in natura</i>	0,07	0,58	0,23	$\pm 0,13$
	Erva-mate processada	0,03	0,53	0,25	$\pm 0,16$

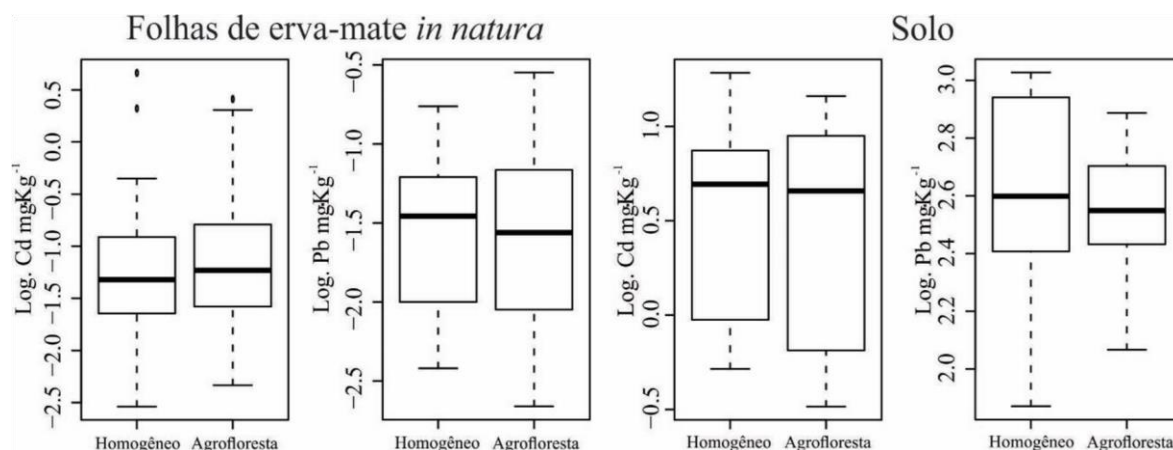


Figura 2. Concentração de Cd e Pb em folhas de erva-mate *in natura* (esquerda) e no solo (direita) em relação aos sistemas de cultivo adotados no estado do Rio Grande do Sul.

Conclusões

No presente estudo, não se evidenciou alterações significativas nos teores de Cd e Pb em folhas de erva-mate antes e após processamento.

O sistema de cultivo adotado (monocultivo ou sistema de agroflorestal) não diferem em relação aos teores de Cd e Pb em solo e em erva-mate.

Agradecimentos

Ao SINDIMATE-PR, SINDIMATE-SC e SINDIMATE-RS pelo financiamento da pesquisa. A Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Erechim pela infraestrutura.

Referências Bibliográficas

- ABITANTE, A. **Modelagem dinâmica e análise de um sistema de controle de umidade de folhas de erva-mate em secadores contínuos de esteira.** 2007. 78f. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, PR.
- ARAO, T. et al. Heavy metal contamination of agricultural soil and countermeasures in Japan. *Paddy and Water Environment*, v. 8, n. 3, p. 247-257, 2010. ISSN 1611-2490.
- BASTOS, D. H. M. et al. Essential oil and antioxidant activity of green mate and mate tea (*Ilex paraguariensis*) infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 19, n. 6, p. 538-543, 2006. ISSN 0889-1575.
- BENINCÁ, C. **Estabilidade do ácido 5-o-cafeoilquínico: relação entre a cinética química e o processamento de erva-mate.** 2009. Dissertação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil
- BRASIL. **Resolução RDC Nº 42, de 29 de Agosto de 2013.** OFICIAL, D. D. U. Brasil: Diário da União. 168: 35 p. 2013.
- CAMPOS, M. L. et al. Determination of cadmium, copper, chromium, nickel, lead and zinc in rock phosphates. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 4, p. 361-367, 2005. ISSN 0100-204X.
- CHAVEZ, E. et al. Chemical speciation of cadmium: An approach to evaluate plantavailable cadmium in Ecuadorian soils under cacao production. *Chemosphere*, v. 150, p. 57-62, 2016. ISSN 0045-6535.
- FACCHINELLI, A.; SACCHI, E.; MALLIN, L. Multivariate statistical and GIS-based approach to identify heavy metal sources in soils. *Environmental Pollution*, v. 114, n. 3, p. 313-324, 10// 2001.

ISSN 0269-7491. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749100002438> >.

- FREITAS, E. V. D. S. et al. Cadmium and lead availability to corn in soil amended with phosphorus fertilizers. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1899-1907, 2009. ISSN 0100-0683.
- GUPTA, D. et al. Role of phosphate fertilizers in heavy metal uptake and detoxification of toxic metals. **Chemosphere**, v. 108, p. 134-144, 2014. ISSN 0045-6535.
- HALLOY, S.; REID, J. Growing yerba mate. **Use of climate, soil and crop information for identifying potential land use change in the Hokianga and Western Kaipara Region**, p. 88-97, 2003.
- HE, Z. et al. Transport of heavy metals in surface runoff from vegetable and citrus fields. **Soil Science Society of America Journal**, v. 68, n. 5, p. 1662-1669, 2004. ISSN 14350661.
- LIU, J. et al. Uptake and translocation of Cd in different rice cultivars and the relation with Cd accumulation in rice grain. *Journal of Hazardous Materials*, v. 143, n. 1, p. 443-447, 2007. ISSN 0304-3894.
- MAR, S. S.; OKAZAKI, M. Investigation of Cd contents in several phosphate rocks used for the production of fertilizer. **Microchemical Journal**, v. 104, p. 17-21, 2012. ISSN 0026-265X.
- MEHMOOD, T. et al. Heavy metal pollution from phosphate rock used for the production of fertilizer in Pakistan. **Microchemical Journal**, v. 91, n. 1, p. 94-99, 2009. ISSN 0026265X.
- MORI, M. et al. Suppression of cadmium uptake in rice using fermented bark as a soil amendment. **Chemosphere**, v. 148, p. 487-494, 2016. ISSN 0045-6535.
- PAN, K.; WANG, W.-X. Trace metal contamination in estuarine and coastal environments in China. **Science of The Total Environment**, v. 421-422, p. 3-16, 4/1/ 2012. ISSN 0048-9697. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971100266X> >.
- PAN, L.-B. et al. Heavy metals in soils from a typical county in Shanxi Province, China: Levels, sources and spatial distribution. **Chemosphere**, v. 148, p. 248-254, 2016. ISSN 0045-6535.
- TEAM, R. D. C. A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing 2014.
- TILMAN, D. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 671-677, 2002. ISSN 0028-0836.
- TILLER, K. Heavy metals in soils and their environmental significance. In: (Ed.). *Advances in soil science*: Springer, 1989. p.113-142.
- TIPPING, E. et al. The solid-solution partitioning of heavy metals (Cu, Zn, Cd, Pb) in upland soils of England and Wales. **Environmental Pollution**, v. 125, n. 2, p. 213-225, 9// 2003. ISSN 0269-7491. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749103000587> >.
- VALDUGA, A. T.; BATTESTIN, V.; FINZER, J. R. D. Secagem de extratos de erva-mate em secador por atomização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 23, n. 2, p. 184-189, 2003.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE AMOSTRAS DE ERVA MATE PRODUZIDAS NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI-RS

Ilizandra A. Fernandes¹; Bruno Fischer²; Janaine Ferreira²; Kelly Tonkiel²;
Patrícia Griep²; Juliana Steffens¹

¹ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: iliizandrafernandes@yahoo.com.br

2

Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: Janaine_ferreira@outlook.com

Resumo: A erva mate tem importante papel econômico e cultural. É a matéria-prima do chimarrão sendo considerada uma bebida estimulante, muito consumida no Sul do Brasil, Argentina, Chile, Paraguai e Uruguai. Ao ser beneficiada, a erva-mate passa por diversos processos até a obtenção do produto final. Dentre esses processos o peneiramento é a etapa onde a sua granulometria é classificada. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi realizar análise granulométrica de 5 marcas diferentes de erva mate tradicional produzidas e comercializadas na região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul, chamadas de amostras A, B, C, D e E, para verificar a distribuição granulométrica das mesmas. Foram utilizadas 145 g de cada amostra, sendo submetidas ao peneiramento utilizando peneira vibratória, com peneiras Tyler de 9, 16, 20, 32, 35, 42, 60, 80, 115 e 270 meshs. A quantidade de material retido em cada peneira foi pesada e efetuada a distribuição granulométrica das amostras, onde os resultados obtidos revelaram semelhanças nas amostras. Os diâmetros médios das amostras foram A, B, C, D e E foram 308 µm, 361 µm, 322 µm, 340 µm e 364 µm, respectivamente. Pode-se concluir que apesar de serem amostras diferentes, ambas apresentam granulometria similar, indicando um padrão de erva mate tradicional das amostras analisadas.

Palavras-chave: Erva mate. Granulometria. Peneiramento.

Introdução

A erva-mate é uma planta originária da América do Sul, consumida em maiores proporções principalmente na Argentina, Paraguai, Chile, Uruguai e Brasil. Os produtos com erva-mate disponíveis no mercado são destinados para o consumo na forma de chimarrão, tererê e chá-mate. O hábito de se tomar o chimarrão passa de geração a geração, sendo iniciado já na infância. Culturalmente a preparação e ingestão da erva-mate foi assimilada pelos colonizadores europeus, estando atualmente bastante ligada na vida cotidiana das pessoas (VALDUGA et al 1997).

A atividade ervateira vem mostrando significativo crescimento, com aumento da área plantada e da produtividade, o que pode ser influenciado pela tendência de consumo de alimentos naturais e de maior valor nutritivo, além do resgate de aspectos culturais. Tal crescimento exige não só maiores quantidades de produto como também requer mais qualidade, logo a maior padronização e controle dos processos (JUNIOR, 2005).

Estima-se que a área destinada ao cultivo e à exploração da erva mate no Brasil seja de aproximadamente 700 mil hectares distribuídos em 180 mil propriedades localizadas em aproximadamente 480 municípios, além disso, do ponto de vista social, a erva mate tem gerado cerca de 700 mil empregos (EMBRAPA, 2017).

Segundo a RDC nº 277, de 22 de setembro de 2005, da ANVISA, a erva-mate é considerada como “o produto constituído exclusivamente pelas folhas e ramos de *Ilex*

paraguariensis St. Hil., obtido por processo de secagem e fragmentação destinado ao preparo de "chimarrão" ou "tererê". O mercado consumidor está cada vez mais exigente em relação a qualidade dos produtos e padronização dos mesmos. Uma maneira de verificar a padronização é realizando a análise granulométrica a qual consiste na determinação das dimensões das partículas e no tratamento estatístico dos dados obtidos. Basicamente, é necessário determinar as dimensões das partículas individuais e estudar a sua distribuição, quer pelo peso de cada classe dimensional considerada, quer pelo seu volume, quer ainda pelo número de partículas integradas em cada classe, utilizando peneiras padronizadas.

Neste sentido, o presente estudo teve o objetivo de realizar análise granulométrica de diferentes marcas de erva mate tradicional produzidas e comercializadas na região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul, e com base na pesquisa contribuir para a busca da padronização do produto e consequente melhor qualidade.

Metodologia

Foram analisadas cinco amostras de erva mate do tipo tradicional, produzidas e comercializadas na região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul, sendo identificadas como Amostras A, B, C, D e E. A determinação da granulometria das amostras foi realizada segundo metodologia da AOAC (2000). As amostras de erva mate foram submetidas ao peneiramento utilizando peneiras padronizadas Tyler, conforme apresentado na Tabela 1. Para cada amostra foram utilizadas 145 g. O peneiramento de cada amostra foi realizado em aproximadamente 5 min e a massa retida nas peneiras foi coletada e pesada em balança analítica.

Tabela 1: Serie de peneiras de Tyler.

Peneira (Mesh)	9	16	20	32	35	42	48	60	80	115	270
Diâmetro (µm)	2000	1000	850	500	425	355	300	250	180	125	53

Os valores do diâmetro médio das partículas foram obtidos através da Equação de Sauter (1):

$$dps = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{D_i} \right)}$$

Onde: dps é o diâmetro médio das partículas de Sauter; x_i é a fração que ficou retida no mesh e D_i é o diâmetro equivalente ao mesh.

Das frações retidas nas peneiras também foi realizada a distribuição granulométrica das amostras da erva mate.

Resultados e Discussão

O aspecto das amostras de erva mate tradicional após o peneiramento utilizando as séries de peneiras de Tyler, esta apresentada na Figura 1.

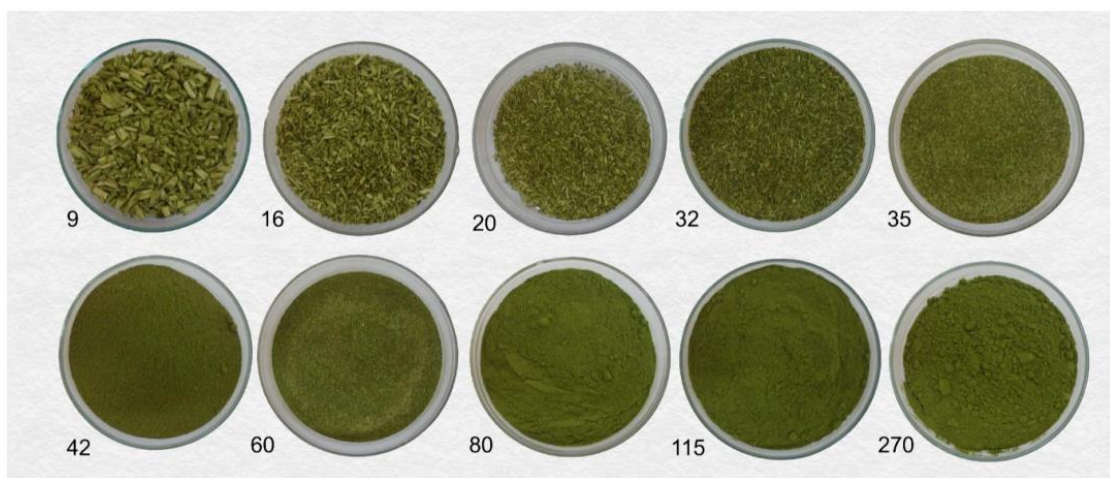


Figura 1. Imagem da distribuição granulométrica após o peneiramento, utilizando as séries de peneiras Tyler.

Segundo Mendes (2005) a granulometria das partículas da erva mate está relacionada com o processo de peneiramento e mistura do produto, que é um fator que diferencia as empresas. No caso das amostras analisadas, o diâmetro médio calculado para as amostras A, B, C, D e E foram, respectivamente: 308 μm , 361 μm , 322 μm , 340 μm e 364 μm . Comparando as amostras, observa-se que há uma variação elas, tendo em vista tratarem-se de diferentes marcas e consequentemente processos distintos, onde isto pode ser devido a quantidade de palitos e de erva mais finamente moída. Os percentuais de massa retida no peneiramento são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Percentual de massa retida em cada peneira para as amostras de erva mate.

Diâmetro (μm)	Massa retida (%)				
	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D	Amostra E
2000	12,06	14,71	15,30	17,55	10,52
1000	9,62	7,84	10,83	9,48	9,26
850	2,38	2,04	2,34	2,39	2,03
500	12,05	10,42	12,21	12,34	9,20
425	9,93	10,07	11,36	11,00	11,24
355	5,42	5,80	7,39	5,63	11,25
300	19,58	18,27	15,50	17,90	21,19
250	13,15	17,47	10,54	8,66	15,89
180	9,93	10,39	6,35	10,53	7,67
125	5,74	2,99	7,97	4,53	1,67
53	0,12	0,00	0,22	0,00	0,07

Verifica-se na Tabela 2 que as amostras de erva mate apresentaram massa retida em todas as peneiras com exceção das amostras B e D onde não houve retenção na peneira 270. Também observa-se que entre as amostras existe diferença no percentual de massa retida, o que se deve a serie de peneiras usada neste trabalho, pois há uma distância grande entre os meshs

utilizados, se tivessem sido usadas mais peneiras intermediárias, a percentagem de erva retida seria diferente.

A Figura 2 apresenta a distribuição de frequência em relação ao diâmetro para as amostras de erva mate.

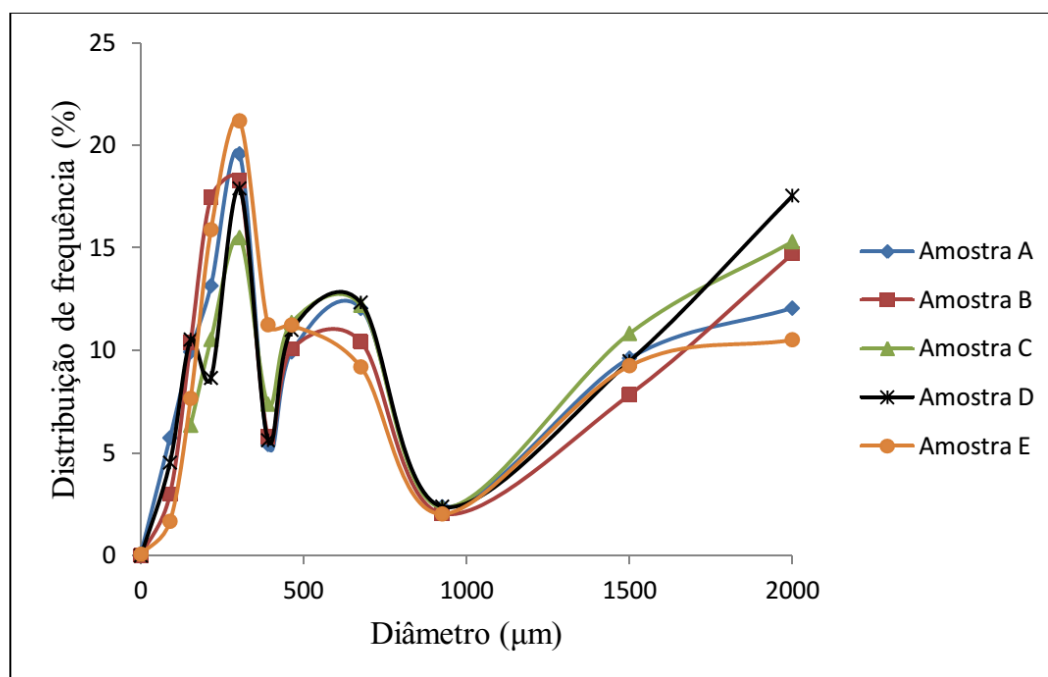


Figura 2. Gráfico de distribuição de frequência em relação ao diâmetro das partículas de erva-mate, para as amostras A, B, C, D e E.

Nesse caso, observou-se que todas as amostras apresentaram um comportamento semelhante quanto à quantidade de partículas retidas em cada mesh. Os maiores percentuais, de acordo com a Tabela 2 e Figura 2, estão mais próximos aos diâmetros de 302,5 μm, 675 μm, 462,5 μm e 2000 μm. Assim, os maiores diâmetros indicam presença de paus-ramos, os demais valores relacionam a presença de folhas trituradas com maior e menor intensidade (diâmetro intermediário e menor). De modo geral, houve contribuição maior das partículas de menores tamanhos para a determinação do diâmetro médio das partículas, calculado através da equação de Sauter.

Na Figura 3 apresenta a distribuição cumulativa em relação ao diâmetro das partículas de erva-mate.

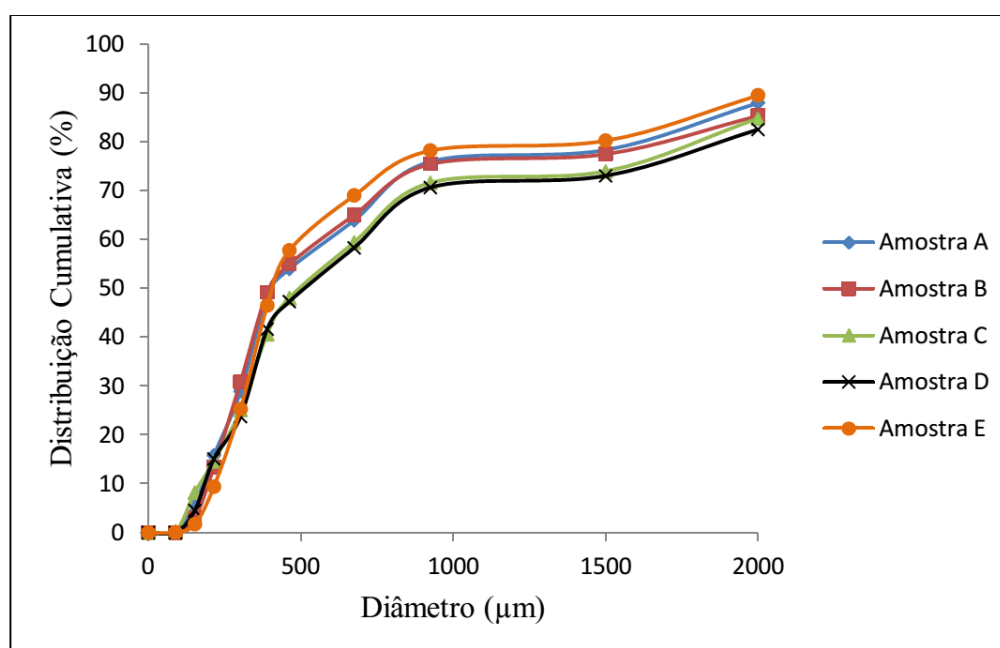


Figura 3. Gráfico de distribuição cumulativa em relação ao diâmetro das partículas de erva mate, para as amostras A, B, C, D e E.

A análise da distribuição cumulativa, representada na Figura 3, que mostra o percentual de massa que passou através de cada peneira, também indica uma tendência semelhante entre as amostras. De modo que, para a determinação realizada, 50 % das partículas ficaram retidas nas peneiras de mesh menor que 500 µm, confirmando a influência das partículas de menor tamanho sobre o diâmetro médio das partículas. Essa reduzida granulometria, de acordo com Berté (2011), possibilita maior interação com o solvente (água) e fornece uma maior extração de sólidos solúveis, no caso das amostras analisadas as partículas menores contribuem para essa extração. E para Junior (2005), segundo seus estudos, existe também a influência das partículas maiores, as quais facilitam a infiltração de água no mate, favorecendo o umedecimento durante o consumo do chimarrão.

Conclusões

Pode-se concluir com este trabalho que a distribuição granulométrica e cumulativa das amostras avaliadas foram semelhantes, indicando que independente da marca de erva mate tradicional estudada, obtiveram uma granulometria semelhantes.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à URI-Erechim pelo apoio e infraestrutura.

Referências Bibliográficas

- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 277, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico para Café, Cevada, Chá, Erva -mate e produtos solúveis”. Diário Oficial da União, Poder executivo, 23 set. 2005.
- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC Internacional. v.2, 17th ed. Gaithersburg: AOAC, 2000.
- BERTÉ, K. A. S. Tecnologia da erva-mate solúvel. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2011.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Cultivo da erva mate. Disponível em < <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/home> > Acesso em 19 mar. 2017.
- JUNIOR, A. M. Análise do Pré-processamento da erva-mate para chimarrão. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, 2005.
- MENDES, R. M. O. Caracterização e Avaliação da erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil.), beneficiada no estado de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.
- VALDUGA, E.; FREITAS, R. J. S.; REISSMAN, C. B.; NAKASHIMA, T. Caracterização Química da folha de *Ilex Paraguariensis* St. Hil. (Erva-mate) e de outras espécies utilizadas na adulteração mate. B. CEPPA, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 25-36, jan./jun. 1997.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA EM AMOSTRAS DE ERVA-MATE CANCHEADA (*Ilex paraguariensis*) PROCESSADA POR UMA ERVATEIRA DO MUNICÍPIO DE CANOINHAS – SC

Juliane S. Brehmer¹; Mariana W. de Carvalho²; Andressa M. M. Babirescki³; Silvana F. Sant'ana⁴

¹ Professor. Universidade do Contestado, UnC Canoinhas. Rua Roberto Ehlke, 86, Centro, Canoinhas-SC, Brasil. Email: juliane@unc.br

² Professor. Universidade do Contestado, UnC Canoinhas. Rua Roberto Ehlke, 86, Centro, Canoinhas-SC, Brasil. Email: mariana@unc.br

³ Graduando. Universidade do Contestado, UnC Canoinhas. Rua Vidal Ramos, 655, Apto. 703, Centro, Canoinhas-SC, Brasil. Email: andressamuller4@gmail.com

⁴ Graduando. Universidade do Contestado, UnC Canoinhas. Rua Leonel Barcelos, 129, Centro, Canoinhas-SC, Brasil. Email: fernandessilvana@gmail.com

Resumo: A erva-mate é uma planta nativa da América do Sul, com propriedades nutritivas e fisiológicas, consumida na forma de chimarrão, tereré e chá mate. Por ser um alimento o controle de qualidade e higiene é fundamental, pois o produto deve ser seguro para quem produz, consome e para o meio ambiente. Antes de ser consumida a erva-mate passa por dois processos de produção o cancheamento e o beneficiamento. O cancheamento se refere às etapas de sapeco, secagem e cancheamento, e o beneficiamento às etapas de secagem, separação e mistura (formação dos tipos especiais de erva-mate para comercialização). O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade microbiológica da erva-mate cancheada processada por uma ervateira no município de Canoinhas – SC, sendo realizada a contagem de Coliformes totais e termotolerantes e de bolores e leveduras. Foram obtidas seis amostras de erva-mate cancheada, sendo três amostras de erva-mate verde e três amostras de erva-mate descansada, e que seriam posteriormente beneficiadas pela empresa em questão. As amostras de erva-mate cancheada verde foram aprovadas nas análises microbiológicas e as amostras de erva-mate cancheada descansada foram reprovadas nas análises microbiológicas para contagem de coliformes totais e termotolerantes. Quanto à contagem de bolores e leveduras, todas as amostras estão dentro do limite estabelecido pelo Uruguai e Chile, países importadores deste produto.

Palavras-chave: Erva-mate cancheada. Coliformes totais e termotolerantes. Bolores e Leveduras. *Escherichia coli*.

Introdução

A erva-mate é uma planta nativa da América do Sul, com propriedades nutritivas e fisiológicas. Seu consumo foi iniciado pelos povos indígenas e logo adotado pelos colonizadores do novo mundo. Hoje a erva-mate está incorporada aos hábitos alimentares dos brasileiros, em particular no Sul do Brasil, onde se destaca o consumo na forma de chimarrão (Maccari Junior, 2005).

Apesar do grande consumo praticamente *in natura* da erva-mate como chimarrão e tereré, também são extraídos outros produtos utilizados na indústria alimentícia, farmacêutica e química, como os chás de mate e extratos, que tem aplicação como componente intermediário nestas indústrias (Daniel, 2009).

O processo de produção da erva-mate no Brasil é formado por dois ciclos, o cancheamento e o beneficiamento. O ciclo do cancheamento se compõe por três etapas: sapeco (branqueamento), secagem e cancheamento (trituração), resultando na erva cancheada. E o ciclo do beneficiamento se constitui por três operações fundamentais: retificação da umidade (por secagem), separação (folhas e palitos) e mistura (formação dos tipos especiais de erva-mate para comercialização) (Malheiros, 2007).

A erva-mate está classificada como um produto alimentício, e como tal deve seguir parâmetros que assegurem sua qualidade e segurança do consumo. Um dos parâmetros que determinam a qualidade dos alimentos são as características microbiológicas do produto ou matéria-prima. Desta forma, as análises microbiológicas permitem avaliar o alimento quanto às condições a que ele foi submetido, como o processamento, o armazenamento, a distribuição, a vida útil e também os riscos à saúde os quais a população possa ser exposta (Pariz, 2011).

O grupo coliformes inclui espécies de bactérias que podem ser encontradas no trato intestinal de humanos e animais de sangue quente, bem como no solo, podendo ser diferenciadas em coliformes totais e fecais, também chamados de termotolerantes. O índice de coliformes totais avalia as condições higiênicas, sendo que altas contagens indicam contaminação pós-processo, tratamentos térmicos ineficientes ou multiplicação durante o processamento e estocagem. A taxa de coliformes fecais é empregada como indicador de contaminação fecal e avalia as condições higiênico-sanitárias deficientes, pois grande parte da população deste grupo é constituída de *Escherichia coli* (Oliveira *et al.*, 2013).

Outra análise realizada no controle de qualidade de alimentos é a contagem de bolores e leveduras, que tem como objetivo estimar a validade de determinado produto alimentício. Alta contagem destes microrganismos tem como consequência a deterioração ou redução da vida útil do alimento. Embora considerados indicadores de contaminação, quantificar estes fungos é fundamental para avaliar a qualidade de produtos armazenados, principalmente cereais e preparados para infusão como a erva-mate, em virtude do potencial micotoxigênico de algumas espécies de bolores (Lazzaretti *et al.*, 2000).

A má qualidade microbiológica também pode indicar más condições higiênicas de produção, no armazenamento ou no transporte, sabe-se que uma alta contagem destes grupos de microrganismos nos alimentos significa que houve uma falha na manipulação e higienização da matéria-prima, produto ou embalagem, podendo vir a oferecer riscos ao consumidor. Sendo assim, objetivou-se no presente trabalho avaliar os parâmetros microbiológicos da erva-mate cancheada verde e descansada processada por uma ervateira do município de Canoinhas – SC, através das análises de contagem de Coliformes totais e Coliformes termotolerantes, contagem de bolores e leveduras e comparar os resultados obtidos se estão de acordo com a exigência da legislação.

Metodologia

Este trabalho foi realizado no mês de agosto de 2016, no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade do Contestado (UnC), Campus Canoinhas, onde foi utilizado amostras de seis lotes de erva-mate cancheada verde e descansada, processada por uma ervateira de Canoinhas. As análises realizadas foram de contagem de Coliformes totais e Coliformes termotolerantes e contagem de bolores e leveduras e foram realizadas em triplicata, seguindo a metodologia utilizada por Silva *et al.* (1997) de acordo com os métodos de análises aprovados pelo *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC), conforme recomendado pela RDC nº 12 de 2001 (Brasil, 2001).

As amostras foram coletadas seguindo procedimento padrão de amostragem da ervateira, e foram acondicionadas em pacotes de um quilo fornecidos pela empresa e identificadas como amostra 1, 2 e 3 as amostras de erva-mate cancheada descansada e amostra 4, 5 e 6 as amostras de erva-mate cancheada verde. A erva-mate verde é caracterizada como erva-mate recém-colhida evitando-se assim a deterioração da matéria-prima, e a erva-mate descansada se caracteriza por ter um prazo de estocagem superior a 6 meses, onde desenvolve-se sabor e odor característicos. Ambas passam pelo primeiro processo, o cancheamento, realizado pelos fornecedores em suas propriedades, faltando o beneficiamento, que é realizado pela empresa em questão.

Cada um dos lotes da ervateira em questão tem 150 toneladas e é disposto em camadas, perfazendo, em média, 25 camadas em cada lote, e são compostos de ervas de diferentes procedências

(cancheadores externos). Referente aos lotes analisados, 50% da matéria prima de cada lote é do cancheador do município de Canoinhas e os outros 50% são de cancheadores de municípios diferentes do estado de Santa Catarina e Paraná. O destino destes lotes de erva-mate após o beneficiamento é a exportação tendo como principais países o Uruguai e Chile. A empresa também trabalha com mercados da Alemanha, Coreia do Sul e Venezuela.

Para a contagem de Coliformes totais, foi utilizado o método do Número Mais Provável (NMP). Com diluições seriadas inoculadas em caldo Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) como prova presuntiva. Para a confirmação de coliformes totais foi utilizado meio de cultura Caldo Verde Brilhante Bile (VB). E para confirmação de coliformes termotolerantes o caldo *E. coli* (EC), sendo o resultado determinado o NMP/g em tabelas apropriadas. Para a confirmação de *E. coli* foi utilizado o Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB), com observação de colônias típicas de *E. coli*, que são com o centro preto, com ou sem brilho metálico, as quais foram submetidas a provas bioquímicas para sua confirmação. Para a contagem total de bolores e leveduras, foi utilizado o método de plaqueamento em superfície em Ágar Batata Dextrose Acidificado, onde foi realizada a contagem UFC/g.

Resultados e Discussão

De acordo com as análises realizadas da erva-mate cancheada, três das seis amostras apresentaram resultados confirmatórios para a *Escherichia coli*, que é um microrganismos patogênico. Quanto a contagem de bolores e leveduras todas as amostras estão dentro do estabelecido para este tipo de alimento. Os resultados obtidos nas análises de cada amostra podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados obtidos em análises microbiológicas de amostras de erva-mate cancheada processada por uma ervateira do município de Canoinhas - SC.

Amostras/ Legislação	Coliformes Totais (NMP/g)	Coliformes Termotolerantes (NMP/g)	<i>E. coli</i>	Bolores e Leveduras (UFC/g)
Amostra 1	≥ 2.400	1.260	Presença	9,6 x 10 ³
Amostra 2	≥ 2.400	≥ 2.400	Presença	3,9 x 10 ³
Amostra 3	≥ 2.400	≥ 2.400	Presença	4,5 x 10 ⁴
Amostra 4	< 3	< 3	Ausência	1,3 x 10 ⁴
Amostra 5	< 3	< 3	Ausência	1,5 x 10 ⁴
Amostra 6	< 3	< 3	Ausência	4,6 x 10 ³
Legislação Brasileira¹	—	1.000	Ausência	—
Legislação Uruguia e Chilena²	—	—	—	10 ⁵

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

¹ RDC nº 12 de 2001 (Brasil, 2001)

² Farmacopéia Européia 7.0 (Farmacopéia Européia, 2016)

As amostras 1, 2 e 3, compostas de erva-mate cancheada descansada, apresentaram números elevados de coliformes totais, sendo os resultados de contagem no limite máximo do método. Para contagem de coliformes totais não existe limite estabelecido pela legislação, mas sua contagem é realizada como um indicativo de qualidade e higiene no processo de manipulação dos alimentos, sendo portanto este parâmetro considerado insatisfatório para estas amostras. Já as amostras de erva-

mate verde (amostras 4, 5 e 6) apresentaram o limite mínimo do método, e estas amostras pode ser consideradas como boa qualidade higiênica.

Referente aos coliformes termotolerantes, as amostras 1, 2 e 3 não estão dentro do padrão microbiológico estabelecido pela Resolução-RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Ministério da Saúde, a qual estabelece para chá e produtos similares, obtidos por processamento térmico (torração e processos similares), consumidos após tratamento térmico (infusão e decocção), com ou sem adição de açúcar e outros ingredientes, limite máximo de 10^3 NMP/g para coliformes a 45°C. As amostras 4, 5 e 6 foram aprovadas quanto a contagem de coliformes termotolerantes, consideradas aptas ao consumo humano (Brasil, 2001).

A presença de coliformes termotolerantes em níveis inaceitáveis indica má condição higiênico-sanitária dos alimentos e dos locais de preparação e/ou armazenamento. Isso é um problema que influencia na vida útil dos alimentos e consequentemente na sua qualidade (Pazianotti *et al.*, 2010).

Em relação à pesquisa de *Escherichia coli*, também as três amostras de erva-mate cancheada descansada apresentaram esse microrganismo. A presença de *E. coli*, principal representante dos coliformes termotolerantes, representa contaminação de origem fecal. Essa bactéria é considerada como a indicadora mais específica de contaminação fecal recente e da eventual presença de outros organismos patogênicos (Moutra Filho *et al.*, 2007). Já as amostras de erva-mate cancheada verde apresentaram-se livres deste microrganismos patogênico.

Quanto a contagem de bolores e leveduras, anteriormente estava em vigor no Brasil a portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997, que estabelecia contagem inferior 5×10^3 UFC/g, para bolores e leveduras neste tipo de produto, mas esta portaria foi substituída pela Resolução-RDC nº 12, de janeiro de 2001, onde exclui esta análise nas amostras de erva-mate (Brasil, 2001).

Como as amostras utilizadas para as análises são de lotes que serão exportados para o Chile e Uruguai, os resultados são comparados com o limite estabelecido por estes países que seguem a Farmacopeia Europeia 7.0, onde estabelece limite de 10^5 UFC/g, sendo assim as amostras analisadas estão de acordo com os limites exigidos para estes países (Farmacopéia Europeia, 2016).

A ervateira que forneceu as amostras para realizar as análises deste trabalho possui Manual de Boas Práticas, onde informa que quando adquirem a matéria prima, ou seja, a erva-mate cancheada, é retirada uma amostra de 500g para análise de metais pesados, residual de agrotóxicos e para análise microbiológica de fungos e bactérias (coliformes fecais), porém se as amostras forem reprovadas apenas nas análises microbiológicas os lotes não são rejeitados ou recompostos, pois essa inconformidade apresenta solução, pois trata-se ainda de erva-mate cancheada que será posteriormente beneficiada, quando processam novamente a erva-mate com uso do calor, onde caso sejam aplicados temperatura em tempo adequado podem eliminar os microrganismos identificados neste estudo.

O calor é um dos métodos mais empregados para inativar microrganismos. Estes são considerados inativados quando perdem de forma irreversível, a capacidade de se multiplicar. A temperatura de inativação da *E. coli* depende de vários fatores, principalmente do tipo de substrato/alimento em que ele se encontra e da carga microbiana inicial. Para Juneja *et al.* (2008,) em seus estudos com este microrganismo presente na carne, a inativação ocorreu à temperatura de 55°C por um tempo de 67 minutos, ou na temperatura de 62,5°C por 2 minutos. Fogolari, Reis & Philippi (2012) encontraram um valor de destruição a 55°C por 3,61 minutos em resíduos de lodo, e afirma que a resistência da bactéria é reduzida consideravelmente em temperaturas acima de 55°C. Há dados literários onde afirmam que a temperatura letal para *E. coli* é qualquer acima de 45,5°C (Morelli, 2008). Recomenda-se portanto a realização de testes com produto usando temperaturas acima de 45,5°C a fim de adequar tempo e temperatura de tratamento para a erva mate cancheada a fim de minimizar possíveis perdas sensoriais e garantir a segurança microbiológica do produto.

Como procedimento padrão desta ervateira, a erva-mate cancheada é armazenada nos galpões da própria ervateira em sacos de rafia, com até 30kg, em local seco e ventilado, perfazendo cada lote

com aproximadamente 150 toneladas, obedecendo todos os parâmetros exigidos pela fiscalização sanitária. Somente 2% do total de produtos da empresa é composto de erva-mate verde, sendo quase a totalidade de erva-mate descansada, a qual os lotes ficam armazenados por período de 6 a 12 meses, após este período a erva-mate passa pelo processo de beneficiamento. Finalizando todo o processamento realizado pela ervateira uma nova análise microbiológica é feita para que possa ser exportada a erva-mate, e nesse momento as análises não podem apresentar nenhuma inconformidade.

No caso dos lotes de erva-mate cancheada descansada deste estudo, ocorreu excepcionalmente um procedimento diferenciado, sendo que a erva-mate cancheada foi armazenada por um período de três meses no galpão do próprio cancheador, pois nesse período a ervateira estava em obras de expansão de sua capacidade de produtiva. É sugestivo que a presença de bactéria termotolerante nas amostras de erva-mate cancheada descansada pode ter surgido neste período, pois como observado em visita à ervateira, o barracão da mesma segue todos os parâmetros estabelecidos pelo setor de vigilância sanitária de alimentos. Outro fator de possível contaminação pode ser o caminhão de transporte da erva-mate do estabelecimento cancheador até a indústria ervateira, que carrega outros tipos de alimento.

Conclusões

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que:

- As amostras de erva-mate cancheada verde estão em conformidade quanto aos parâmetros de microbiológicos para contagem de coliformes totais, termotolerantes e presença de *E. coli*. Estas mesmas amostras obtiveram contagem mínimas para coliformes totais o que indica boa qualidade de higiene no processo de armazenamento deste lote de erva-mate.

- As amostras de erva-mate cancheada descansada apresentam discordância com a legislação que define os padrões microbiológicos de alimentos no Brasil, pois estas amostras reprovaram nas análises microbiológicas para contagem de coliformes termotolerantes e presença de *E. coli*. Estas amostras também apresentaram números elevados na contagem de coliformes totais e mesmo não havendo limite estabelecido pela legislação, é indicativo de má qualidade de higiene no processo de armazenamento da erva-mate descansada.

- Quanto a análise de bolores e leveduras todas as mostras de erva-mate cancheada verde e descansada apresentaram conformidade com o limite estabelecido pelo Uruguai e Chile, onde estabelecem limite de 10^5 UFC/g para bolores e leveduras presentes em amostras de erva-mate.

A ervateira que forneceu as amostras para análises realiza apenas uma parte do processo de produção da erva-mate, pois a ervateira compra a matéria prima já cancheada, dessa forma realizam em sua planta industrial apenas o processo de beneficiamento. O processo de beneficiamento pode reverter problemas de qualidade microbiológica da erva-mate cancheada, pois em uma destas etapas faz-se uso do calor, e se este for adequado pode eliminar os microrganismos identificados no presente trabalho.

O controle de qualidade dos alimentos é de grande importância e é uma das principais funções do profissional farmacêutico na indústria de alimentos. Sendo assim, realizar este controle seguindo corretamente todos os métodos e legislações vigentes é imprescindível para garantir a qualidade e a segurança do alimento, para que este não venha trazer nenhum problema de saúde ao consumidor.

Agradecimentos

Agradecemos a instituição, Universidade do Contestado, pelo apoio a pesquisa e realização deste trabalho, e também a Ervateira Seleme por abrir as portas e expor seus processos de forma clara e objetiva. Ressaltamos que a interação entre comunidade/empresa e a universidade é essencial para consolidação do tripé ensino-extensão-pesquisa previsto constitucionalmente.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Resolução - RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Diário Oficial da União, 2001.**
- DANIEL, Omar. Erva-mate: sistema de produção e processamento industrial. Dourados: UFGD/UEMS, 2009.
- FARMACOPÉIA EUROPÉIA, 7th edition. Strasbourg: Council of Europe, 2016.
- FOGOLARI, Odinei; REIS, Crisleine Zottis; PHILIPPI, Luiz Sérgio. Determinação de parâmetros cinéticos da inativação térmica de *Escherichia coli* em iodo de esgoto. Florianópolis: UFSC, 2012.
- JUNEJA, Vijay k, et al. Thermal Destruction of *Escherichia coli* O157:H7 in Sous-Vide Cooked Ground Beef as Affected by Tea Leaf and Apple Skin Powders. Pennsylvania: Journal of Food Protection, 2008.
- LAZZARETTI, Katia E. Saatkamp, et al. Comparação Entre Os Meios De Cultura Para Contagem De Fungos No Controle Microbiológico De Erva-mate. Curitiba: UFPR, 2000.
- MACCARI JUNIOR, AGENOR. Análise Do Pré-Processamento Da Erva-Mate Para Chimarrão. Campinas: UNICAMP, 2005.
- MALHEIROS, Gisela Cabral. Estudo da Alteração da Cor e Degradação da Clorofila Durante Armazenagem de Erva-mate Tipo Chimarrão. Santa Maria: UFSM, 2007.
- MORELLI, Ana Marcia de Faria. *Escherichia coli* O157:H7: Ocorrência em ambiente de produção de leite na micro região de Viçosa, adesão em diferentes superfícies e resistência a sanitizantes. Viçosa: UFV, 2008.
- MOURA FILHO, Leonardo Gadelha Malta. et al. Enumeração e pesquisa de *Vibrio* spp. e coliformes totais e termotolerantes em sashimis de atum e vegetais comercializados na região metropolitana do Recife, Estado de Pernambuco. Recife: UFRPE, 2007.
- OLIVEIRA, Edneide Souza. et al.; Pesquisa De Coliformes Totais E Termotolerantes Em Águas Minerais Envasadas, Comercializadas Na Cidade Do Recife-Pe. Recife: UFRPE, 2013.
- PARIZ, Kelimar Levis. Avaliação Da Qualidade Microbiológica De Polpas De Frutas. Bento Gonçalves: IFRS, 2011.
- PAZIANOTTI Laíse, et. al. Características microbiológicas e físico-químicas de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de arapongas-PR. Londrina: UNOPAR, 2010.
- SILVA, Neusely; et al. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos. São Paulo: Logomarca Varela, 3º edição, 1997.

ESTUDIO DEL PERFIL TÉRMICO DEL AGUA CALIENTE DURANTE EL CONSUMO DEL MATE

Andrea C. Alegre ⁽¹⁾, Nancy N. Lovera ⁽²⁾, Silvana N. Capellari ⁽³⁾, Jose C. Hedmann ⁽⁴⁾,
Miguel E. Schmalko ⁽⁵⁾

¹ Investigadora. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. Email: alegrecarolinaa@gmail.com

² Profesora e Investigadora. Instituto de Materiales de Misiones, CONICET; Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. Email: lovera.nancy.noel@gmail.com

³ Estudiante. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. Email: scapellari11@gmail.com

⁴ Profesor/Investigador. Facultad de Ingeniería, UNaM, Oberá, Misiones, Argentina. Email: jcohedman@yahoo.com.ar

⁵ Profesor/Investigador. Instituto de Materiales de Misiones, CONICET; Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. Email: mesh@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: El objetivo del trabajo fue medir la temperatura con la que el agua llega a la boca bajo diferentes condiciones de consumo del mate caliente. La forma habitual de consumo de esta bebida es muy variable, ya que se utilizan recipientes de diferentes materiales, cantidades diferentes de yerba y diferentes temperaturas del agua. El trabajo consistió en medir la temperatura del extracto durante la “mateada” de consumidores habituales. Para esto se desarrollaron dos bombillas sensores de temperatura. Los sensores fueron instalados en tres puntos de una bombilla de acero inoxidable. Se desarrolló además un programa escrito en lenguaje Java para la adquisición de datos de temperatura cada 2 segundos. Las variables y niveles considerados para los ensayos con los sensores fueron la temperatura del agua (°C) (70, 80, 90), cantidad de yerba (g) (30, 40, 50), frecuencia de cebada (min) (0,5, 1, 2) y material del mate (calabaza, madera, metal, porcelana, vidrio). A los evaluadores se les presentó los recipientes con yerba, la bombilla con sensor, la Tablet y un termo con agua caliente, y según cada experiencia se modificaban diferentes condiciones. Una vez obtenido el registro de temperaturas de cada experiencia se calcularon las temperaturas promedio y máxima de cada uno. Se encontró que los parámetros cantidad de yerba, temperatura del agua y frecuencia de cebada influyen significativamente sobre la temperatura alcanzada por el pico de la bombilla. No se encontró diferencia significativa entre la media de la temperatura máxima alcanzada en el pico de la bombilla para los diferentes materiales de mate. En todos los casos estudiados, la temperatura máxima alcanzada en el pico de la bombilla no superó los 60°C (variando entre 42°C y 60°C); mientras que la temperatura media varió entre 55°C y 37°C.

Palabras clave: Mate caliente. Perfil térmico. Temperatura del agua.

Introducción

La Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) es una planta de la región central del MERCOSUR (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay). De sus hojas y ramas se elabora una bebida muy consumida en esa región, el mate.

Las formas tradicionales de consumo son el mate caliente, el mate frío o tereré y en saquitos. De estas tres formas de consumo el mate caliente es el que tiene el consumo más frecuente.

El consumo de alimentos y bebidas calientes siempre tuvo cuestionamientos por parte de la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) debido a que se consideran potencialmente riesgosas para el desarrollo de cáncer, principalmente de esófago.

En el año 2016, la IARC realiza una nueva revisión sobre el consumo de café y mate caliente (Monograph 116 de la IARC). En la misma, luego de considerar los artículos publicados existentes, se llega a la conclusión de que estas bebidas pueden ser potencialmente cancerígenas si son

consumidas a una temperatura por encima de 65 °C (por ej. el mate muy caliente) fueron clasificadas en el Grupo 2^a “probablemente carcinogénicas a los humanos”. Mientras que el mate no muy caliente, fue clasificado como “no carcinogénico a los humanos (Grupo 3).

La temperatura a la que se calienta el agua para ser utilizada en el mate, varía entre 65 y 95 °C (Ramallo ET AL., 1998; Pagliosa et al., 2009; Islami et al., 2009; Santa Cruz et al., 2009). Pero la forma particular de consumo que tiene el mate caliente, hace que la temperatura a la cual se ingiere esta infusión sea mucho menor. La yerba mate se prepara en recipientes que varían entre 100 y 300 cm³. En ese recipiente, que puede ser de diversos materiales, se introduce una cantidad de yerba mate que varía entre 20 y 100 g. El agua caliente es vertida sobre el material sólido, yerba mate, (unos 30 ml) y es succionada con una bombilla hasta completar aproximadamente 1 l.

El material sólido se encuentra a temperatura ambiente, entonces se tiene una disminución de la temperatura del agua por el efecto de la mezcla. Al elevarse la temperatura de la mezcla sólido-agua, se tienen pérdidas de calor a través del recipiente. También al succionarse, se tiene una gran pérdida de calor a través de la bombilla, que generalmente es metálica. Esto hace que la temperatura a la que se succiona la infusión, sea mucho menor que la que tenía el agua al verterse sobre el sólido.

Es de esperar que todas estas variables, como también la periodicidad del consumo, influyan en la temperatura en que el agua se introduce a la boca. No se encontraron trabajos publicados en los cuales se mida la temperatura real con la que se introduce la infusión a la boca durante el consumo del mate.

El objetivo de este trabajo fue medir la temperatura con la que llega el agua a la boca bajo diferentes condiciones de consumo, teniendo en cuenta la temperatura a la que se calienta el agua, el material del mate, la cantidad de yerba y frecuencia de cebada.

Materiales y métodos

Adquisición de datos

Con la finalidad de medir la temperatura del agua del extracto durante el consumo de mate en consumidores habituales se utilizaron sensores de temperatura y adquisidores de datos. Los sensores fueron instalados en tres puntos de las bombillas de acero inoxidable, de tal manera de medir la temperatura en la yerba dentro del recipiente (Sensor 1 de la Fig.1), la entrada de la bombilla o filtro (Sensor 2) y la salida de la bombilla (Sensor 3). Se utilizaron termómetros digitales con una precisión de +/- 0,5 °C y un rango de temperatura de trabajo de -55 a 125 °C.

Un programa (software) escrito en lenguaje Java fue desarrollado para la adquisición de datos de temperatura cada 2 segundos. El software contó con una interface amigable en la cual el consumidor puede seleccionar digitalmente su preferencia acerca de la temperatura del extracto. Dos computadoras tipo Tablet de 10’’ con sistema operativo Windows 8.1 fueron utilizados.

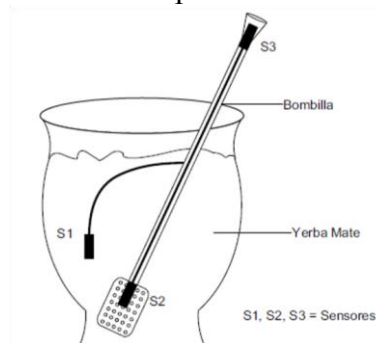


Figura 1. Equipo de medición de la temperatura de consumo del mate.

Metodología de trabajo

En cada experiencia los evaluadores debieron realizar el siguiente procedimiento:

1) Añadir 100 ml de agua, 2) Succionar el extracto de forma habitual, 3) Esperar un minuto, 4) Repetir la operación tres veces, 5) Repetir el procedimiento por cada muestra y 5) Marcar su percepción respecto a la temperatura del extracto para cada muestra.

Para estudiar la influencia de la cantidad de yerba y la temperatura del agua, a cada evaluador se le presentaron 3 recipientes de porcelana con diferentes cantidades de yerba mate (30, 40 y 50 g) y agua a una sola temperatura. Se realizaron tres pruebas a temperaturas diferentes: 70, 80 y 90°C.

Para estudiar la Influencia del material del mate, a cada evaluador se le entregaron cinco mates de distintos materiales (porcelana, metal, madera vidrio y calabaza) con 40g de yerba y agua de una temperatura de 80°C.

Para estudiar la Influencia de la frecuencia de cebada, a los evaluadores se les proveyeron tres mates de porcelana con 40g de yerba, un termo con agua a 80°C. Se utilizaron 3 frecuencias de cebada, con intervalos de 0,5, 1 y 2 min.

Resultados y discusión

De las mediciones con los sensores se obtuvieron curvas de temperatura en función del tiempo mediante los datos registrados por la bombilla sensor (Figura 2).

Se puede observar que la temperatura del sensor que se ubica en la yerba mate (curva superior) y la del sensor localizado en el filtro siguen un mismo perfil con valores similares; mientras que la del sensor localizado en el pico tiene un perfil muy diferente y es menor en más de 15°C respecto a las anteriores. Este último perfil de temperatura tiene elevaciones rápidas de temperatura cuando se realiza la succión y luego un lento descenso; repitiéndose en las dos succiones posteriores.

Analizándose los valores de temperatura máxima alcanzada en el sensor del pico en todas las experiencias, se encontró un rango que variaba entre 42°C y 60°C (en ningún caso superó este valor); mientras que la temperatura promedio de todas las experiencias en el sensor del pico durante el consumo variaron entre 37 °C y 55°C.

Para estudiar la influencia de la cantidad de yerba, se realizaron ensayos con 9 catadores con 30, 40 y 50 g de sólido en el recipiente. Se utilizó un mate de porcelana, una temperatura de 80°C y una frecuencia de cebada de un mate cada 1 min.

En las experiencias realizadas no se encontraron diferencias significativas, para un nivel de confianza del 95,0%, entre las temperaturas máximas en el pico para las tres cantidades de yerba utilizadas. Las temperaturas máximas del pico variaron entre 50 y 56 °C. Un resultado similar se encontró cuando se comparó la temperatura media del pico durante el proceso de consumo. Las temperaturas medias del pico variaron entre 45 y 50 °C.

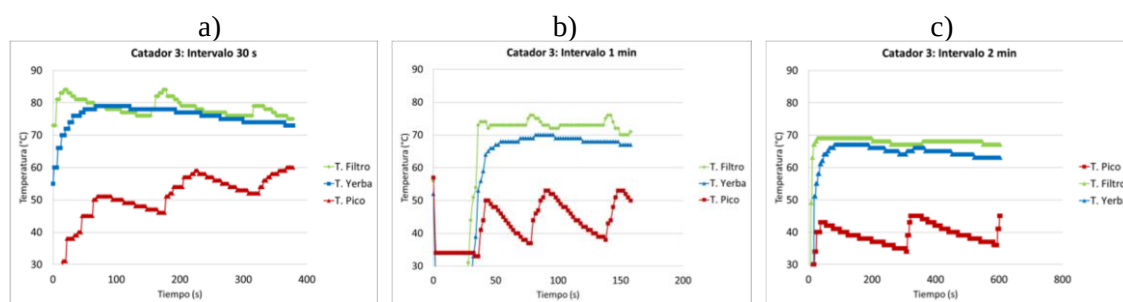


Figura 2. Perfil térmico de los tres sensores (°C), localizados en la yerba mate (a 1 cm de la bombilla), en el filtro y en el pico de la bombilla, para tres intervalos de cebada: a= 0.5 min; b= 1 min y c= 2 min.

Para estudiar la influencia del material del mate, se realizaron ensayos con 9 catadores, utilizando cinco materiales diferentes (calabaza, madera, metal, porcelana y vidrio) con 50 g de yerba mate, agua a la temperatura de 80°C y una frecuencia de cebada de un mate cada 1 min. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las temperaturas máximas utilizando diferentes materiales. Las mismas variaron entre 49 y 56°C. Un resultado similar se encontró cuando se comparó la temperatura media del pico durante el proceso de consumo. Las temperaturas medias del pico variaron entre 45 y 50 °C.

La influencia de la temperatura del agua y cantidad de sólido se estudió en forma simultánea. Para ello, se realizaron ensayos con 9 catadores para estudiar en forma conjunta la temperatura del agua (70, 80, y 90°C) y la cantidad de sólido utilizada (30, 40 y 50 g). Al realizar un análisis de varianza considerando tanto la temperatura máxima alcanzada como la temperatura promedio en el pico se encontró que ambos factores (temperatura del agua y cantidad de sólido) influyeron sobre las mismas ($P < 0.05$). En la Figura 3 se puede observar la influencia de la temperatura del agua tanto sobre la temperatura máxima como la temperatura media. Como era de esperar, la temperatura en el pico aumenta al aumentar la temperatura del agua, pero se encuentra muy poca dispersión entre los catadores para cada nivel de temperatura (menores $\pm 1^\circ\text{C}$ tanto para la temperatura máxima como para la temperatura media). Los valores de temperatura media durante el consumo no tuvieron variaciones importantes y fueron similares a los de máxima temperatura (menores $\pm 1^\circ\text{C}$).

La variación de la temperatura de pico en los diferentes niveles de los factores temperatura del agua y cantidad de sólido, variaron entre 48 y 57°C. Para la temperatura media en el pico durante el consumo, esta variación tuvo un rango de 43 a 50°C (Figuras 3 y 4).

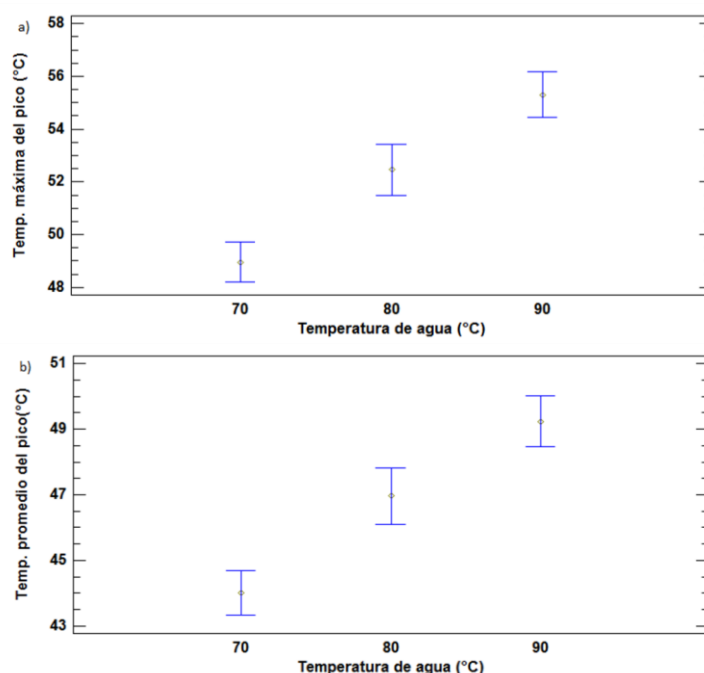


Figura 3. Valores medios y límites de confianza al 95% de la temperatura máxima (a) y la temperatura promedio (b) en el pico de la bombilla utilizando diferentes temperaturas de agua (°C) (Cantidades de yerba mate: 30, 40 y 50 g; mate de porcelana y frecuencia de cebada 1/min).

Para estudiar la influencia de la frecuencia de cebada, se realizaron ensayos con 9 catadores con intervalos de vertido de agua de 0,5 min, 1 min, y 2 min. Se encontró que la frecuencia de cebada tiene un efecto estadísticamente significativo tanto sobre la temperatura máxima como la temperatura promedio en el pico de la bombilla (Figura 5). Como era de esperar, las temperaturas máximas alcanzadas fueron mayores con la mayor frecuencia de cebada (entre 54 y 58 °C); mientras que para el intervalo de 1 min, las temperaturas variaron entre 52 y 56 °C y para el intervalo de 2 min, entre 47 y 51 °C. Las temperaturas medias durante el consumo resultaron similares entre los intervalos de 0,5 min y 1 min (entre 46,5 y 48,5 °C) y fueron superiores al intervalo de 2 min (entre 44 y 46 °C).

Conclusiones

Al realizar el consumo midiendo la temperatura con tres sensores diferentes localizados en la yerba mate, en el filtro y el pico de la bombilla, se encontró que entre las temperaturas del pico y la yerba, y la del filtro y la yerba las diferencias fueron de alrededor de 10 °C; mientras que la diferencia entre el filtro y el pico fue de aproximadamente 20 °C.

En todos los casos estudiados, la temperatura máxima alcanzada en el pico de la bombilla no superó los 60 °C. Las mismas variaron entre 42 °C y 60 °C. Las temperaturas medias del agua consumida variaron entre 37 °C y 55 °C.

Al estudiar la influencia de los diferentes parámetros en la temperatura del pico de la bombilla, se encontró que los parámetros cantidad de yerba, temperatura del agua y frecuencia de cebada influyen significativamente sobre la temperatura alcanzada por el pico de la bombilla, ya sea la máxima o la temperatura promedio de consumo. No se encontraron diferencias significativas entre la media de la temperatura máxima alcanzada en el pico de la bombilla entre un material y otro.

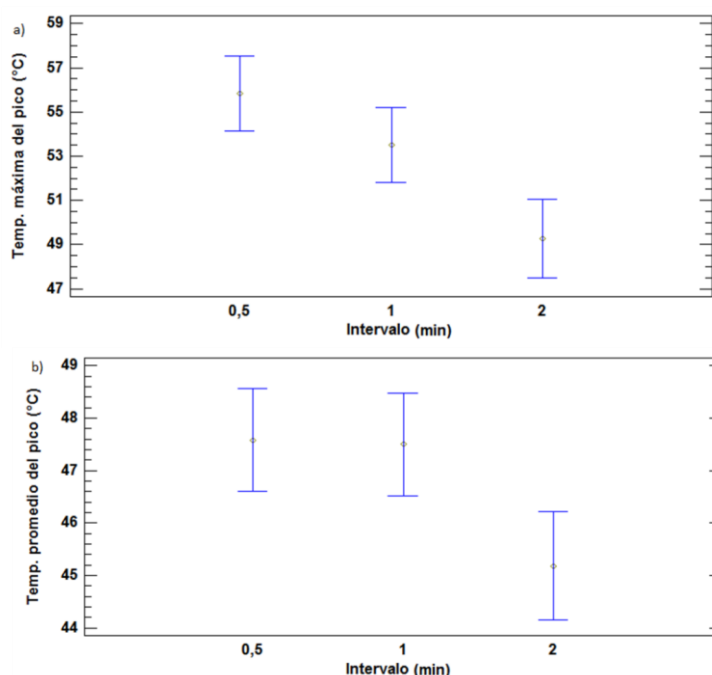


Figura 5. Valores medios y límites de confianza al 95% de la temperatura máxima (a) y la temperatura promedio (b) en el pico de la bombilla utilizando diferentes frecuencias de cebada, min (temperatura del agua: 80°C; cantidad de yerba mate: 40 g y mate de porcelana).

Referencias bibliográficas

- ISLAMI, F.; BOFFETTA, P.; REN, J.S.; PEDOEIM, L.; KHATIB, D. AND KAMANGAR, F. 2009 High- temperature beverages and foods and Esophageal cancer risk- A systematic review. *Int J Cancer*. August 1; 125(3): 491–524. doi:10.1002/ijc.24445
- PAGLIOSA, C.M.; PEREIRA, S.M.; VIEIRA, M.A.; COSTA, L.A.; TEIXEIRA, E.; AMBONI, R.D. DE M.C. AND AMANTE, E.R. 2009 Bitterness in Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) leaves. *Journal of Sensory Studies* 24 (3) , Pp. 415-426. .
- RAMALLO, L.A.; SMORCZEWSKI, M.; VALDEZ, E.C.; PAREDES A.M. Y SCHMALKO, M.E. 1998 Contenido nutricional del extracto acuoso de la yerba mate en tres formas diferentes de consumo. *La Alimentación Latinoamericana* 225. Pags 48-52.
- SANTA CRUZ, M.J.; GARTTA, L AND HOUGH, G. 2002 Sensory Descriptive Analysis of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire), a South American Beverage. *Food Science and Technology International* 8 (1) pp. 25-31

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE MUESTRAS COMERCIALES DE YERBA MATE EN SAQUITOS Y VALOR NUTRICIONAL DEL "MATE COCIDO CON LECHE" PARA LA POBLACIÓN EN EDAD ESCOLAR

Marcos G. Maiocchi^{1,2}, Lorena Corrales¹, Paulina Cardoso-Schiavi^{2,3}, Natalia Serrano¹, Elisa M. Petenatti^{2,3}, Eduardo J. Marchevsky⁴ & Luis A. Del Vitto^{2,3}

¹ Proyecto F002 SECyT UNNE, Fac. Ciencias Exactas, Nat. y Agrimensura, Av. Libertad 5400, C.P. 3400, Corrientes, Argentina.

² Proyectos 2-1014 SECyT-UNSL y 22/Q416 SPU-ME, UNSL, San Luis, Argentina.

³ Herbario UNSL y Dpto. de Farmacia, Fac. Quím., Bioquím. y Farmacia, Univ. Nac. de San Luis, Ej. de los Andes 950, D5700HHW San Luis, Argentina.

⁴ INQUISAL, CONICET-UNSL, San Luis, Argentina.

Resumen: La yerba mate en "saquitos" es una forma práctica de elaborar mate cocido con una adecuada dosificación de la droga cruda. El análisis de parámetros de calidad ha establecido que la mayoría de los productos del mercado cumplen con el peso declarado, y una adecuada proporción de cafeoil derivados (particularmente ácidos clorogénicos), que asociados a las xantinas (cafeína) podrían ser considerados "marcadores químicos" de este producto, al menos con el fin de estandarizar los extractos acuosos. El mate cocido con leche, endulzado con azúcar refinado, constituye un factor importante en la dieta de los escolares, en la franja etaria de 3-13 años. Una doble porción diaria (desayuno y merienda) debe ser considerada fuente de carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas (A, B₁, B₂, B₅, B₆, B₇, B₁₂, K), minerales esenciales (Mn, P, Cu, Zn, Fe, Ca, Mg, Na, Cl y K), libre de metales pesados, con bajo colesterol, y favorece el rendimiento intelectual de los escolares por el efecto estimulante de la cafeína sobre el SNC. Los parámetros nutricionales analizados están incluidos en límites estandarizados.

Palabras clave: *Ilex paraguariensis*. Mate cocido. Chá mate. Mate cocido con leche. Valor nutricional.

Introducción

La "yerba mate", es decir, las hojas y tallos jóvenes de *Ilex paraguariensis* St.-Hil., desecados, "canchados", molidos y estacionados (Código Alimentario Argentino, Cap. XV, art. 1193, 2006; IRAM, 2010), es consumida en diversas formas en el Cono Sur de América. Se emplea en forma de extractos acuosos (cebadura, infusión teiforme o maceración en frío) y por su valor nutricional debido al contenido en xantinas, vitaminas y minerales se ha convertido en la bebida analcohólica tradicional de la región. Diversos factores afectan sus características físico-químicas (Scherer & al. 2002, Reissmann & al. 1999; Jones & al., 1991), dando lugar a diversos "tipos" de yerba mate que satisfacen los diferentes paladares (Bastos & al. 2006).

El "mate cocido" (en español) o "chá mate" (en portugués) es la principal bebida consumida en el desayuno y la merienda por gran parte de la población rural y suburbana en Argentina y países vecinos. Es preparado adicionando aproximadamente 1 litro de agua recientemente hervida a 20-30g de yerba mate (en adelante, YM); la infusión es filtrada y usualmente endulzada. La infusión en taza es obtenida adicionando cerca de 200ml de agua de reciente hervor sobre un "saquito" de papel poroso, que contiene aproximadamente 3g de YM; generalmente es endulzada con azúcar de caña refinada. En ambos casos a veces se adiciona leche de vaca en proporción variable, obteniendo el llamado "mate cocido con leche", con lo cual se incrementa el valor nutricional del producto.

El presente trabajo tuvo por objeto determinar los principales parámetros físico-químicos (control de peso, granulometría, extracto acuoso y contenido de ácidos clorogénicos) en las muestras comerciales, y evaluar el valor nutricional de la muestra de mejor rendimiento preparando con ella el

"mate cocido" y el "mate cocido con leche", que constituyen los complementos alimentarios suministrados con más frecuencia a alumnos de entre 3 y 13 años de las escuelas públicas de gran parte de Argentina.

Materiales y métodos

Materiales: Se trabajó con muestras de "mate cocido" (en adelante, MC) en saquitos, de 4 marcas del mercado argentino, las que fueron codificadas para preservar la identidad comercial. Muestras comerciales de leche de vaca entera (en adelante, LE), fueron usadas en la preparación del "mate cocido con leche" (en adelante, MC+LE+Az); todas cumplieron los requisitos establecidos por el Código Alimentario Argentino (Cap. VIII, Arts. 554 y 555). Los reactivos usados (Merck®, Sigma®) fueron de grado analítico.

Pesada y determinación granulométrica: Se controló el peso de los saquitos completos, su contenido neto y el de las diversas fracciones granulométricas obtenidas mediante una serie de tamices normalizados Tyler® de 14, 20, 35 mallas por pulgada.

Preparación de los extractos: Los extractos acuosos (MC) fueron preparados agregando 200ml de agua desionizada recientemente hervida (ca. 84°C), a 3g de cada "saquito", dejándolos en contacto durante 5 min; la infusión resultante, al 1,5%, fue filtrada mediante papel Whatman nº 5 (Maiocchi & *al.* 2011). La cantidad de producto y el tiempo de infusión obedecen a las condiciones habituales de uso y las recomendaciones de los fabricantes. El MC+LE+Az fue preparado mezclando la infusión al 1,5% de YM con leche entera esterilizada (LE) en proporción 50:50 (v/v), adicionándole 10g de azúcar (2 cucharadas); esta fórmula es el suplemento alimenticio más comúnmente suministrado a alumnos de entre 3-13 años en la educación pre-primaria y primaria pública, en Argentina. El tamaño de porción consistió en una taza de 200ml (Maiocchi & *al.* 2011) tanto para la infusión al 1,5% (MC) como para la combinación MC+LE+Az. La ingesta diaria se estableció en 2 porciones/día (desayuno y merienda).

Evaluación de los principios nutricionales: los MC y la mezcla MC+LE+Az fueron analizados en su composición usando mayormente métodos de la A.O.A.C. (Horvitz & Latimer, 2005) para lípidos, proteína cruda y ácidos clorogénicos; color por lectura de la absorbancia de la infusión a 420 nm (Huang *et al.* 2007), fibra dietaria total mediante el método 2-7-IRAM 20511; y N total por el método Kjeldahl. Los carbohidratos totales, en g/porción (sustancias extractivas no nitrogenadas, Hart & Fisher 1984), fueron calculados por diferencia sobre el extracto real. Las calorías/porción (en kcal y kJ) fueron calculadas con los factores de conversión de Atwater (FAO, 2003). La cafeína fue determinada según Norma IRAM 20513. Las vitaminas liposolubles (A, D, E, K y provitamina A) y algunas vitaminas hidrosolubles del complejo B (B₁, B₂) fueron determinadas mediante HPLC-DAD, y las vitaminas B₃, B₅, B₆, B₇ y B₁₂ mediante métodos microbiológicos (FAO, 2007).

Minerales de interés nutricional: la mineralización de las muestras fue realizada mediante el método descrito por Abou-Arab & Abou-Donia (2000), con algunas modificaciones (Maiocchi & *al.*, 2016). En la Tabla 1 se indican las longitudes de onda de trabajo y los límites de detección para cada elemento.

Consumo diario promedio: fue establecido en 400ml/persona.día (Maiocchi & *al.* 2011). El valor nutricional fue calculado en base a los requerimientos de niños de entre 3-13 años, según parámetros internacionales como ingesta dietaria de referencia (DRIs) (EPA 2003, Standing Committee... 1997, 2000a, 2000b, 2004), tolerancia dietaria (RDA), ingesta adecuada (AI) e ingesta tolerable máxima (UL) tabuladas en Food & Nutrition Board (2011), ingesta dietaria estimada (COT 2003) e ingesta diaria típica (Nielsen 2003).

Tabla 1. Longitudes de onda (λ) y límite de detección (LD) para cada elemento

El emento	A g	A l	A s	B 1	B 2	B a	C a	C d	C o	C r	C u	F e
λ (nm)	28,068	08,215	93,696	49,773	93,408	17,933	26,502	28,615	67,716	24,754	59,940	
L	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
D (mg kg ⁻¹)	021	06	105	009	003	021	003	006	012	009	012	
El emento	H g	K	Li	M g	M n	M o	N a	N i	P	P b	S	
λ (nm)	94,164	66,491	70,783	79,800	57,610	02,032	88,995	31,604	13,618	20,353	06,834	
L	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	
D (mg kg ⁻¹)	03	45	006	06	003	015	06	03	15	084	063	
El emento	S e	Si	S n	Sr	T h	Ti	Tl	U	V	Z n		
λ (nm)	96,026	51,611	89,927	21,552	01,913	34,947	77,572	09,013	92,401	13,857		
L	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.		
D (mg kg ⁻¹)	15	06	051	001	09	006	081	45	009	006		

Análisis estadístico: los resultados de tres repeticiones para cada parámetro, MC y MC+LE+Az fueron analizados con ANOVA de una vía ($\alpha=0.05$) y LSD (*Fisher's Least Significance Difference*), aplicando *Infostat* (Di Rienzo & al., 2016). Los valores están representados por su media aritmética y su correspondiente desviación estándar.

Resultados y discusión

I. Análisis comparativo de los productos: los resultados del análisis comparativo de saquitos de YM se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros físico-químicos de 4 muestras comerciales de yerba mate en "saquitos"

Parámetro		I	II	III	IV
Masa saquito (g)		2,94±0,05 (a)	3,31±0,05 (b)	3,44±0,05 (c)	3,47±0,04 (c)
Contenido neto (g)		2,67±0,04(a)	3,05±0,04(b)	3,17±0,05 (c)	3,22±0,05(c)
Granulometría (g)	a 14 mall	0,00	< 0,01	< 0,01	0,00
	a 20 mall	0,06±0,01 (a)	0,48±0,08 (b)	0,64±0,06 (c)	< 0,01 (c)
	a 35 mall	2,30±0,09 (c)	1,73±0,06 (a)	1,94±0,11 (b)	2,47±0,06 (d)
	ban deja	0,35±0,06 (a)	0,80±0,08 (c)	0,62±0,01 (b)	0,69±0,05 (b)
Extracto acuoso (mg)		792±29 (a)	799±31 (a)	842±31 (a)	986±37 (b)
Color (abs. 420nm)		0,377±0,014 (a)	0,434±0,015 (c)	0,417±0,014 (b,c)	0,404±0,013 (b)
Ac. Clorogénicos (mg)		256±7 (a,b)	245±6 (a)	264±10 (b,c)	274±10 (c)

*Las medidas con letra común no son significativamente diferentes

Se ha encontrado diferencias significativas tanto en la masa del saquito total y el contenido neto (la muestra I no alcanza los 3g) como en la distribución granulométrica (las muestras más homogéneas presentan mayor masa de partículas entre mallas 35 y 20; muestras I=86% y IV=77%). El rótulo de la muestra II indica adición de maltodextrina y vitaminas, justificando el alto contenido de polvo obtenido en bandeja. No se hallaron referencias a distribuciones granulométricas del producto MC en saquitos. Hay diferencias significativas en el extracto acuoso, y la muestra IV muestra los mayores valores. Los resultados son coincidentes con los hallados por Maiocchi & al. (2016) y Ramallo & al.

(1997). Los contenidos de ácidos clorogénicos son coincidentes con los comunicados por Chaves & al. (2002), Berté & al. (2011) y Bracesco & al. (2011), y comparados al extracto acuoso, ajustan a un modelo lineal con $r=0,8394$. La absorbancia a 420 nm permitió cuantificar la intensidad de coloración verde de las infusiones; en las de MC, es deseable una coloración “verde amarillenta”, que va acompañada de una disminución en el valor de la absorbancia a esa longitud de onda, en la cual Huang & al. (2007) establecieron relaciones entre el aumento de la absorbancia, el contenido de flavonoides y la calidad del té verde.

La muestra IV presentó los mejores atributos de calidad, siendo utilizada en la siguiente etapa del trabajo para cuantificar el valor nutricional de MC y MC+LE+Az.

II. Valor nutricional: Los resultados de los análisis nutricionales se muestran en Tabla 3.

Tabla 3. Valor Nutricional de Mate cocido (MC), Leche entera (LE) y Mate cocido+Leche entera+Azúcar (MC+Le+Az) por porción (200ml)

Parámetro	Unid ad	ID R (1)	MC (100 ml)	LE (100 ml)	Az (10 g)	MC+LE+Az (200ml)	
						Σ en 200ml	%V D (2)
Valor energético	kcal	105 0-2550	1,38	62,8	40,	104,2±8,	4,1-
	kJ	439 0-10660	5,81	263,9	167	436,9±6	9,9
					,2	1,7	
Proteínas	g	15, 5-44	0,04	3,24	0	3,28±0,1	7,4-
Grasas totales	g	Ind et.	0	3,37	0	3,37±1,2	21,2
Colesterol	mg	< posible	0	10,3	0	10,3±0,6	-
Carbohidratos	g	130	0,30	5,20	9,9	15,4±0,9	11,
Fibra dietaria	g	19- 26	0	0	5 0	0	8 0
Vitamina A	µg	400 -600	0	47,42	0	47,4±5,6	7,9- 11,8
Tiamina (B ₁)	mg	0,6- 0,9	0,01	0,05	0	0,06±0,0	6,6- 10
Riboflavina (B ₂)	mg	0,6- 0,9	0,01	0,17	0	0,18±0,0	20- 30
Niacina (B ₃)	mg	8- 12	0,02	0,09	0	0,11±0,0	0,9- 1,4
Ác. pantoténico (B ₅)	µg	3-4	0,03	0,38	0	0,41±0,0	10, 2-13,6
Piridoxina (B ₆)	mg	0,6- 1	0,01	0,04	0	0,05±0,0	5- 8,3
Ác. Fólico (B ₉)	µg	200 -300	0,61	5,15	0	5,76±0,8	1,9- 2,8
Cianocobalam ina (B ₁₂)	µg	1,2- 1,8	0,09	0,46	0	0,55±0,0	30, 5-45,8
Vitamina C	mg	25- 45	0,61	0,99	0	1,60±0,1	3,5- 6,4
α-tocoferol (vit. E)	mg	7- 11	Nd	0,07	0	0,07±0,0	0,6- 1
Vitamina K	µg	55- 60	Nd	0,31	0	0,31±0,0	0,5- 0,6
Vitamina D	µg	15	Nd	0,03	0	0,03±0,0	0,2
Biotina (B ₇)	µg	12- 20	Nd	20,0	0	20,0±3,2	100 -166
Nitrógeno total	g	-	0,01	0,55	0	0,56±0,1	-
Cafeína	g	-	0,02	0	0	0,02±0,0	-
Ác. clorogénicos	g	-	0,14	0	0	0,14±0,0	-

MC: mate cocido; LE: leche entera; Az: azúcar refinada; nd: no detectado; Indet.: indeterminado; porción: una taza mediana (100ml MC+100ml LE+10g Az = 200ml); (1) IDR: ingesta diaria recomendada, cubre necesidades de casi toda la población entre 3 y 13 años, basada en las

DRIs (*Dietary Reference Intakes*, www.nap.edu) y otros (Nielsen 2003, COT 2003); (2) **VD%**: valor dietario, % de una dieta diaria de 1050-2550 kcal (4390-10660 kJ, FAO 2001).

Como ilustra la Tabla 3, MC por sí mismo no representa un alimento relevante, pero combinado 50:50 v/v con leche entera de vaca y adicionado de 10g de azúcar refinado constituye un factor importante en la dieta. En efecto, considerando que los escolares deberían ingerir 2 porciones diarias de 200ml cada una de MC+LE+Az, se duplican los VD indicados en la Tabla 3, con lo cual éste se convierte en un alimento de real importancia, ya que a excepción de niacina, ácido fólico y vitaminas C, E y D, todos los parámetros nutricionales considerados superan (a veces ampliamente) el 15% del VD, debiendo ser considerado fuente de esos principios nutricionales: proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas A, B₁, B₂, B₅, B₆, B₇, B₁₂ y K, con bajo aporte de colesterol. Tomando en cuenta que las necesidades energéticas adecuadas para el intervalo etario entre 3 y 13 años (edad escolar) han sido establecidas entre 1050 y 2550 kcal (FAO/WHO, 2001), es destacable que la ingesta indicada proporciona entre el 8-20% de esos valores, en tanto que también proporciona hasta el 42% de las proteínas requeridas, hasta el 23% de los carbohidratos, del 16 á 22% de la vitamina A, 20% de tiamina, 40 a 60% de riboflavina, 20 a 26% de ácido pantoténico, hasta 16% de piridoxina, 60 a 90% de cianocobalamina y duplica o triplica los requerimientos diarios de biotina. Sin embargo, todos estos valores se encuentran por debajo de los límites NOEA (*niveles de no observación de efectos adversos*) establecidos como seguros en cuanto a vitaminas por el Código Alimentario Argentino; lo propio sucede con los demás factores de nutrición, confrontados con los niveles máximos de ingesta tolerados (Food & Nutrition Board, 2011). Por último, debe considerarse también el efecto estimulante sobre el SNC que ejercen las xantinas aportadas por el MC, para un mayor rendimiento intelectual escolar.

III. Contenido de Minerales : En la Tabla 4 expone los resultados del análisis elemental.

Tabla 4. Contribución de una porción de MC+LE+Az a la ingesta recomendada de minerales

Elemento	IDR ⁽¹⁾ mg día ⁻¹	MC mg%ml	LE mg%ml	Az mg/10g	MC + LE + Az mg/200ml Σ (mg/200ml)	%VD ⁽²⁾
Elementos esenciales cuantitativos (requeridos en >100mg día ⁻¹)						
K	3800-4500	16,3	141,3	0,2	157,8±26,2	3,5-4,1
Ca	1000-1300	0,34	121,2	0,15	121,69±19,8	9,4-12,2
Mg	130-240	3,80	11,6	0	15,40±2,3	6,4-11,8
P	500-1250	1,55	92,6	0,03	94,18±7,6	7,5-18,8
Na	1200-1500	0,48	48,8	0	92,28±7,2	6,1-7,7
Cl	1900-2300	31,2	111,2	<ld	142,2±25,3	6,2-7,5
Elementos esenciales traza (requeridos en <100mg día ⁻¹)						
Mn	1,5-1,9	0,47	0,003	0,91	1,38±0,32	72,6-92
Fe	8-10	0,91	0,045	0,17	1,08±0,29	10,8-13,5
Zn	5-8	0,022	0,39	0,41	0,82±0,22	10,2-16,4
Cu	0,44-0,7	0,01	0,02	0,05	0,08±0,01	11,4-18,2
Elementos ultra-traza y otros						
Al	2-10	<ld	<ld	0,07	0,07±0,02	0,7-3,5
Si	Indet.	0,47	0,14	1,04	1,65±0,54	-
Ba	8-11	0,01	<ld	0,03	0,04±0,01	0,4-0,5
Sr	Indet.	0,01	0,02	0,09	0,12±0,06	-
B	20	<ld	0,03	<ld	0,03±0,01	0,1

MC: mate cocido; **LE**: leche entera; **Az**: azúcar refinada; **Indet.**: indeterminado; **ld**: límite de detección; **porción**: una taza mediana (100ml MC+100ml LE+10g Az = 200ml); (1) **IDR**: ingesta diaria recomendada, cubre necesidades de casi toda la población entre 3 y 13 años, basada en las DRIs (*Dietary Reference Intakes*, www.nap.edu) y otros (Nielsen 2003, COT 2003); (2) **VD%**: valor dietario, % de una dieta diaria de 1050-2550 kcal (4390-10660 kJ, FAO 2001). **Nota**: Ag, As, Cd, Co, Cr, Hg, Li, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Th, Ti, Tl, U y V no fueron detectados en los productos analizados, o se presentaron en un valor inferior al límite de detección del instrumental.

Considerando la doble porción diaria (desayuno y merienda), el MC destaca por su aporte de Mn (50% de la IDR) y contribuye con 25% de las necesidades diarias de Fe y hasta 3% de las de Cu. A igualdad de porción, la leche realiza sus mayores aportes en los minerales esenciales, Ca, K y Cl, con buena concentración de P y Na, y en menor medida Zn. Por su parte, una doble porción diaria de

MC+LE+Az aporta cerca de 40% de la IDR de P, 25% del Ca, 23% del Mg, 15% de Na y Cl y 8% del K; destaca la contribución de Mn, superando ampliamente la IDR, además del 36% de las de Cu, 32% del Zn, 27% del Fe y 7% del Al requeridos diariamente; esto demuestra la importancia del producto en la nutrición mineral de los escolares. En ningún caso los elementos analizados superan los límites establecidos por los estándares internacionales; los metales pesados no pasan a la infusión o leche, o están en proporción muy por debajo de los valores nocivos.

Conclusiones

La yerba mate en saquitos permite dosificar la droga cruda para el consumo si satisface los parámetros de calidad, sobre todo el peso neto, contenido en ácidos clorogénicos y cafeína; la mayor parte de las muestras analizadas los cumplen.

El MC+LE+Az debe ser considerado una fuente de nutrientes (carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas, minerales) particularmente para escolares de 3-13 años de escuelas públicas, donde se ofrece en desayuno y/o merienda.

Una doble porción diaria aporta entre 15 y 100% de la IDR de esos nutrientes. Destaca el aporte vitamínico (A, B₁, B₂, B₅, B₆, B₇, B₁₂ y K) y mineral (Mn, P, Cu, Zn, Fe, Ca, Mg, Na, Cl, K), libre de metales pesados y bajo colesterol. El efecto estimulante de la cafeína contribuye al mejor rendimiento escolar.

Referencias Bibliográficas

- ABOU-ARAB, A.A.K.; ABOU-DONIA, M.A. Heavy metals in Egyptian spices and medicinal plants and the effect of processing on their levels. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, v.48, p.2300-2304, 2000.
- BASTOS, D.H.M.; FORNARI, A.C.; DE QUEIROZ, Y.S.; TORRES, E.A.F.S. Bioactive compounds content of chimarrão infusions related to the moisture of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) leaves. *Brazilian Archives of Biology & Technology*, v.49, p.399-404, 2006.
- BERTÉ, K.; ALMEIDA RUCKER, N.; HOFFMANN RIBANI, R. Alimentos funcionais – Chá solúvel de mate verde. En: 5º Congreso Sudamericano de la Yerba Mate. Misiones, p.230, 2011.
- BRACESCO, N.; SANCHEZ, A.G.; CONTRERAS, V.; MENINI, T.; GUGLIUCCI, A. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. *Journal of Ethnopharmacology*, v.136, p.378-384, 2011.
- CHAVES, M.; MAIOCCHI, M.G.; SGROPPO, S.; AVANZA, J. Poder antioxidante de infusiones de *Ilex paraguariensis* (St. Hil.). *Revista de Información Técnica*, v.3, p.1-8, 2002.
- COT (Committee on Toxicity of Chemicals in Food). Total Diet Study of Twelve Elements (COT 2003/39), p.5-6, 2003. En: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/TOX-2003-39.PDF>, consult. marzo 2016.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALAZARINI, M.G.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. Infostat versión 2016. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). EPA National Primary Drinking Water Standards, June 2003, 816-F-03-016, Office of Water (4606M). En: <http://www.epa.gov/safewater/contaminats/index.html>, consult. julio 2015.
- FAO, Food energy – methods of analysis and conversion factors, Report of a technical workshop Rome, 3–6 Dec. 2002, 87 p., 2003.
- FAO. Human Energy Requirements. Expert consultation. Roma, FAO/WHO, 2001.
- FOOD & NUTRITION BOARD. Dietary Reference Intakes, 2011. Institute of Medicine, USA, National Academies Press, p. 22. En: <http://www.nap.edu>, consult. noviembre 2016.
- HART, F.J.; FISHER, H.J. Análisis Moderno de Alimentos. Zaragoza, España, Acibria, 619 p., 1984.

- HORVITZ, W.; LATIMER JR., G.W. (eds.). Official methods of analysis of AOAC International, 18th. ed. Gaithersburg, MD, USA, Association of Official Analytical Chemists International, 2005.
- HUANG, Y.; SHENG, J. F.; YANG, F.; HU, Q. Effect of enzyme inactivation by microwave and oven heating on preservation quality of green tea. *Journal of Food Engineering*, v. 78, p. 687-692, 2007.
- IRAM (Instituto Argentino de Normalización). Norma IRAM N° 20516, 2° ed., Yerba Mate Canchada, Definición y características básicas. Buenos Aires, IRAM, 2010.
- JONES, J.R.; WOLF, J.B.; MILLS, H.A. *Plant Analysis Handbook, A Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide*. Athens, Georgia, USA, Micro-Macro Publishing, 213 p., 1991.
- MAIOCCHI, M.G.; TÉVES, M.; DEL VITTO, L.A.; AVANZA, M.V.; PETENATTI, E.M. Comparative physicochemical parameters of infusions of two species of *Ilex*. *Biocell*, v. 35, n° 1, p.A-22, 2011.
- MAIOCCHI, M.G.; DEL VITTO, L.A.; PETENATTI, M.E.; MARCHEVSKY, E.J.; AVANZA, M.V.; PELLERANO R.G.; PETENATTI, E.M. Multielemental composition and nutritional value of "dumosa" (*Ilex dumosa*), "yerba mate" (*I. paraguariensis*) and their commercial mixtures in different forms of use. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCu*, v.48, n°1, p.145-159, 2016.
- NIELSEN, F.H. Boro, manganeso, molibdeno y otros oligoelementos. En: Bowman & Russell (eds.), *Conocimientos actuales sobre nutrición*, 8°ed., Washington, OPS, 592p., 2003.
- RAMALLO, L.A.; SMORCZEWSKI, M.; VALDEZ, E.; PAREDES, A.; SCHMALKO, M. Composición química del extracto acuoso de yerba mate. En: I Congr. Sul-Americano da Erva-Mate. *Anais da EMBRAPA*, p.411-12, 1997.
- REISSMANN, C.B.; RADOMSKI, M.I.; BIANCHINI DE QUADROS, R.M. Chemical composition of *Ilex paraguariensis* St. Hil. under different management conditions in seven localities of Parana State. *Brazilian Archives of Biology & Technology*, v.42, p.187-194, 1999.
- SCHERER, R.; URFER, P.; MAYOL, M.R.; BELINGHERI, L.D.; MARX, F.; JANSSENS, M.J.J. Inheritance studies of caffeine and theobromine content of Mate (*Ilex paraguariensis*) in Misiones. *Euphytica*, v.126, p.203-210, 2002.
- STANDING COMMITTEE ON THE SCIENTIFIC EVALUATION OF DRIs. 1997, p.71-249, 288-313; 2000a, p.284-324; 2000b, p.197-553; 2004, p.186-448. Washington, National Academies Press.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) MOÍDA GROSSA

Gabriela S. Silva¹; Indaiá T. Tamagno¹; Schirley Marinello¹; José R. D. Finzer²; Marília A. Sfredo³

¹ Bolsista/Graduanda. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul *Campus* Erechim, IFRS. R. Domingos Zanella, 104 Erechim-RS, Brasil. Email: exemplo@exemplo.com ² Professor/Pesquisador.

Universidade Uberaba, Uniube. Av. Nenê Sabino 1801, Uberaba-MG, Brasil. Email: jrdfinzer@pq.cnpq.br

³ Professora/Pesquisadora. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul *Campus* Erechim, IFRS. R. Domingos Zanella, 104 Erechim-RS, Brasil. Email: marilia.sfredo@erechim.ifrs.edu.br

Resumo: A erva-mate para chimarrão é comercializada principalmente em dois tipos: tradicional e moída grossa. Como a legislação brasileira não estabelece padrões para a granulometria desse produto, observa-se que não há padronização com relação ao tamanho das partículas comercializadas. Também não existe na literatura uma definição da distribuição de tamanhos da erva-mate moída grossa. Assim, justifica-se a realização deste trabalho, que pretende determinar a distribuição de tamanhos da erva-mate moída grossa e avaliar a condição padronizada de operação de um agitador eletromagnético utilizado na análise granulométrica das partículas. Para isso, amostras de erva-mate moída grossa foram submetidas ao peneiramento em peneiras padrão 9; 20; 35; 80; 150 (série Tyler). O agitador vibratório foi configurado para operar na posição 9 do reostato. O tempo de agitação e a massa de amostra foram ajustadas de acordo com o planejamento experimental composto central, com duas variáveis, dois níveis e três pontos centrais. Os resultados da análise granulométrica indicaram que a erva-mate moída grossa avaliada possui ampla distribuição de tamanho, com partículas variando de 0,053 a 2,181 mm, para uma porcentagem média de partículas grossas de 60%. O diâmetro médio mássico foi o que melhor representou as amostras de erva-mate, variando entre 0,790 e 0,935 mm. Os resultados do planejamento experimental indicam uma condição de operação do agitador para menores valores de massa de amostra e maiores tempo de agitação, ou seja, 50 g e 22 min.

Palavras-chave: Alimentos particulados. Diâmetro equivalente. Distribuição de tamanhos.

Introdução

A erva-mate é muito consumida pelo hábito do preparo do chimarrão ou do tererê e, dessa forma, suas propriedades sensoriais são fundamentais no momento da aquisição. Características como sabor, cor, padrão de qualidade e tipo de erva-mate são considerados pelo consumidor para selecionar quais marcas estão no rol de suas preferências. Dentre essas características pode-se destacar o tipo, classificado industrialmente como tradicional e moída grossa, sendo a primeira líder na preferência do consumidor, como relata Souza (2002) em seu estudo sobre os hábitos de consumo da erva-mate para chimarrão no Município de Erechim. A erva-mate moída média apresentou 53% da preferência dos consumidores, em segundo lugar está a moída média com palitos (24%), em terceiro a erva-mate moída grossa (7,3%), em seguida a fina com palitos (7%), a fina (6,3%) e por último a grossa com palitos (2,3%).

Nesse sentido, observa-se que, apesar da indústria comercializar principalmente dois tipos de erva-mate, tradicional e moída grossa, os consumidores conseguem perceber que as diferenças entre as marcas vão além dessas designações. Isso sugere uma falta de padronização com relação ao tamanho das partículas comercializadas, evidenciada pelo fato de que a legislação brasileira não estabelece padrões para a granulometria da erva-mate. Também não há na literatura uma definição da distribuição de tamanhos dos diferentes tipos de erva-mate comercializados. Assim, justifica-se a realização deste trabalho, que tem como objetivo determinar a distribuição de tamanhos da erva-mate

moída grossa e avaliar a condição ideal de operação de um agitador eletromagnético utilizado na análise granulométrica das partículas.

Metodologia

Os experimentos efetuados nessa pesquisa foram realizados no Laboratório de Fenômenos de Transporte/Operações Unitárias da área de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul Campus Erechim. Para alcançar os objetivos propostos efetuou-se um planejamento das atividades, dividindo-as em duas etapas: análise granulométrica das partículas de erva-mate moída grossa, tratamento estatístico dos dados experimentais.

Para a análise granulométrica das partículas utilizaram-se dois pacotes comerciais de 1 kg de erva-mate moída grossa como amostra, quarteando-os para obtenção da massa necessária para cada experimento. As amostras foram colocadas em estufa de secagem (Marca LUCADAMA) com circulação de ar, a uma temperatura de $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Após esse tempo, foram retiradas da estufa e mantidas em dessecador a fim de evitar que a umidade superficial prejudicasse a operação de peneiramento. Em testes preliminares selecionou-se quais peneiras padronizadas seriam utilizadas nos experimentos: 9; 20; 35; 80; 150 (série Tyler) e mais o fundo.

A amostra de partículas foi alimentada na peneira superior do conjunto e este foi colocado sobre o agitador eletromagnético, da marca BERTEL, configurado para operar na posição 9 do reostato. O tempo de agitação, determinado em timer digital (marca INCOTERM), e a massa de amostra foram ajustadas de acordo com o planejamento experimental composto central, com duas variáveis, dois níveis e duas réplicas no centro, como proposto por Rodrigues e Iemma (2005). Os 10 experimentos foram randomizados e realizados em duplicata. A **Tabela 1** apresenta os níveis estudados para cada variável.

Tabela 1. Níveis estudados no planejamento experimental composto central.

	Variáveis codificadas	Variáveis estudadas
	t (min)	m (g)
-1,0000	10,0000	60,0000
1,0000	20,0000	100,0000
-1,4142	7,9290	51,7160
1,4142	22,0710	108,2840
0,0000	15,0000	80,0000

Após interromper o sistema no tempo estipulado para agitação das partículas, as peneiras foram removidas e levadas a uma balança semi analítica (marca MARTE, modelo AD2000, resolução de 0,01 g) para determinação da massa e da fração mássica retida em cada peneira (χ_i). Em seguida, efetuou-se a análise dos dados das partículas de erva-mate moída grossa, determinando a distribuição de tamanho (diâmetro médio das partículas, D_{pi}), e o diâmetro médio mássico (D_w , **Equação 1**). Contudo, existem outras equações para descrever o diâmetro médio das partículas, como o diâmetro médio volumétrico (McCabe; Smith; Harriott, 2005) e o diâmetro médio relacionado à área superficial (Cremasco, 2014).

$$\bar{D}_w = \sum_{i=1}^n \chi_i \bar{D}_{pi} \quad (1)$$

Na análise estatística utilizou-se os dados experimentais obtidos com a execução dos experimentos para determinar os efeitos principais e a interação das variáveis estudadas na resposta, efetuando-se a análise de variância, o teste de hipótese, a determinação das estimativas por intervalo e a apresentação da curva de superfície de resposta. As hipóteses testadas se referem à: (1) H_0 : os valores de D_w para as diferentes condições experimentais são iguais, pois não

diferem significativamente entre si, em nível de 90% de confiança e (2) H_1 : os valores de D_w , para as condições experimentais estudadas, são diferentes.

Resultados e Discussão

Os resultados para a análise granulométrica das partículas de erva-mate moída grossa de um dos experimentos são indicados na **Tabela 2**. A análise granulométrica do Experimento 3 (tempo de agitação de 10 min e massa da amostra de 100g) indica que a ervamate moída grossa apresenta ampla distribuição de tamanhos, contendo partículas maiores do que 2 mm até menores do 0,1 mm. A distribuição de tamanhos pode ser melhor visualizada nos gráficos da **Figura 1**. Mendes (2005) estudou a distribuição de tamanho da erva-mate tradicional de diferentes marcas e obteve uma distribuição mais ampla que este estudo, com variação de 3,53 mm a 0,15 mm, e diâmetros médios relacionados à área superficial de 0,1655 a 0,2251 mm, utilizando amostras de 100 g, peneiradas por 10 min.

Tabela 2. Análise granulométrica da erva-mate moída grossa para o Experimento 3.

da peneira (Tyler)	peneira (mm) D_{pi}	Número $\bar{D}_{pi}$ (mm)	Fração mássica χ_i (-)	cumulativa menor do que D_{pi}
8	2,362	-	0,000	1,000
9	2,000	2,181	0,082	0,918
20	0,850	1,425	0,288	0,630
35	0,425	0,638	0,208	0,422
80	0,180	0,302	0,197	0,225
150	0,106	0,143	0,140	0,084
Fundo	0,000	0,053	0,083	0,001

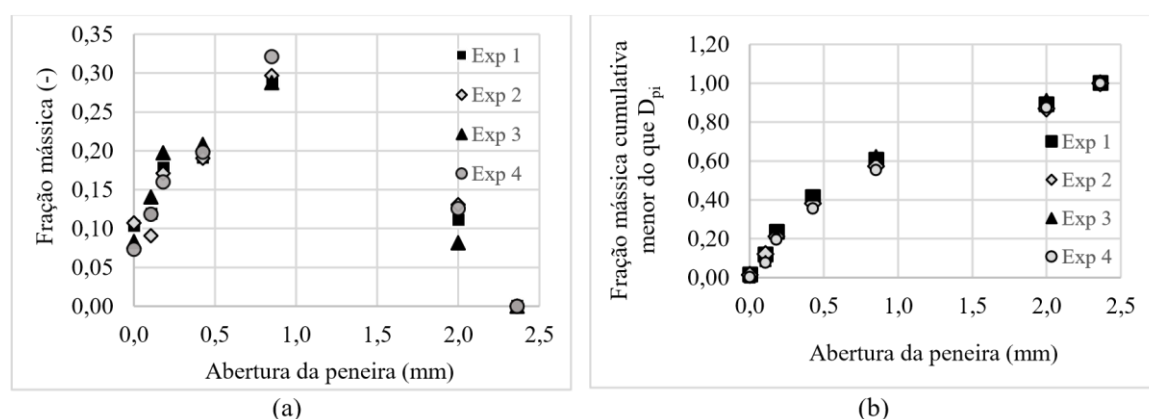


Figura 1. Distribuições de frequência das partículas de erva-mate moída grossa para o Experimento 3 (a) e distribuição cumulativa das partículas de erva-mate moída grossa (b).

A Figura 1(a) mostra que a erva-mate moída grossa apresenta uma distribuição gaussiana assimétrica, deslocada para a esquerda. Além disso, a distribuição de tamanhos se concentra em duas faixas principais: partículas grossas e finas (pó). As partículas grossas são as que ficaram retidas nas peneiras 9, 20 e 35, como mostra a **Figura 2**, que apresenta a imagem das peneiras e do fundo após o ensaio de peneiramento. As partículas em pó estão retidas nas peneiras 80, 150 e no fundo.

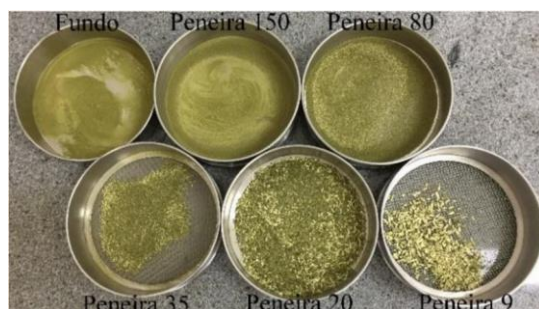


Figura 2. Distribuição das partículas de erva-mate moída grossa para o Experimento 18 (15 min e 80 g).

Pela imagem da Figura 2, observa-se que a erva-mate moída grossa contém palitos e que estes ficaram retidos principalmente nas peneiras 9 e 20, juntamente com folhas trituradas. Nesse intervalo de tamanho tem-se partículas maiores do que 0,850 mm e que apresentam um diâmetro médio de 2,181 mm (retidas na peneira 9) e 1,425 mm (retidas na peneira 20). As frações retidas nessas duas peneiras representam 36,22% (em massa) das partículas da amostra, para o Experimento 18.

Pela Figura 2 verifica-se também a presença de partículas muito finas no pacote de erva-mate moída grossa, com cerca de 42,22% da amostra de partículas menores do que 0,425 mm (peneira 35) e 57,78% de partículas maiores do que esse valor. Para prever a proporção de grossos e finos da erva-mate moída grossa analisada nessa pesquisa, efetuouse a média da porcentagem de partículas grossas (retidas nas peneiras 9, 20 e 35) e finas (retidas nas peneiras 80, 150 e fundo) de todos os experimentos e obteve-se os resultados indicados na **Tabela 3**. Para uma formulação média pode-se afirmar que, na erva-mate moída grossa analisada, há cerca de 60% de partículas grossas, variando entre 55,82% e 64,85%.

Tabela 3. Porcentagem de partículas grossas e finas na erva-mate moída grossa analisada.

	Tamanho das partículas Média (%)	Desvio padrão (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
Grossas	60,08	3,47	55,82	64,85
Finas	39,92	3,47	32,40	44,18

Em seguida, calculou-se quatro diâmetros equivalentes diferentes para a erva-mate moída grossa, como uma forma de representação média do tamanho de todas as partículas: o diâmetro médio de Sauter (D_s); o diâmetro médio volumétrico (D_v); o diâmetro médio mássico (D_w) e o diâmetro médio relacionado à área superficial (D_a). Os valores dos diâmetros variaram muito entre si, como mostra a **Figura 3**, em função da ampla distribuição de tamanhos da erva-mate moída grossa.

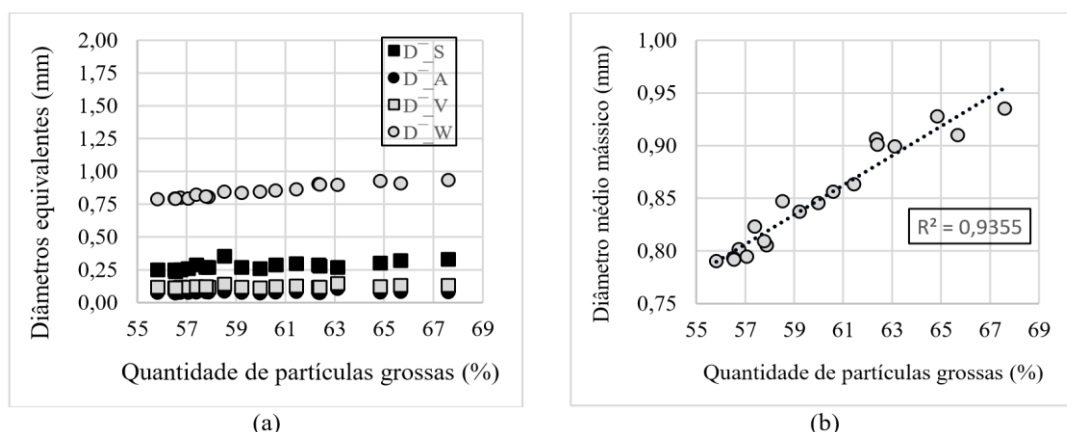


Figura 3. Quantidade de partículas grossas na erva-mate moída grossa em função dos diferentes diâmetros equivalentes (a) e do diâmetro médio mássico (b).

Os dados apresentados na Figura 3(a) destacam a grande diferença existente entre os diâmetros equivalentes analisados, sendo o diâmetro mássico, ou seja, aquele que pondera a massa das partículas para determinação de um tamanho médio, o que mais se aproximou do pico de distribuição de tamanhos apresentado na Figura 1(a), em torno de 0,850. A variação dos diâmetros equivalentes foi a seguinte: D_A : 0,072 a 0,105 mm; D_V : 0,107 a 0,138 mm; D_S : 0,236 a 0,352 mm; D_w : 0,790 a 0,935 mm. A Figura 3(a) foi construída de forma a evidenciar o comportamento dos diâmetros médios para toda a faixa de tamanho de partículas estudadas (peneira 9, com 2 mm de abertura até o fundo). O diâmetro médio mássico calculado (0,849 mm) está próximo do valor 0,850 mm (abertura da peneira 20), que pode ser considerado a linha imaginária que divide a amostra de erva-mate entre partículas grossas e finas. As partículas grossas são as que ficaram retidas nessa peneira e as finas são as que atravessaram. Dessa forma, optou-se por selecionar o diâmetro médio mássico para representar o diâmetro médio das partículas de erva-mate moída grossa.

A Figura 3(b) apresenta o comportamento do D_w em função da porcentagem de partículas grossas contidas na amostra estudada. Assim como os outros diâmetros, D_w é diretamente proporcional à quantidade de partículas grossas da erva-mate. Uma representação desse comportamento é a reta ajustada aos dados experimentais, com coeficiente de correlação 0,9355, coeficiente angular 0,0140 e coeficiente linear 0,0076.

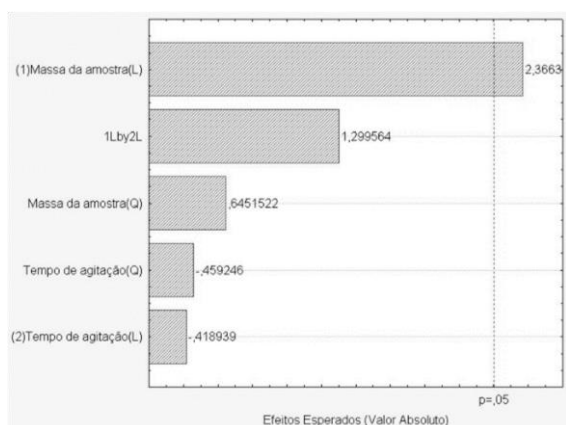
Para a realização da análise estatística referente ao planejamento experimental utilizou-se como resposta o diâmetro médio mássico. A **Tabela 4** apresenta a análise de variância do planejamento experimental. A **Figura 4** apresenta o diagrama de Pareto e a superfície de resposta para o planejamento experimental.

Tabela 4. Análise de variância (ANOVA).

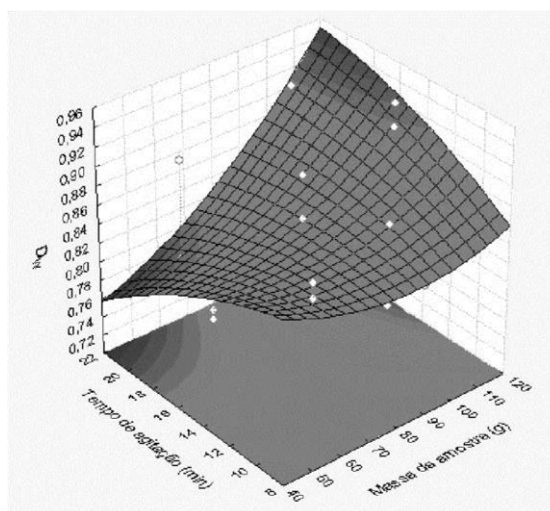
Fontes de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F _{calc}	p valor
Tempo(L)	1	0,000285	0,000285	5,599537	0,683324
Tempo(Q)	1	0,000342	0,000342	0,416221	0,655000
Massa(L)	1	0,009078	0,009078	0,175510	0,037393
Massa(Q)	1	0,000675	0,000675	0,210907	0,532054
TempoxMassa	1	0,002738	0,002738	1,688868	0,220325
Perda de ajuste	3	0,013517	0,004506	2,779283	0,091070
Erro	11	0,017833	0,001621		
Total	19	0,045733			

Pelos dados da Tabela 4 é possível verificar que a massa de amostra apresenta um efeito significativo no D_w , para 90% de confiança, uma vez que o valor p é menor do que 0,05. Nesse sentido, pode-se rejeitar a hipótese da nulidade (H_0), visto que os valores de D_w diferem significativamente entre si, para as condições experimentais estudadas.

A Figura 4(a) apresenta o Diagrama de Pareto, indicando o efeito linear da massa da amostra no tamanho médio das partículas. Além disso, pode-se observar que a massa da amostra aumenta significativamente o valor de D_w , quando alterada do nível menor para o maior. Já, o tempo de agitação apresentou um efeito negativo, ou seja, diminui o valor de D_w , quando aumentado do menor para o maior nível. A superfície de resposta (Figura 4(b)) indica a maior influência da massa no diâmetro, principalmente para tempos maiores de agitação. Um maior D_w para a maior massa de amostra no tempo de agitação de 22,0710 min pode indicar que as partículas mais finas apresentam dificuldade para atravessar as peneiras devido a maior massa de partículas grossas retida nas peneiras superiores. Ao contrário, no maior tempo e menor massa observa-se uma diminuição no D_w , tendendo a uma região de mínimo, fora das condições estudadas. Isso indica, que mais partículas finas podem ter atravessado as peneiras e representa um ponto favorável para operação do agitador.



(a)



(b)

Figura 4. Diagrama de Pareto (a) e superfície de resposta para D_w em função das variáveis estudadas (b).

Conclusões

Os resultados da análise granulométrica indicaram que a erva-mate moída grossa avaliada possui ampla distribuição de tamanho, com partículas variando de 0,053 a 2,181 mm, para uma porcentagem média de partículas grossas de 60%. O diâmetro médio mássico foi o que melhor caracterizou as amostras de erva-mate, variando entre 0,790 e 0,935 mm. Esse parâmetro é diretamente proporcional à quantidade de partículas grossas da erva-mate. Além disso, os resultados do planejamento experimental indicam que a massa da amostra influencia significativamente o valor do diâmetro mássico, aumentando-o. Nesse sentido, a condição de operação do agitador que melhor representa o diâmetro médio das partículas é aquela com menor massa de amostra e maiores tempos de agitação, ou seja, 50 g e 22 min.

Agradecimentos

Ao IFRS pela concessão de Bolsas de Iniciação Científica e/ou Tecnológica e Auxílio Institucional à Produção Científica e/ou Tecnológica (AIPCT).

Referências Bibliográficas

- CREMASCO, M. A. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2014. 423p.
- McCABE, W. L. et al. **Unit Operations of Chemical Engineering**. 7ª ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2005. 1140p.
- MENDES, R. M. O. **Caracterização e avaliação da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), beneficiada no Estado de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, SC. 2005, 119f.
- RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia sequencial de planejamentos**. Campinas: Casa do Pão, 2005. 326p.
- SOUZA, J. L. **Os hábitos de consumo de erva-mate para chimarrão no Município de Erechim**. Dissertação (Mestrado em Administração), Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS. 2002, 91f.

CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL PRODUCTO ELABORADO EN TRES SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA DE YERBA MATE

Guillermo M. Arndt¹; Sandra P. Molina¹; Santiago Holowaty²; Miguel E. Schmalko²

¹ Investigador. Equipo Yerba Mate y Té. EEA Cerro Azul – INTA. Ruta Nac. 14 km 836. Misiones, Argentina.

Email: arndt.guillermo@inta.gob.ar

² Docente/Investigador. FCEQyN, UNaM/ IMAM, CONICET, Ruta 12, km 75, Posadas Argentina.

Resumen: La transformación primaria de la yerba mate comprende una serie de pasos secuenciados: zapecado, secado, canchado, embolsado y almacenamiento en los noques o cámaras de estacionamiento. Los sistemas de secado que más se utilizan son el Secadero Barbacué (SB), Secadero a Cintas (SC) y secadero Rotativo (SR). Estos se caracterizan por tener una amplia variabilidad, en cuanto a la estructura, los sistemas de secado que utilizan, la forma de operarlos, la temperatura del aire y/o el tiempo de residencia. Las distintas condiciones operativas de cada sistema, llevó a pensar si las propiedades fisicoquímicas y parámetros de calidad se ven afectados de diferente manera según el tipo de secado al que fue sometida la yerba mate. El objetivo fue comparar la calidad fisicoquímica de yerba mate canchada obtenida de los tres sistemas de secado. El trabajo se llevó a cabo en seis secaderos de yerba mate, los cuales fueron seleccionados de la Zona Centro-Sur de la Provincia de Misiones, siendo dos SB, dos SC y dos SR. En cada establecimiento se tomaron muestras de yerba mate canchada, con ellas se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos: Humedad, pH, Color, Cenizas totales, Extracto acuoso, Polifenoles totales (CPT) y Cafeína. Se analizaron los resultados obtenidos mediante comparaciones de medias. Solamente se encontraron diferencias significativas en el contenido de polifenoles. Los mayores valores de CPT se registraron en el SB, seguido por SR y SC. En los parámetros de color b y Chroma se aprecia que el SB registra los mayores valores, con diferencias significativas, respecto a los otros tipos de secado (SC y SR). No se encontraron diferencias significativas en los parámetros extracto acuoso, cafeína y pH del extracto obtenido en forma de mateada. Los valores de cenizas totales no difieren entre SB y SC, pero son significativamente menores que las determinadas en SR.

Palabras clave: *Ilex paraguariensis*. Sistemas de secado. Polifenoles. Cenizas.

Introducción

El secado de alimentos es uno de los métodos de conservación más antiguos que se conoce. En el caso de la elaboración de la yerba mate, el secado se encuentra dentro de una etapa conocida como transformación primaria. Dicho proceso comprende una serie de pasos secuenciados, en su mayoría térmicos, que comienzan con el zapecado, seguido por el secado, canchado (una molienda gruesa que reduce el volumen del producto) y finaliza con el embolsado y almacenamiento en los noques o cámaras de estacionamiento. En algunos casos, antes del secado, se realiza un proceso intermedio denominado pre-secado (Känzig, 1996; Sarasola, 1998; Prat Kricun, 2006).

Durante el proceso de zapecado se busca, primeramente, inactivar las enzimas que se encuentran en las hojas y a la vez disminuir la carga microbiana existente al momento de la cosecha y luego, por medio del secado, reducir el contenido de agua de las mismas, hasta llegar a una actividad de agua menor a 0,6 (Känzig et al, 2015). También se producen una serie de modificaciones o cambios en el material que no son deseables, esto se debe a las altas temperaturas y los tiempos de residencia en las distintas etapas. Entre las modificaciones más importantes se encuentran el cambio de color (degradación de la clorofila) y la pérdida de nutrientes “principalmente vitamina C” que influyen en la calidad final del producto (Ramallo et al., 1998; Schmalko y Alzamora, 2001; Könzig et al, 2015).

Una característica particular del proceso de secado de la yerba mate, es que existe una amplia variabilidad en cuanto a la estructura de equipos, sistemas que utilizan, la forma de operarlos, la temperatura del aire y/o el tiempo de residencia. En la actualidad se utilizan tres tipos de secaderos de Yerba Mate en la provincia de Misiones. El secado en Barbacué (SB), se realiza de forma discontinua en donde el flujo de aire caliente pasa a través del lecho. El tiempo de secado dura entre 6 a 24 horas. Estructuralmente cuenta con paredes de mampostería y techos de chapa de metálica, una malla metálica en su interior (catre) sobre el cual se colocan las ramas en un lecho de 0.8-1.2 m de altura. Los gases calientes provienen de la combustión de chips, y son introducidos a través de tubos o bocas distribuidos de manera homogénea debajo del catre. La temperatura de secado varía de 80-100°C (Känzig et al, 2015).

El secado a Cinta (SC) se realiza de forma continua, donde el flujo de aire caliente pasa a través del lecho. Se considera que tiene un tiempo de secado medio (3 a 6 horas). En cuanto a la estructura, las paredes son de mampostería, de tipo rectangular con longitud y ancho promedio de 30 m y 5 m, respectivamente. Los techos son de chapa metálica y cuentan con chimeneas bien distribuidas para facilitar el flujo del aire. En el interior del secadero se encuentran dos cintas superpuestas, sobre las cuales se arma un lecho de 0.7 a 1 metro de alto, por donde pasa el gas caliente, que es introducido por conductos distribuidos homogéneamente a lo largo del secadero. La temperatura de secado varía de 80-120°C (Känzig et al, 2015).

El sistema Rotativo (SR) también se realiza de forma continua. Es el que requiere menor tiempo de secado (menos de 1 hora). Consiste en un tubo metálico similar al zapecador, en donde por un extremo ingresa el material y los gases de la combustión. Estos tubos están en constante movimiento, lo que permite el rápido avance del material hasta el otro extremo. La temperatura de trabajo puede ser superior a los 200°C (Känzig et al, 2015).

Las distintas condiciones operativas de cada sistema, podrían afectar de manera diferente las propiedades fisicoquímicas y parámetros de calidad del producto elaborado. El objetivo de este trabajo fue comparar parámetros de calidad fisicoquímica en la yerba mate canchada, obtenida de los tres sistemas de secado.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en seis secaderos de yerba mate, los cuales fueron seleccionados de la Zona Centro-Sur de la Provincia de Misiones, siendo dos Barbacué (SB), dos a Cinta (SC) y dos Rotativo (SR).

En cada establecimiento se tomaron muestras de yerba después de ser procesadas (Yerba mate canchada), y con ellas se realizaron los análisis de los distintos parámetros fisicoquímicos.

Yerba Mate Canchada (Hoja seca): en cada secadero se tomó una muestra de la molienda gruesa (yerba mate canchada), con tres repeticiones. El tamaño de las muestras fue de aproximadamente 2 kg y se procesaron en el laboratorio dentro de las 24 horas. Dicho procesamiento consistió en la molienda fina, utilizando un molino del tipo martillo con una malla N° 40 (cuarenta mallas por pulgada). Finalmente se almacenaron a -20°C a fin de evitar modificaciones hasta el momento del análisis.

Análisis Fisicoquímico

Humedad. El contenido de humedad se determinó por calentamiento a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta pesada constante según lo establecido en la norma IRAM 20503 (1995).

Color. Este parámetro se midió utilizando un medidor Color Touch ISO Technidyne Corporation, USA, en una escala de color CIELAB (L, a y b), con ángulo de observador de 10°. El parámetro “L” midió el grado de blancura, el parámetro “a” midió el grado de verderejo y el parámetro “b” el grado de azul-amarillo. Estos valores fueron convertidos a la escala HunterLab. Luego se calcularon otros parámetros como el ángulo Hue que describe el color como lo percibe una

persona, el Chroma que mide la intensidad del color y finalmente el Índice de Pardeamiento (IP) que determina la pureza del color obtenido (Woniaczuk y Schmalko, 2005).

Contenido de cafeína. La extracción y determinación se realizó de acuerdo a la Norma IRAM 20512 (2000) (extracción en medio acuoso por tratamiento con MgO). En una alícuota filtrada se determinó por HPLC con columna C18 y fase móvil Acetonitrilo-Agua, en proporción 30:70. Se utilizó como referencia una solución patrón de cafeína de 0,05 gL⁻¹.

Extracto acuoso (EA). La determinación se realizó de acuerdo al protocolo establecido en las normas IRAM 20510 (2005).

Contenido Polifenoles Totales (CTP). Los reactivos utilizados fueron: radical DPPH (radical libre 2,2-Difenil-1-picrilhidrazil, Sigma; CAS: 1898-66-4), ácido ascórbico (Sigma Ultra; CAS: 50-81-7), metanol (Merck, grado HPLC), ácido gálico (MP Biomedicals; CAS: 5995-86-8), reactivo de Folin-Ciocalteu (Fluka), carbonato de calcio (Anedra). Las extracciones se realizaron según lo establecido en la norma ISO/FDIS 14502-1(E) (2004).

Cenizas totales. La determinación se realizó de acuerdo a la Norma IRAM 20505. Se calcinaron 2 g de la muestra en una cápsula de porcelana y se llevó a una mufla a 550°C durante 5 horas. De esta forma se determinaron las cenizas totales.

Ph. Para la determinación del pH se pesaron 5 g de muestra en un recipiente, luego se agregó 60 ml de agua en ebullición, se dejó reposar 5 minutos y luego se filtró el extracto. Se midió el pH utilizando un medidor digital de pH marca OAKTON con compensación automática de temperatura (ATC).

Resultados y Discusión

La **Tabla 1** muestra los valores medios, con las desviaciones típicas de los parámetros de color L, a y b, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los distintos tipos de secado para los parámetros L y a. Mientras que para el parámetro b, el SB difiere significativamente y con valores mayores a SC y SR. En la **Figura 1** se expresan los valores medios de los parámetros Cafeína (**a**) y Extracto acuoso (**b**), los cuales no presentaron diferencias significativas entre los diferentes tipos de secado.

En cambio para el parámetro Polifenoles totales (**c**) se puede apreciar una diferencia significativa entre los 3 tipos de secado, siendo SB el que presenta mayor contenido de polifenoles totales, seguido por SR y SC, respectivamente.

En la **Figura 2 (a)** se presentan los valores medios para cenizas, registrando diferencias significativas del SR respecto a los otros dos tipos de secado. A su vez entre SB y SC no existen diferencias significativas. De todos modos, los valores obtenidos en los tres sistemas de secado son inferiores a los máximos permitidos por el Código Alimentario Argentino (2012).

En cuanto al parámetro pH (**Figura 2 b**) se observa que no existen diferencias entre ninguno de los sistemas de secado.

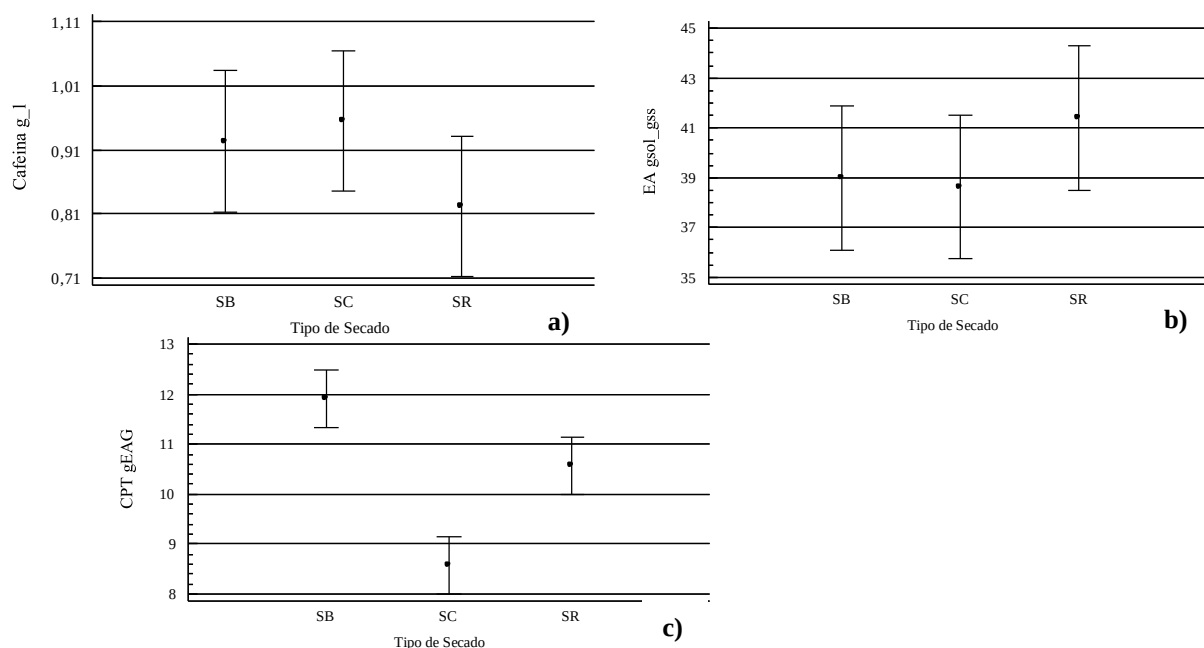


Figura 1. Valores medios de Cafeína (a), Extracto Acuoso (EA) (b) y Polifenoles totales (CPT) (c) con intervalos de error estándar (95%), según el sistema de secado de yerba mate (SB: secado a barbacué, SC: secado a cintas, SR: secado rotativo).

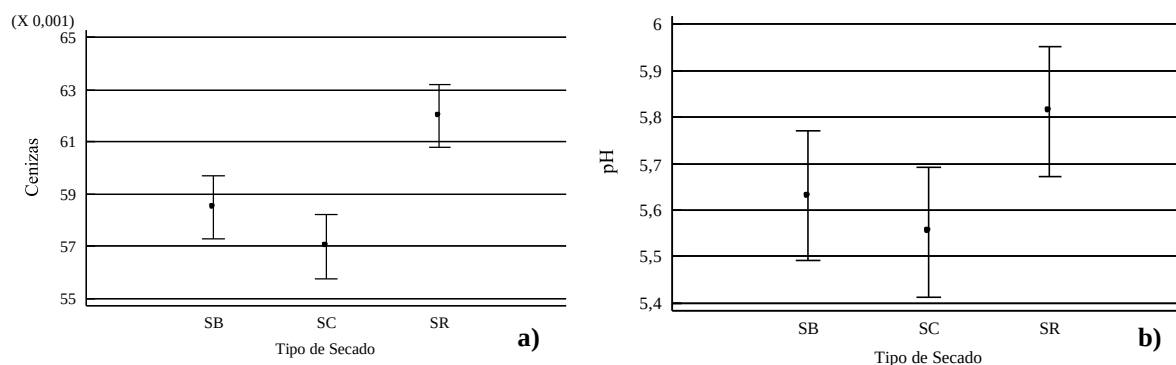


Figura 2. Gráficos de valores medios de Cenizas (a) y pH (b) con intervalos de error estándar (95%), según el sistema de secado de yerba mate (SB: secado a barbacué, SC: secado a cintas, SR: secado rotativo).

Al evaluar el color, se puede apreciar que el SB registra los mayores valores, con diferencias significativas, respecto a los otros tipos de secado (SC y SR) en los parámetros b y Chroma, lo que indicaría que este tipo de secado genera productos con un color más amarillento e intenso que los demás.

Otro parámetro a destacar en el sistema Barbacué, es el CPT, el cual presentó un 28,1% y 11,3% más, respecto al SC y SR, respectivamente.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de yerba mate, según el tipo de secado: Secado a Barbacué (SB), Secado a Cintas (SC) y Secado Rotativo (SR). Los valores expresados en g (gramos) son cada 100 gramos de sólido seco (100 g ss o % en base seca). Los asteriscos en sentido de filas indican diferencias significativas.

Parámetros/Tipo de Secado		SB	SC	SR
Parámetros L		47,02 ± 0,46	46,03 ± 2,13	45,15 ± 2,06
color	a	-6,16 ± 3,55	-3,75 ± 3,01	-7,15 ± 2,31
	b	26,06 ± 1,02*	23,72 ± 0,56	24,55 ± 0,43
Chroma		26,94 ± 1,65*	24,17 ± 0,29	25,65 ± 0,93
Ip		65,28 ± 3,75	62,25 ± 6,06	60,91 ± 2,59
Hue		102,99 ± 7,19	99,00 ± 7,25	106,12 ± 4,87
Extracto Acuoso (g solubles)		39,00 ± 3,68	38,63 ± 2,52	41,40 ± 4,40
Cafeína (g/l)		0,923 ± 0,13	0,954 ± 0,19	0,822 ± 0,05
CPT (g/EAG)		11,90 ± 0,45*	8,56 ± 0,51*	10,56 ± 1,19*
pH		5,63 ± 0,23	5,55 ± 0,07	5,81 ± 0,16
Cenizas Totales (g)		0,058 ± 0,001	0,057 ± 0,002	0,062 ± 0,008*

Conclusión

Del trabajo se desprende que existen parámetros de calidad en yerba mate elaborada que son afectados, dependiendo del sistema de secado que se use.

De los tres sistemas de secado evaluados, el barbacué es el que menos afecta al contenido de polifenoles totales.

El otro parámetro que presenta variaciones, respecto al sistema que se use, es el contenido de cenizas. Si bien, los valores encontrados estuvieron siempre por debajo del límite máximo permitido, el secado a cintas es el que logró los menores valores porcentuales.

Agradecimientos

Se agradece a todo el equipo de trabajo de “Yerba Mate y Té” de la EEA INTA - Cerro Azul, Misiones y al equipo de “Tecnología de Yerba Mate”, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones, Argentina. El proyecto fue financiado por el Instituto Nacional de la Yerba Mate (Argentina) y el Proyecto Específico PNAIyAV 1130042 “Herramientas y Sistemas para la Gestión de la Calidad e Inocuidad” perteneciente a al Programa Nacional Agroindustria y Agregado de Valor.

Bibliografía

- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. Productos Estimulantes o Fruitivos. Capítulo XV, Artículo 1193-1198 tris. Yerba Mate. 2012.
- HOLOWATY, S. A.; AGUERRE, Y. S.; SCHMALKO, M. E. Eficiencia térmica en secaderos de yerba mate. Memorias del VI Congreso Sudamericano de Yerba Mate y II Simposio Internacional de Yerba Mate y Salud. p.4-13, 2014.

- HOLOWATY, S. A.; BOHAZCENKO E. A.; ALEGRE A. C.; SCHMALKO, M. E. Efecto de métodos alternativos de procesamiento sobre la calidad de yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). CYTAL 2015 – AATA. Buenos Aires, 3 – 5 noviembre. 2015.
- IRAM N° 20503. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma N° 20503. Yerba Mate: Determinación de la pérdida de masa a 103°C. 1955.
- IRAM N° 20505. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma N° 20505. Yerba Mate: Determinación de las cenizas totales. 2011.
- IRAM N° 20510. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma 20510: Yerba Mate: Determinación del Extracto Acuoso. 2005.
- IRAM N° 20512. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma N° 20512: Yerba Mate: Determinación del Contenido de Cafeína. 2000.
- ISO/FDIS 14502-1. International Organization for Standardization. Determination of total polyphenols in tea Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent. Part 1. 2004.
- KÄNZIG, R. G. Transformación Primaria. En: 3° Curso de capacitación en producción de Yerba Mate. INTA-EEA Cerro Azul, Misiones. p.129-139, 1996.
- KÄNZIG, R. G.; SCHMALKO, M. E.; NÚÑEZ, J. C. El procesamiento primario. En: La Yerba Mate: Tecnología de la Producción y Propiedades. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Misiones. p.62-74, 2015.
- PRAT KRICUN, S. D. Buenas prácticas de manufactura en la transformación primaria. En: Yerba Mate Guía para la aplicación de Buenas Práctica Agrícolas y Buenas Práctica de Manufactura. SAGPyA. Buenos Aires. 102p., 2006.
- RAMALLO, L. A., SCHMALKO, M. E.; KÄNZIG, R. G. Variación del contenido de ácido ascórbico (Vitamina C) durante la elaboración de la yerba mate. Revista de Ciencia y Tecnología 1. p.25-29, 1998. Capturado el: 26/05/2016.
- SARASOLA, R. M. Las Voces de la Yerba Mate. Breve vocabulario ilustrado. Editorial Universitaria. Universidad Nacional de Misiones. Posadas. 110p. 1998.
- SCHMALKO, M.E. Y ALZAMORA, S.M. Color, chlorophyll, caffeine and water content variation during Yerba Maté processing. Drying Technology 19, p.599-610, 2001.
- WONIATCZUK, M.I. Y SCHMALKO, M.E. Estudio de la Variabilidad de los Parámetros de Calidad de la Yerba Mate Elaborada en Diferentes Establecimientos. X Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Mar del Plata 18 al 20 de Mayo. 2005.

INFLUENCIA DE LA CANTIDAD DE YERBA Y LA TEMPERATURA DEL AGUA SOBRE LAS PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR DE MATE CALIENTE

Nancy Lovera ⁽¹⁾; Carolina A. Alegre ⁽²⁾; Silvina Capellari ⁽³⁾; Sergio Surkan ⁽⁴⁾; Miguel Schmalko ⁽⁵⁾

¹ Profesora e Investigadora. Instituto de Materiales de Misiones, CONICET; Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. Email: lovera.nancy.noel@gmail.com

² Investigadora. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. Email: alegrecarolinaa@gmail.com

³ Estudiante. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. Email: scapellari11@gmail.com

⁴ Profesor/Investigador. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. Email: sasurkan@gmail.com

⁵ Profesor/Investigador. Instituto de Materiales de Misiones, CONICET; Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNaM, Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones, Argentina. Email: mesh@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: El mate caliente constituye la forma de consumo más frecuente de la Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire). La temperatura con la que se introduce la infusión en la boca depende de variables tales como la temperatura del agua de cebado, el material del mate, la cantidad de yerba en el recipiente y de la frecuencia de cebado. El objetivo de este trabajo fue determinar las preferencias de los consumidores habituales cuando se combinan estas variables. Los resultados indicaron que tanto la cantidad de yerba en el recipiente como la temperatura del agua en el termo tuvieron influencia significativa sobre la percepción del evaluador de la temperatura óptima de consumo. La calificación de menor temperatura percibida fue asignada a la mayor cantidad de yerba en el recipiente, y no hubo diferencia significativa entre las cantidades 30 y 40 gramos. Los evaluadores no pudieron encontrar la influencia de la cantidad de yerba utilizada cuando las temperaturas del agua del termo fueron altas (80°C y 90°C). La mejor calificación se obtuvo cuando se utilizó agua a 80°C en el termo y 40 g de yerba mate en el recipiente.

Palabras clave: Yerba mate. Análisis Sensorial. Temperatura.

Introducción

La Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) es una planta de la región central del MERCOSUR (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay). Tradicionalmente se consume como mate caliente (utilizándose agua entre 65 y 95 °C), aunque en los meses de verano y principalmente en el Paraguay, se consume utilizándose agua fría (entre 5 y 20 °C). El consumo de alimentos y bebidas calientes siempre tuvo cuestionamientos por parte de la IARC (International Agency for Research on Cancer) de la Organización Mundial de la Salud, debido a que se consideran potencialmente riesgosas para el desarrollo de cáncer, principalmente de esófago. En el año 2016, se realiza una revisión sobre el consumo de café y mate caliente (Monograph 116 de la IARC) y se llega a la conclusión que el mate muy caliente puede ser potencialmente cancerígena (Grupo 2A) si es consumido a una temperatura por encima de 65 °C, mientras que el mate no muy caliente fue clasificado como “no carcinogénico a los humanos” (Grupo 3). Borchgrevink et al. (1999) y Brown y Diller (2008) realizaron estudios referentes a las temperaturas de consumo de café y las preferencias de los consumidores, encontrando que los consumidores prefieren las temperaturas relativamente elevadas (62,8 a 68,3 °C). En té Wu et al. (2009), Islami et al. (2008, 2009) encontraron que las temperaturas de consumo fueron superiores 65 °C, clasificándose en tres grupos: tibio (< 65°C), caliente (65-69°C) y muy caliente (>= 70°C). En los dos casos (café y té) la bebida se servía en tazas y se medía la temperatura de la infusión en la taza. La temperatura a la que se calienta el agua para ser utilizada en el mate, varía entre 65 y 95 °C (Pagliosa et al., 2009; Santa Cruz et al., 2002). La forma habitual de consumo del mate es muy variable, ya que se utilizan recipientes de diferentes materiales (madera,

calabaza, cerámica, vidrio y metal), cantidades diferentes de yerba mate (entre 20 y 100 g), diferentes tipos de bombilla (generalmente de metal) y diferentes temperaturas del agua (entre 65 y 95 °C). Hasta el momento no existen publicaciones que consideren estas variables, por lo que resulta necesario un estudio de análisis sensorial respecto a la relación que existe entre estas variables y la temperatura de consumo de la infusión. El objetivo de este trabajo fue determinar la cantidad de yerba y la temperatura del agua de cebado preferidos por los consumidores habituales de mate caliente.

Metodología

Encuesta

Se realizó una encuesta electrónica mediante Internet (formulario Google) con el fin de recabar información sobre el consumo del mate: la frecuencia del consumo, cantidad de yerba utilizada en el recipiente, material y tamaño del mismo, tipo de bombilla utilizada, preferencia de la temperatura y como se acostumbra realizar la primera cebada. La condición para participar en la encuesta fue que sean consumidores habituales de mate. La encuesta fue realizada sobre un total de 359 personas de distintas edades (entre 19 y 73 años), hombres y mujeres. En base a los resultados de las encuestas se determinaron las variables y los niveles de ser utilizados en la evaluación sensorial. Asimismo se utilizó la misma encuesta para el reclutamiento de consumidores habituales de mate que participaron en los paneles sensoriales.

Evaluación sensorial

Influencia de la cantidad de yerba y de la temperatura del agua

Con la finalidad de evaluar la influencia de la cantidad de yerba y de la temperatura del agua de cebado sobre las preferencias de los consumidores, se llevaron a cabo cuatro paneles sensoriales con 37-39 consumidores habituales de mate caliente, en un área con cabinas individuales desarrolladas para tal fin con una temperatura ambiente de $27 \pm 1^\circ\text{C}$. A cada evaluador se les entregó tres recipientes de porcelana con yerba (enumerados y ordenados en forma aleatoria), bombillas de acero inoxidable, un termo con agua caliente y una planilla de evaluación sensorial. Los recipientes fueron cubiertos con papel (**Figura 1**) con la finalidad de que la percepción visual del panelista no incida sobre los resultados. Se les solicitó evaluar cada muestra siguiendo el procedimiento detallado en la planilla de evaluación sensorial e indicar su percepción global de la temperatura en una escala hedónica de 5 puntos (1. Frío, 2. Tibio, 3. Adecuado, 4. Caliente, 5. Muy caliente), el atributo que se le solicitó analizar fue “temperatura del extracto” (**Figura 2**). Se llevaron a cabo ensayos con 30, 40 y 50 g de yerba, temperaturas del agua del termo de 70, 80 y 90°C y una frecuencia de cebado 1 min.

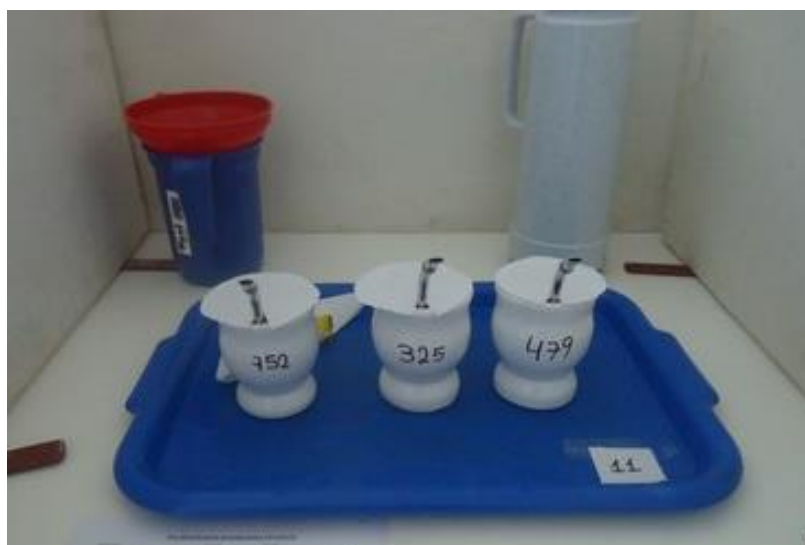


Figura 1. Presentación de muestras de mate.

Nombre:..... Edad:..... Fecha:.....

A continuación se entregan tres muestras de yerba mate. Evalúe cada muestra comenzando por la de la izquierda siguiendo el procedimiento detallado.

- Moje toda la yerba con el agua del termo.
- Succione el extracto como lo consume de manera habitual.
- Espere 60 segundos (1 minuto).
- Repita la operación anterior (sin mojar toda la yerba).
- Cebe 3 veces más, es decir 4 cebadas en total por muestra de yerba.
- Evalúe el atributo “temperatura del extracto” y marque con una **X** en la tabla a continuación su percepción.

Percepción Muestra	Frío	Tibio	Adecuado	Caliente	Muy caliente
752					
325					
479					

Comentarios:.....

Figura 2. Planilla de influencia de la cantidad de yerba y la temperatura del agua de cebado.

Influencia del material de mate Con el propósito de evaluar la influencia del material del mate sobre las preferencias de los consumidores, acerca de la temperatura del extracto del mate, se llevó a cabo un panel sensorial con 20 consumidores habituales de mate caliente, en un área provista de cabinas individuales a una temperatura ambiente de $27\pm1^{\circ}\text{C}$. A cada evaluador se le entregó cinco mates de distintos materiales (porcelana, metal, madera, vidrio y calabaza) y bombillas de acero inoxidable. Se utilizaron 40 g de yerba en cada recipiente y un termo con agua a 80°C , estas condiciones fueron seleccionadas en concordancia a los resultados obtenidos los ensayos anteriores (**Figura 3**). A cada evaluador se le presentó una planilla de evaluación sensorial similar a la del ensayo anterior (**Figura 2**), los panelistas siguieron el mismo protocolo de evaluación del ensayo anterior pero en este caso analizaron 5 muestras.



Figura 3. Muestras de mate de diferentes materiales.

Influencia de la frecuencia de cebado

Para evaluar la influencia de la frecuencia de cebado sobre las preferencias de los consumidores, acerca de la temperatura del extracto del mate, se llevó a cabo un panel sensorial con

9 consumidores habituales de mate caliente, a una temperatura ambiente de $27 \pm 1^\circ\text{C}$. En este caso a cada evaluador se le entregó tres mates de porcelana con yerba (40g), bombillas de acero inoxidable y un termo con agua (80°C). A cada evaluador se le presentó una planilla de evaluación sensorial similar a las anteriores (**Figura 2**), en este caso cebaron cada 0,5, 1 y 2 min en el primer, segundo y tercer mate, respectivamente, y marcaron su percepción respecto a la “temperatura del extracto”.

Resultados y discusión

Encuesta

Los resultados de la encuesta realizada sobre una población de 359 consumidores habituales de mate indicaron porcentajes similares (31, 30 y 32%) para las opciones: una vez por día, dos veces al día, y más de dos veces al día respecto de la frecuencia de consumo del mate caliente. La mayoría de los consumidores (81%) prefirió tamaños de mates medianos indicando que realizan la carga de la yerba hasta tres cuartos del recipiente (69%). En la encuesta se indagó acerca del material del mate preferido, como así también el material del mate más utilizados por los consumidores. Los materiales de mate preferidos por los consumidores fueron madera (21%) y calabaza (20%), seguidos por sus variantes revestidos con cuero (19%) y metal (12%). Sin embargo, los materiales indicados como más utilizados fueron madera (19 %), seguido por el de madera revestida con metal (18%), el de calabaza revestida con cuero (16%) y el de calabaza sin revestimiento (14%). Los materiales menos utilizados y preferidos fueron los de metal, vidrio, porcelana y metal revestido con cuero. A la hora de elegir la bombilla para el mate la mayoría de los consumidores prefirió las de alpaca (58%), mientras que el 33% indicó que utiliza bombillas de acero inoxidable. El agua caliente se obtiene principalmente con pava (44%) y jarra eléctrica (38%) y se mantiene en termos (97%). La temperatura preferida del agua de cebado fue caliente ($80-90^\circ\text{C}$), con el 59% y luego moderada ($70-80^\circ\text{C}$) con un 36%. Para comenzar el mate, un 66% prefiere hacerlo con agua tibia, un 16% con agua fría y un 17% con agua caliente (directamente del termo). Asimismo se encontró que la infusión se consume principalmente compartida por dos personas (46%) o solo (30%).

Evaluación sensorial

La temperatura del agua de cebado y la cantidad de yerba utilizada en el recipiente influyeron sobre la percepción de la temperatura por parte de los panelistas. Con los datos obtenidos de la evaluación sensorial de 38 consumidores entrenados se realizó un análisis de varianza multifactorial donde se encontró que ambos factores, cantidad de yerba y temperatura del agua, tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la calificación de percepción registrada por los evaluadores con un nivel de confianza del 95,0% (**Figura 4**). La calificación que asignan los evaluadores a la temperatura del extracto disminuye cuando se incrementa la cantidad de yerba en el recipiente y como era de esperarse aumenta al aumentar la temperatura del agua de cebado. Los niveles óptimos para la calificación 3 (Adecuado) fueron de un rango de 40 - 50 g de yerba mate y un rango da temperatura de 70 – 80 °C.

En el gráfico de interacción (**Figura 5**) se puede observar que los evaluadores calificaron con valores cercanos a 3 (Adecuado) a las siguientes combinaciones: 1) 30 g y 70 °C, 2) 40 g y 70 °C y 3) 40 g y 80 °C. Estas tres combinaciones fueron las óptimas preferidas por los consumidores habituales de mate caliente.

En base a estos resultados, se seleccionó la combinación de 40 g y 80 °C (los valores medios de ambas variables) para realizar los ensayos de la influencia del material del mate y de la frecuencia de cebado.

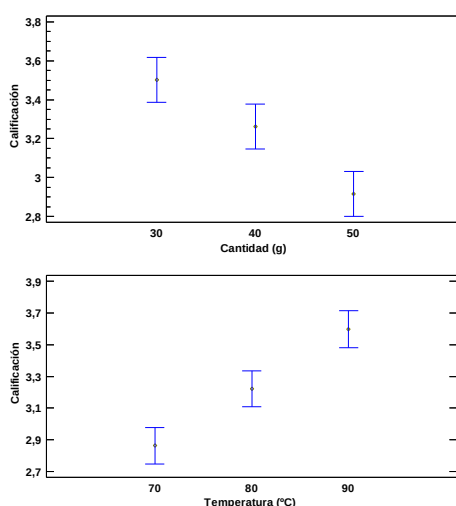


Figura 4. Calificación obtenida en la evaluación sensorial (1. Frío, 2. Tibio, 3. Adecuado, 4. Caliente, 5. Muy caliente) en función de la cantidad de yerba (a) y la temperatura del agua (b)

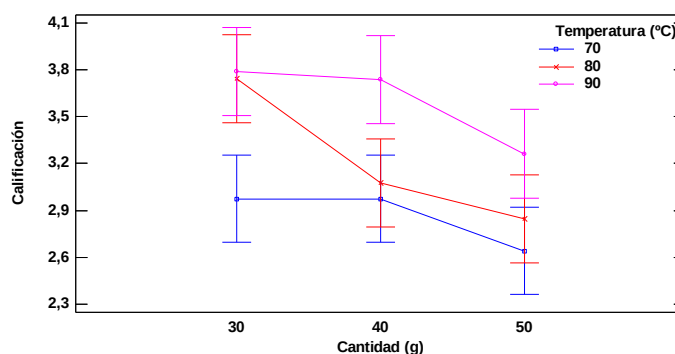


Figura 5. Gráfico de interacción entre la cantidad de yerba y la temperatura del agua para la calificación obtenida en la evaluación sensorial (1. Frío, 2. Tibio, 3. Adecuado, 4. Caliente, 5. Muy caliente).

En cuanto a los ensayos realizados con el objetivo de evaluar la influencia del material del mate sobre la percepción de la temperatura del extracto, los resultados indicaron que no existen diferencias significativas ($p < 0,5$) en las puntuaciones indicadas por los evaluadores que se pueda atribuir al material del mate. Las puntuaciones medias de los evaluadores fueron cercanos al valor de 3 (adecuado) de la escala hedónica (entre 2,90 y 3,55) para todos los materiales analizados. De los ensayos destinados a evaluar la influencia de la frecuencia de cebado se encontró que la puntuación de la “temperatura del extracto” asignada por los consumidores no presentó diferencia significativa ($p > 0,5$).

Conclusiones

La mayoría de los consumidores habituales de mate caliente prefiere tamaños de mates medianos, cargando la yerba hasta tres cuartos del recipiente. El material preferido del mate fue la madera y la alpaca para la bombilla. El rango de la temperatura preferida del agua fue de 80-90 °C. Al realizar experiencias de análisis sensorial en consumidores frecuentes de mate respecto a la temperatura adecuada del agua y la cantidad de yerba mate utilizada, se encontraron três combinaciones: 1) 30 g y 70 °C, 2) 40 g y 70 °C y 3) 40 g y 80 °C. Al evaluar la influencia del material del mate y la frecuencia de cebado sobre la puntuación dada por los evaluadores, se encontró que ninguna de estas dos variables influía en la misma.

Referencias Bibliográficas

- BASTOS, D.H.M.; FORNARI, A.C.; QUEIROZ, Y.S.; TORRES, E.A.F.S. Bioactive compounds content of Chimarrao infusions related to the moisture of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) leaves. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 49, p. 399–404, 2006.
- BORCHGREVINK, C.P.; SUSSKIND, A.M.; TARRAS, J.M. Consumers preferred hot beverages temperatures. Food Quality and Preference, v. 10: p. 117-121, 1999.
- BRAVO, L.; GOYA, L.; LECUMBERRI, E. LC/MS characterization of phenolic constituents of mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil.) and its antioxidant activity compared to commonly consumed beverages. Food Research International, v. 40, p. 393–405, 2017.
- BROWN, F.; DILLER, K.R. Calculating the optimum temperature for serving hot beverages. Burns, v. 34, p. 648-654, 2008.
- CALVIÑO, A.M.; TAMASI, O.P.; CIAPPINI, M.C. Caffeine Content and Dynamical Bitterness of Yerba Mate *Ilex paraguariensis* Infusions. Food Science and Technology International, v. 11, p. 401–407, 2005.
- HARTWIG, V.G.; SCHMALKO, M.E.; ALZAMORA, S.M.; BRUMOVSKY, L.A. Optimization of the extraction of antioxidants and caffeine from maté (*Ilex paraguariensis*) leaves by response surface methodology. International Journal of Food Studies, v. 2, p. 69-80, 2013.
- HOLOWATY, S.A.; TRELA, V.; THEA, A.E.; SCIPIONI, G.P.; SCHMALKO, M.E. Yerba maté (*Ilex paraguariensis* St. Hil): Chemical and Physical changes under different aging conditions. Journal of Food Process Engineering, v. 39 p. 19-30, 2016.
- ISLAMI, F.; POURSHAMS, A.; DARIUSH NASROLLAHZADEH, D.; KAMANGAR, F.; FAHIMI, S.; SHAKERI, R.; ABEDI-ARDEKANI, B., MERAT S., VAHEDI, H.; SHAHRYAR SEMNANI, S.; ABNET, C.; BRENNAN, P.; MØLLER, H.; FARROKH SAIDI, F.; DAWSEY, S.M.; MALEKZADEH, R. Tea drinking habits and oesophageal cancer in a high risk area in northern Iran: population based case-control study. BMJ | ONLINE FIRST | bmj.com: 1-8, 2008.

- ISLAMI, F.; BOFFETTA, P.; REN, J.S.; PEDOEIM, L., KHATIB, D.; KAMANGAR, F. High-temperature beverages and foods and Esophageal cancer risk- A systematic review. *International Journal of Cancer*, 125: 491–524, 2009.
- PAGLIOSA, C.M.; PEREIRA, S.M.; VIEIRA, M.A.; COSTA, L.A.; TEIXEIRA, E.; DE MC AMBONI, R.D.; AMANTE, E.R. Bitterness in Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) leaves. *Journal of Sensory Studies*, v. 24, p. 415-426, 2009.
- RAMALLO, L.A.; SMORCZEWSKI, M.; VALDEZ, E.C.; PAREDES, A.M.; SCHMALKO, M.E. Contenido nutricional del extracto acuoso de la yerba mate en tres formas diferentes de consumo. *La Alimentación Latinoamericana*, v. 225, p.48-52, 1998.
- SANTA CRUZ, M.J.; GARTTA; HOUGH, G. Sensory Descriptive Analysis of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire), a South American Beverage. *Food Science and Technology International*, v. 8, p. 25-31, 2002.
- SCHMALKO, M.E.; PERALTA, J.M; ALZAMORA, S.M. Modeling the Drying of a Deep-bed of *Ilex paraguariensis* in an Industrial Belt Conveyor Dryer. *Revista Drying Technology*, v. 25, p. 1967-1975, 2007.
- WU, M.; LIU, M.; KAMPMAN, E.; ZHANG, Z.F.; VAN'T VEER, P.; WU D.L.; ANG, P.H.; YANG, J.; QIN, Y.; MU, L.N.; KOK, F.J.; ZHAO, J.K. Green tea drinking, high tea temperature and esophageal cancer in high- and low-risk areas of Jiangsu Province, China: A population-based case–control study. *International Journal of Cancer*, v. 124, p. 1907–1913, 2009.

ASPECTOS SENSORIALES DE YERBA MATE ELABORADA POR METODOS ALTERNATIVOS

Holowaty, Santiago A. ^{1,3}, Alegre Andrea C. ², Schmalko Miguel E. ¹

¹Docente/ Doctorando. Instituto de Materiales de Misiones (IMAM). CONICET/Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones F. de Azara 1552, Posadas, Argentina.
saholowaty@fceqyn.unam.edu.ar

²Ingeniera Química. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones, F. de Azara 1552, Posadas, Argentina.

³Docente/Investigador. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones, F. de Azara 1552, Posadas, Argentina. mesh@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: El secado tradicional de yerba mate se realiza por contacto directo con gases de combustión de madera a elevada temperatura. En Argentina los métodos alternativos de secado de yerba mate surgieron de los cuestionamientos por la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las diferencias sensoriales en muestras procesadas con métodos alternativos respecto al secado tradicional (MT). Para obtener muestras por métodos alternativos, se partió de ramas verdes de yerba mate del mismo lote que el destinado a MT y se zapecaron con agua caliente (MA) o vapor (MV), luego se secaron en lecho fijo. También se comparó MT con el secado utilizando microondas (MO). Se estacionaron las muestras durante 40 días en una cámara acondicionada, luego se molieron. Se evaluaron los extractos obtenidos con un equipo que simula el consumo del mate. Se utilizó el test sensorial del triángulo y participaron 40 personas. Se compararon las parejas de extractos del MT respecto a MA, MV y MO. Se encontraron diferencias entre MA y MT, no así en las muestras MV y MO respecto a MT. De acuerdo a lo manifestado por los catadores, las muestras en procesadas con los nuevos métodos fueron aceptables en todos los casos..

Palabras Clave: Yerba mate, procesos alternativos, calidad sensorial.

Introducción

El procesamiento de la Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) comprende 5 etapas: zapecado, secado, molienda gruesa o canchado, estacionamiento y molienda fina. Las tres primeras se llevan a cabo en establecimientos denominados de “procesamiento primario” o “secaderos”.

El zapecador tradicional es un tambor rotatorio en el que las ramas se ponen en contacto con gases de combustión de leña en corriente paralela. El tiempo de residencia varía entre 2 y 4 minutos y en el mismo las hojas alcanzan temperaturas superiores a los 100 °C, lo que produce la inactivación de las enzimas presentes en ellas, que podrían producir su pardeamiento en la etapa de secado (Schmalko y Alzamora, 2001). También se produce en el zapecador una pérdida muy importante de humedad. El contenido de humedad de las hojas se reduce desde un 55 % (base húmeda) hasta un 20 % (bh) aproximadamente; mientras que en los palos varía desde el 55 % (bh) hasta el 50 % (bh) (Schmalko y Alzamora, 2005). Las ramas son luego introducidas al secadero, que generalmente es de tipo cinta y pueden tener 1 o 2 etapas. A su vez, las cintas se pueden ubicar en formas superpuestas una arriba de la otra. La temperatura del aire o gases de combustión que ingresa al secadero varía entre 90 y 120°C, siendo la más usual de 100 °. Luego del canchado o molienda gruesa, la Yerba Mate se coloca en bolsas de 40-50 Kg y éstas se almacenan en depósitos para su estacionamiento. El mismo

se lleva a cabo utilizándose 3 métodos diferentes y de acuerdo a ello el tiempo varía entre 60 días a 18 meses. Durante el estacionamiento se producen reacciones que involucran la pérdida del color verde intenso y la modificación del sabor amargo de la yerba mate, generando un olor característico de la yerba cuando se halla lista para el consumo (Gómez Vara et al., 1979, Holowaty et al., 2014a).

El desarrollo de procesos alternativos para la elaboración de la yerba mate se inicia a fines de la década de 1990 con el estudio de zapecado con agua caliente. En este periodo Xander et al. (2000), estudiaron la actividad de enzimas del grupo polifenoloxidasas que producen el pardeamiento de las hojas de la yerba mate, y el tiempo necesario de inversión en agua para tener su inactivación a temperaturas que variaron entre 80 y 100 °C. Los mismos resultaron en unos pocos minutos. Simultáneamente, se patentó un equipo industrial para el zapecado con agua caliente. El mismo tiene un tiempo de residencia de un minuto utilizando agua que está entre 90 y 95 °C. Se realizaron ensayos, de los cuales el establecimiento obtuvo un producto que sensorialmente resultó apto para el consumo, pero no se realizaron ensayos de calidad sobre el mismo, pero no se tuvo en cuenta el contacto con humo en la etapa posterior de secado. Las pruebas en planta piloto permitieron eliminar de manera confiable por debajo de los límites detectables estos compuestos, obteniendo un producto libre de humo (Thea, 2016).

En los últimos tiempos, se incrementaron los motivos que llevaron a buscar procesos alternativos. En primer lugar, algunos mercados cuestionaron el consumo de yerba mate por el contacto directo de los gases de combustión de leña con el producto, detectándose niveles elevados de benzo (a) pirenos (Thea et al., 2014). Respecto este problema (presencia de benzo (a) pirenos en el producto), se ensayaron algunas alternativas principalmente en la etapa de zapecado, ya es muy difícil alcanzar las temperaturas utilizadas (400-500 °C) calentando aire en forma indirecta. En la etapa de secado, que trabaja con temperaturas cercanas a los 100 °C, es posible utilizar aire caliente con calentamiento indirecto. Se realizaron ensayos de zapecado utilizando diferentes métodos: Zapecado con agua caliente, zapecado con vapor y procesamiento integral con microondas (zapecado + secado). La calidad fisicoquímica de los productos obtenidos con métodos alternativos se comparó con muestras paralelas procesadas con el método tradicional (muestras obtenidas en contacto directo con gases de combustión de chip de madera). (Alegre et al., 2014; Holowaty et al. 2014b). Sin embargo, un aspecto fundamental y preponderante en la calidad de la yerba mate es la aceptación sensorial de los consumidores (Surkan et al., 2009; de Godoy et al., 2013; Orjuela-Palacio, 2014). La implementación de métodos alternativos en el procesamiento de yerba mate puede influir en las propiedades organolépticas, comenzando por la ausencia de humos en el proceso (Thea, 2016), así como la conservación de algunas propiedades funcionales o compuestos.

El objetivo del presente trabajo fue determinar si existen diferencias, utilizando análisis sensorial, en las muestras procesadas con métodos alternativos en comparación a muestras obtenidas por el método tradicional.

Metodología

Muestreo: Se tomaron tres grupos de muestras de yerba mate en un establecimiento industrial de la Provincia de Misiones. En todos los casos se tomaron 2 muestras de cada tipo de proceso por cada día de trabajo, es decir, muestras por cuadruplicado, ya que las mismas se destinarían a análisis fisicoquímicos y al final a pruebas sensoriales. El tamaño de cada muestra consistió en 4 a 6 kg de ramas. El primer grupo procesado fue el método tradicional (MT) que serviría como referencia para comparar al zapecado con agua (MA). Se tomaron ramas zapecadas por contacto directo, método que se describe en la sección anterior y ramas

zapecadas con agua caliente (provenientes de un prototipo de la misma industria, que utiliza un intercambiador de calor para calentar agua entre 90 y 95 °C)

Aspectos sensoriales de yerba mate elaborada por métodos alternativos

provenientes del mismo lote. Para el segundo grupo de muestras se tomaron ramas verdes que serían zapecadas con vapor en planta piloto (MV), utilizando vapor saturado a 2 atm (121 °C), y las del método tradicional (MT) que sirvieron de referencia a este tipo de procesamiento alternativo. El tercer grupo de muestras corresponde a procesamiento integral con microondas (MO). Para ello se tomaron 4 muestras de ramas verdes del mismo volumen que en los casos anteriores. Con ellas se procedió al secado con microondas a escala laboratorio. Para comparar con el método de referencia, se tomaron muestras de yerba mate procesada íntegramente con chip en el establecimiento industrial, del mismo lote destinado a secado con microondas (MT). Se obtuvieron en total 4 muestras de yerba mate canchada de aproximadamente 1,5 – 2 kg para cada tipo de procesamiento alternativo (MA, MV y MO) y a su vez 4 muestras de procesamiento con chip como referencia para cada alternativa, (12 muestras procesadas con chip, 4 por cada proceso alternativo). Ningún grupo de muestras tuvo contacto entre si luego de la toma en la planchada de hoja verde del establecimiento.

Secado post-zapecado: Todas las muestras tomadas en el establecimiento industrial se colocaron en bolsas de polietileno tipo consorcio y se trasladaron a la planta piloto de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (UNaM), donde se realizó el secado en un secadero de lecho fijo. Todas las muestras se secaron por separado (entre 3 y 4,5 horas) a 100 °C, a una velocidad de aire promedio de 2,5 m/s, hasta un contenido de humedad inferior al 4 % en base seca. El tiempo de secado varió según el tipo de zapecado al cual fueron sometidas las ramas (Alegre et al., 2014).

Preparación de la yerba mate: Luego del secado, se separaron las hojas y los palos para obtener una mezcla con 20% de palo, se procedió a la molienda de las mismas a fin de obtener yerba mate canchada (molienda gruesa). Las muestras se conservaron a -20°C, lo que evitaría cambios hasta el momento en que pudieran someterse a estacionamiento.

Estacionamiento: Durante esta etapa se produce la maduración de la yerba mate. La misma produce cambios organolépticos en la yerba mate que, luego de un período de tiempo adecuado, catadores expertos indican que está lista para el consumo. En el caso del presente trabajo, se implementó una cámara perfectamente aislada de dimensiones aproximadas 1,2 m de ancho x 0,60m alto x 0,60 m profundidad y con capacidad interna de 15 kg de yerba mate canchada junto a un sistema de control de humedad y temperatura. Se implementó un controlador con 2 canales que media continuamente a través de un sensor y una termocupla la humedad y temperatura, respectivamente, dentro de la cámara. La yerba mate canchada obtenida de cada procesamiento se colocó en bolsas de polietileno tejidas, similares a la industria, y se estacionó durante 40 días, cada tipo por separado. Se realizaron controles de humedad de producto y de sabor cada 10 días.

Molienda fina: luego del estacionamiento se realizó la mezcla de cada lote y el cuarteo. Se molió en malla 40, obteniendo la granulometría apropiada para realizar la extracción simulando el consumo del mate.

Obtención de muestras para análisis sensorial: Las pruebas sensoriales se realizaron sobre el extracto obtenido en forma de mate simulado. Dos horas antes de las pruebas sensoriales, se utilizó un mate con yerba, se agregó agua y mediante vacío se extrajo el líquido, el que se depositó en un kitasato. Cada extracción se realizó con 50 gramos de yerba mate molida y 500 ml de agua caliente a 70 °C. Para cada tipo de muestra se obtuvieron 4 litros de extracto que se conservaron en dos erlenmeyers de 2000 ml entre 58°C y 60°C durante un máximo de 2 horas hasta el momento de la prueba.

El mate simulado para la obtención de extractos fue utilizado por otros autores (Scipioni et al., 2010) para caracterizar la concentración de solubles y parámetros fisicoquímicos, así también, en pruebas sensoriales para caracterizar el grado de estacionamiento y atributos de sabor (acidez, amargo, astringencia, etc.). (Surkan et al., 2012 y Holowaty et al., 2014c).

Análisis Sensorial: Las pruebas se realizaron mediante test del triángulo, el cual consiste en presentar al panelista o catador tres muestras incógnitas, una de las cuales es diferente. Se compararon los pares de muestras MT – MA, MT – MV y MT – MO. Las pruebas se realizaron en tres módulos en tres días diferentes, en cada módulo se evaluó un par de muestras. De las pruebas participaron 40 consumidores habituales de mate, todos pertenecientes a la Universidad Nacional de Misiones entre 22 y 60 años. A cada panelista se le presentó una bandeja con 3 vasos codificados en forma aleatoria que contenían aproximadamente 150 ml del extracto a $53 \pm 2^\circ\text{C}$, como se muestra en la **Figura 1**. También se le dio la posibilidad de repetir la prueba (con una nueva distribución de muestras).



Figura 1: Presentación de la prueba sensorial para cada participante.

Luego de probar las mismas en forma consecutiva debía indicar cual resultó diferente. Además, se dio la posibilidad de comentar en que aspectos consideraba las diferencias (amargo, sabor residual, etc.). Cada prueba duró aproximadamente 5 minutos. Del primer módulo MT – MA se obtuvieron 42 pruebas. En el segundo módulo se comparó entre muestras zapecadas con vapor y zapecadas con chip, se obtuvieron 54 pruebas. Por último, se realizaron las comparaciones entre muestras procesadas con microondas y procesadas con chip de las cuales se obtuvieron 66 pruebas voluntarias.

Análisis Estadístico: Los datos del test de triángulo se evaluaron mediante pruebas estadísticas con el valor de Z a dos colas para un $\alpha = 0,05$, las cuales permitieron obtener información si existieron o no diferencias significativas entre muestras.

Resultados y Discusión

La **Tabla 1** muestra los aciertos, la proporción y el valor p , en relación al Z encontrado por tabla para la comparación de cada par. Se determinó que solamente el par zapecado con agua y zapecado con chip existen diferencias significativas entre las muestras MA y MT. Se realizaron en este caso, 42 pruebas, de los cuales 25 resultaron correctas, es decir, que notaron diferencias entre el método de procesamiento con agua y procesamiento con el método tradicional, esto representa el 59,5 % de los casos, con un p valor menor a 0,0001. Los panelistas comentaron que algunos extractos resultaron más “fuertes” es decir, más amargos, y en otros casos notaron que todavía faltaba maduración, para el caso de yerba zapecado con agua, esto puede ser posible ya que 40 días de estacionamiento son el límite inferior para la

maduración de las muestras. Los catadores no encontraron desagradables las muestras zapecadas con agua, y en algunos casos hicieron notar que resultaba con mejor sabor que las muestras zapecadas con chip.

Aspectos sensoriales de yerba mate elaborada por métodos alternativos

En la comparación MV versus MTV, se acepta que las muestras no tienen diferencias estadísticas entre sí, y que de 54 pruebas solamente 24 resultaron aciertos, es decir el 44,4 % notó diferencias, el p-valor resultó cercano al límite de confianza utilizado de 0,05.

Tabla 1: Resultados del análisis comparativo estadístico mediante la prueba Z.

Comparación	Aciertos	Totales	Proporción (A/T)	Proporción Teórica	P
MA - MTA	25	42	0,595	0,333	0,0001
MV -MTV	24	54	0,444	0,333	0,0700
MO - MTM	25	66	0,379	0,333	0,4010

Por último, las comparaciones del par MO – MTM fue la que mostró menor diferencia estadística, de 66 pruebas, 25 fueron aciertos, representando el 37,9 %.

Si bien existen pocos antecedentes sobre aceptabilidad sensorial de yerba mate como infusión ya sea por el agregado de hierbas u otras sustancias (como minerales) en relación al consumo tradicional, algunos estudios mencionan la posibilidad de la saturación de zonas gustativas a elevadas concentraciones de sólidos solubles (Scipioni et al., 2010). Orjuela-Palacio et al., (2014) realizaron pruebas para evaluar la aceptabilidad de bebidas a base de yerba mate con alto contenido de polifenoles, en los cuales consideraron la posibilidad de que en el test de triángulo no se aprecien diferencias entre muestras por el efecto de la saturación en las zonas gustativas del sabor amargo. Deladino et al. (2013) analizó el efecto del atributo amargo y la acidez en sopas enriquecidas con extractos de yerba mate, sin embargo, utilizó bajas concentraciones de extracto, con lo cual las notas de amargo y flavor característico de la yerba mate no fueron significativos.

Conclusiones

Al comparar sensorialmente yerba mate obtenida con el procesamiento tradicional y otros métodos alternativos nuevos de procesamiento (zapecado con agua caliente o vapor y secado y procesamiento con microondas) utilizando el método del triángulo, se encontró que los consumidores detectaron diferencias en solo un caso, el procesamiento con agua versus el tradicional. En ninguna de las comparaciones los consumidores manifestaron encontrar sabores desagradables. De esta forma, el procesamiento tradicional, que pone en contacto al producto con gases de combustión que pueden resultar contaminantes, se puede reemplazar por otros métodos en los que el producto no tiene contacto con humos. Estos resultados se pueden considerar importantes debido a que la yerba mate es un producto en el que el consumidor es poco proclive a aceptar cambios en el sabor.

Agradecimientos

Se agradece al Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM) de la República Argentina, por financiar el proyecto dentro del cual se enmarca el presente trabajo.

Referencias Bibliográficas

- ALEGRE, A.C.; HOLOWATY, S.A.; SCHMALKO, M.E. Cinética de secado de yerba mate con diferentes pre-tratamientos. Libro de resúmenes del CICYTAC, Córdoba, Argentina. ISBN 978-987-45738-5-8 CP:68,2014.
- DE GODOY, R.C.; DELIZA, R.; GHENO, L.B.; LICODIEDO, S.; FRIZON, C.N.; RIBANI, R.H.y DOS SANTOS, G.G. Consumerperceptions, attitudes and acceptanceof new and traditional mate tea products. Food Research International, 53, 801-807. doi:10.1016 /j.foodres.2013-02-054, 2013.
- DELADINO, L.; NAVARRO, A.S.; MARTINO, M.N. Carriersystems for yerba mate extract (Ilex paraguariensis) toenrichinstantsoups. Releasemechanismsunderdifferent pH conditions. LWT - Food Science and Technology. Vol. 53. Issue 1, p 163-169, 2013.
- GOMEZ VARA, M.E.; BRIEUX, J.A. Y AVANZA, J.R. Investigaciones sobre la tecnología de la Yerba Mate- Informe APRYMA, 1-226, 1979.
- HOLOWATY, S.A.; ALEGRE, A.C.; BOHAZCENKO, E.A. Y SCHMALKO, M.E. Influencia de distintos tipos de zapecado en las propiedades fisicoquímicas de la yerba mate. Libro de resúmenes del V CICYTAC, Córdoba, Argentina. CP:68 ISBN 978987-45738-5-8, 2014b.
- HOLOWATY, S.A.; SURKAN, S.A.; TRELA, V.D.; BYCZKO, G.D. Y SCHMALKO, M.E. Variation of Physicochemical and SensoryPropertiesduringtheAging of Yerba Mate. International Journal of Food Studies. ISSN: 2182-1054. V3 – p. 228-238,2014c.
- HOLOWATY, S.A.; THEA, A.E.; BOHAZCENKO, E.A.; SCHMALKO, M.E. Efecto del combustible empleado en el procesamiento de la yerba mate sobre la calidad. Libro de resúmenes del V CICYTAC, Córdoba, Argentina. 17-19/11/2014. , 2014^a.
- ORJUELA-PALACIO, J.M.; ZAMORA, M.C.; LANARI, M.C. Consumers' acceptance of a high-polyphenol yerba mate/blackcurrantbeverage: Effect of repeatedtasting. Food Research International 57, p 26-33, 2014.
- SABATELLA, P.O.; POKOLENKO, J.J. Y SCHMALKO, M.E. Influencia de la composición en la extracción de los solubles de la yerba mate. En: Revista Ciencia y Tecnología 11 (a): 42-47,2009.
- SCHMALKO, M.E. Y ALZAMORA, S. Modelingthedrying of a twig of “yerba maté” considering as a composite material: Part I: Shrinkage, Apparentdensity and Equilibriummoisturecontent. Journal of Food Engineering 66, pp. 455-461, 2005.
- SCHMALKO, M.E. Y ALZAMORA, S. Color, chlorophyll, caffeine and watercontentvariationduring Yerba Maté processing. DryingTechnology 19, p. 599610, 2001.
- SCIPIONI, G.P.; FERREYRA, D.J.; ACUÑA, M.G. Y SCHMALKO, M.E. Rebaudioside A releasefrom matrices used in a yerba maté infusion. En: Journal of Food Engineering 100: 627-633, 2010.
- SURKAN, S.A.; ALBANI, O. Y RAMALLO, L.A. Influence of Storage Conditions of SensoryShelfLife of Yerba Mate. Journal of Food Quality 32, 58-72, 2009.
- SURKAN, S.A.; BYCZKO, G.D.; SCHMALKO, M.E. Variaciones del sabor de la yerba mate para tres tipos de estacionamiento. IV Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos: Actas. ISBN-13: 978-987-28845-0-5.Digital. p 621, 2012.
- THEA, A.; FERREIRA, D.; BRUMOVSKY, L.; SCHMALKO, M. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en infusiones preparadas con yerba mate (Ilex paraguariensis st. Hillarie), Memorias del VI Congreso Sudamericano de la yerba mate y II Simposio Internacional de yerba mate y salud. ISBN: 978-9974-0-1085-7. (en CD), 2014.
- THEA, A.E.Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) en yerba mate (Ilex paraguariensis St. Hil.) de origen argentino: Influencia del procesamiento y contenido en

las diferentes formas de consumo. Tesis del Doctorado en Ciencias Aplicadas - Universidad Nacional de Misiones, 2016.

XANDER, C.G.; ACOSTA, L.M.; SCIPIONI, G.P. Y ARGÜELLO, B. Inactivación térmica de peroxidasas en *Ilex paraguariensis* St. Hil. ydumosa. Anales del 2º Congreso Sul-Americano da Erva-Mate, Encantado 19 al 23/11/00, Brasil, 366-369, 2000.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS PARA DETERMINAR PORCENTAJE DE PALO EN YERBA MATE ELABORADA

Eugenio Micucci, Paola Novo y Lucila Sánchez Boado

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. (UNaM) Félix de Azara 1552. (3300) Posadas, Misiones. Argentina. e-mail: lsboado@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: La yerba mate (YM) es una planta autóctona de la región de Sudamérica. Se comercializa en forma de yerba mate canchada, elaborada y despalada. El Código Alimentario Argentino, denomina "yerba mate elaborada" con palo al producto formado por las hojas desecadas, ligeramente tostadas y desmenuzadas, de *Ilex paraguariensis* Saint Hilarie mezcladas con fragmentos de ramas secas jóvenes, pecíolos y pedúnculos florales" conteniendo no menos del 65% de hojas desecadas, rotas o pulverizadas y no más del 35% de palo grosera y finamente triturada, astillas y fibras del mismo. El método oficial para la determinación del porcentaje de palo es a través de la utilización de tamices, pero no se puede detectar el palo molido que pasa la malla 40 tomándose como hoja. El objetivo del trabajo fue comparar seis métodos de determinación de porcentaje de palo en YM elaborada y determinar el grado de dificultad, la precisión y la exactitud de las diferentes técnicas. Los métodos comparados fueron 1- Tamizado, 2- Fibra cruda total, 3- Cenizas, 4- Extracto acuoso, 5- Determinación por color y 6- Determinación por análisis de imagen. Se trabajó con 25 muestras de yerba mate de tres zonas de la provincia de Misiones, Argentina. Se procedió a la preparación de patrones con 5%, 15%, 25%, 35% y 45% de palo molido. Seguidamente se realizaron a cada uno de los patrones los seis métodos a comparar. Los métodos que presentan mejor correlación con el porcentaje de palo son el de tamizado con un valor del Coeficiente de correlación de 0,964482 y el método de fibra cruda total con un valor de 0,858303. Los métodos de tamizado y fibra cruda son los únicos que permiten diferenciar entre los diferentes valores de los patrones en todo el rango estudiado, entre 5% y 45% de concentración de palo.

Palabras clave: *Ilex paraguariensis*, porcentaje de palo, métodos

Introducción

La yerba mate es una planta autóctona de la región de Sudamérica ampliamente consumida en forma de infusiones desde la época de la colonización y que continúa hasta nuestros días. Las infusiones de yerba mate (YM) son consumidas en diferentes formas por la mayoría de la población de Argentina, Uruguay, Brasil y Paraguay. La hoja verde se comercializa en forma de yerba mate canchada, elaborada y despalada.

El Código Alimentario Argentino (CAA) en el Capítulo XV, Artículo 1193, denomina "yerba mate o yerba al producto formado por las hojas desecadas, ligeramente tostadas y desmenuzadas, de *Ilex paraguariensis* (Saint Hilaire, Aquifoliácea) exclusivamente, mezcladas o no con fragmentos de ramas secas jóvenes, pecíolos y pedúnculos florales". También especifica en el artículo 1194, que "la yerba mate elaborada" o "yerba mate elaborada con palo" es la yerba que contiene no menos del 65 % de hojas desecadas, rotas o pulverizadas y no más del 35 % de palo grosera y finamente triturada, astillas y fibras del mismo. El CAA indica que el método para la determinación del porcentaje de palo es a través de la "utilización de tamices malla 1 x 20 mm y malla 40 (0,420 mm de abertura de malla). La fracción retenida sobre el tamiz de 1 x 20 mm será considerada palo y no deberá ser inferior al 12,5 % en peso de la muestra analizada. La fracción que pasa por el tamiz malla

40 será considerada hoja. Con una alícuota de la fracción retenida en el tamiz malla 40 proveniente de sucesivos cuarteos, se procederá a extraer con pinza las astillas y cáscaras de palo presentes con lo que se cuantificará la cantidad de palo en dicha fracción. Este porcentaje, más el retenido en el tamiz de malla 1 x 20 mm conformará porcentaje total de palo de la muestra analizada. El cien por ciento de la muestra analizada deberá pasar por un tamiz cuya abertura sea de 5 x 70 mm". Con este método no se puede detectar el palo molido que pasa la malla 40, ya que la fracción se considera hoja en su totalidad. Por este motivo y por resultar muy difícil la separación manual de los palos que pasan la malla 1 x 20 mm, se han desarrollado varios métodos alternativos para reemplazar esta técnica.

Metodología

a- Separación manual de fracciones de hoja y de palo

Se procedieron a separar manualmente las fracciones de hoja y palo de 20 kg de yerba mate canchada de cada muestra y estación. La separación manual de hojas y palos es un procedimiento lento, insumiendo en promedio una hora para separar 100 gramos de muestra. Se separaron cantidades suficientes de hoja y palo provenientes de las muestras de yerba mate canchada y se molieron por separado en un molino de cuchillas, las que se separaron por tamizado en las diferentes fracciones para finalmente armar los patrones. Se prepararon 800 g de cada patrón con el objetivo de conservar 600 g de cada uno como resguardo. Los mismos se conservaron a -18 °C con doble bolsa sellada de polietileno oscuro.

b- Molienda de las fracciones de hoja y palo separadamente

Se procedió a moler las fracciones de hoja y de palo por separado para obtener las tres fracciones contempladas en el CAA y así preparar los diferentes patrones con las siguientes composiciones que se muestran en la **Tabla 2**.

Teniendo en cuenta las proporciones de las fracciones encontradas se procedió a diseñar la composición de los diferentes patrones (**Tabla 1**).

Tabla 1. Diseño de la composición de cada uno de los patrones de yerba mate

Porcentaje	5	9	1	8	2	7	3	6	4	5
	%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Fracción	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H
	alo (g)	oja (g)	alo (g)	oja (g)	alo (g)	oja (g)	alo (g)	oja (g)	alo (g)	oja (g)
Retenido malla 1x20 mm	3,85	0,00	1,50	0,00	1,90	0,00	2,500	0,00	3,30	0,00
Retenido malla 40 mm	0,85	6,90	2,50	6,20	4,50	5,40	6,50	4,70	8,20	4,00
Pasa malla 40 mm	0,30	2,60	1,00	2,30	1,50	2,40	2,00	1,80	2,50	1,50
Subtotales	5,00	9,50	5,00	8,50	7,90	7,80	10,50	6,50	13,80	5,50

Se realizaron las siguientes determinaciones de determinación de contenido de palo en cada uno de los patrones, de cada zona y de cada estación del año (25 patrones totales) por los siguientes métodos:

c-Fibra cruda

La determinación realizada se basa en el trabajo de Benítez Brítez, 2004 que toma como referencia la norma IRAM 20511. La muestra se hierve con una solución de ácido sulfúrico de concentración establecida. Se separa y se enjuaga el residuo insoluble. Se hierve el residuo con solución de hidróxido de sodio de concentración establecida y luego se separa, enjuaga, seca y pesa el residuo insoluble y se determina la pérdida de masa por incineración. El contenido de palo se determina a partir de la siguiente fórmula: $\% \text{palo} = ((\text{Fc}-16)/(45-16))*100$, donde “Fc” es el contenido de fibra.

c-Extracto acuoso.

La determinación se basa en el trabajo de Escalada et al., 1998, que toma como referencia la norma IRAM 20510. Se extrae, con el agua en ebullición bajo reflujo, las sustancias solubles de una muestra de ensayo del producto. Se filtra, se seca y se pesa el residuo insoluble en el agua caliente. El contenido de hoja se determina a partir de la siguiente fórmula: $\% \text{hoja} = (\text{Ea}-20,96)/20,79$, donde Ea es el valor de extracto acuoso en base seca. El % de palo se calcula utilizando la fórmula $\% \text{palo} = (1 - \% \text{hoja}) * 100$.

d-Cenizas totales

La determinación realizada se basa en el trabajo de Ybarra et al., que toma como referencia la norma AOAC 925.09. Se produce la destrucción de las materias orgánicas por calcinación de la muestra a 525- 550 °C. El contenido de palo se determina a partir de la siguiente fórmula: $\% \text{palo} = (\text{C}_t - 6,89) / -0,213$, donde C_t es el valor de cenizas totales.

e-Color

La determinación realizada se basa en el trabajo de Schmalko et al., 2005. El color se determinó utilizando un medidor de color de sólidos, marca HunterLab, modelo D25-9 (Hunter Associates Laboratory, Reston, Virginia). Para la determinación, las muestras se colocaron en cajas de Petri de 58 mm de diámetro y 10 mm de altura. Antes de realizar cada medición, el equipo se calibró utilizando sus correspondientes patrones (blanco y negro). Las determinaciones se realizaron utilizando 3 recipientes y en cada recipiente se realizó la lectura en 2 puntos diferentes. Se utilizó la escala de color HunterLab (L, a, b). Para determinar el porcentaje de palo se aplicó la siguiente ecuación: $L = 41,89 + 0,19x$ donde x es el porcentaje palos de la muestra.

f-Análisis de imagen.

La determinación realizada se basa en el trabajo de Hedman, 2008. Para la determinación del contenido de palo se utilizó un escáner conectado a una computadora con el software desarrollado por el autor. Se coloca la muestra en el escáner y se adquiere la imagen digitalizada que es analizada por el software que discrimina las áreas ocupadas por palo y las áreas ocupadas por hojas. El software analiza y da el resultado del porcentaje de palo de la muestra.

Resultados y Discusión

Se trabajó con 25 patrones provenientes de 5 de zonas a estudiar. Se pudo obtener una tendencia de las comparaciones de los diferentes métodos respecto de los patrones preparados de 5, 15, 25, 35 y 45 % de palo. A cada método se le realizó un ANOVA y luego se le aplicó el método de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher para evaluar la sensibilidad en todo el rango de porcentajes de palo estudiado.

1- Método de determinación de Tamizado

Este método presenta un coeficiente de correlación (r) de **0,966641**. La ecuación del modelo ajustado es: ***Tamizado = 0,706524 + 0,88981*% de palo***

Se puede observar que el método de tamizado es sensible y permite diferenciar las distintas proporciones de palo entre 5 % y 45 % (**Tabla 2**). Este método es de bajo costo, simple realización y posee una elevada correlación con el porcentaje de palo real.

Tabla 2. Pruebas de Múltiple Rangos para Tamizado por %de palo
Método: 95,0 porcentaje LSD

% de palo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
5	14	5,23786	X
15	12	13,1842	X
25	30	23,418	X
35	12	31,7433	X
45	12	40,4625	X

2- Método de determinación de fibra cruda total

Este método presenta un coeficiente de correlación (r) de **0,601826**. La ecuación del modelo ajustado es: **Fibra cruda = 3,78997 + 0,945829*% de palo**

Se puede observar que el método de fibra cruda total no es tan sensible y no permite diferenciar las distintas proporciones de palo entre 5 % y 45 % (**Tabla 3**). Es un método laborioso y largo, cuya técnica dura como mínimo 24 horas y que además posee un gran coeficiente de variación (5 a 10 %), obligando a realizar muchas repeticiones para cumplir con la norma IRAM 20511. La misma aclara que debe repetirse la determinación "cuando la diferencia absoluta entre los resultados de las dos determinaciones realizadas con el mismo método en idéntico material de ensayo, en el mismo laboratorio, por el mismo analista utilizando el mismo equipamiento, efectuadas simultáneamente o en rápida sucesión, no debe ser mayor que 2 g/100 g de muestra", lo que ocurre frecuentemente.

Tabla 3. Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra Cruda total por % de palo
Método: 95,0 porcentaje LSD

% de palo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
5	14	8,20286	X
15	14	15,6114	X
25	32	30,0	X
35	14	33,5343	X
45	14	46,5329	X

3- Método de determinación de extracto acuoso

Este método presenta un coeficiente de correlación (r) de **0,711603**. La ecuación del modelo ajustado es: **Extracto acuoso = -5,85819 + 0,96782*% de palo**

Se puede observar que el método de extracto acuoso no es tan sensible y no permite diferenciar las distintas proporciones de palo entre 5 % y 45 % (**Tabla 4**).

Tabla 4. Pruebas de Múltiple Rangos para Extracto acuoso por % de palo
Método: 95,0 porcentaje LSD

% de palo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
5	15	-0,082	X
15	15	6,92333	X
25	33	18,2203	X
35	15	29,9893	X
45	15	36,776	X

4- Método de determinación de cenizas totales

Este método presenta un coeficiente de correlación (r) de **0,452043**. La ecuación del modelo ajustado es: **Cenizas totales = 1,57636 + 0,102007*% de palo**

Se puede ver que el método no detecta la diferencia de porcentaje de palo entre los patrones del 5 %, 15 % y 25%. De igual manera no detecta diferencia entre los patrones en el rango de 5 % al 45 %, como puede verse en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Pruebas de Múltiple Rangos para Cenizas por % de palo
Método: 95,0 porcentaje LSD

% de palo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
5	15	2,546	X
25	32	3,21656	X
15	15	3,58867	X
35	15	5,744	X
45	15	6,56867	X

5- Método de determinación de color

Este método presenta un coeficiente de correlación (r) de **0,53296**. La ecuación del modelo ajustado es: **Color = 18,6332 + 0,333907*% de palo**

Se puede observar que el método de determinación de color no es sensible y no permite diferenciar las distintas proporciones de palo entre 5 % y 45 % (**Tabla 6**).

Tabla 6. Pruebas de Múltiple Rangos para Color por % de palo
Método: 95,0 porcentaje LSD

% de palo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
5	15	18,8607	X
15	15	23,3493	X
25	33	28,7148	X
35	15	29,336	X
45	15	32,5627	X

6- Método de determinación de Imagen

Este método presenta un coeficiente de correlación de **0,792392**. La ecuación del modelo ajustado es: **Imagen = 2,76909 + 0,789667*% de palo**

Se puede observar que el método de determinación por imágenes no permite diferenciar las distintas proporciones de palo en los rangos bajos de 5 % a 15 %, siendo sensible en los rangos de 25 a 45 %, que es el rango donde se desea trabajar para detectar el exceso de palo (**Tabla 7**).

Tabla 7. Pruebas de Múltiple Rangos para Imagen por % de palo
 Método: 95,0 porcentaje LSD

% de palo	Casos	Media	Grupos Homogéneos
5	15	8,4	X
15	15	13,2667	X
25	33	22,5455	X
35	15	27,5667	X
45	15	40,7333	X

Conclusiones

Los métodos que presentan mejor correlación con el porcentaje de palo son el de *tamizado* con un valor del coeficiente de correlación (r) de **0,966641** y el método de *determinación por imagen* con un valor de (r) de **0,792392**, este último útil a partir del 25 % de palo.

El único método sensible en el rango de 5 a 45 % de porcentaje de palo es el de *tamizado*.

El método de *tamizado* es simple, barato y rápido.

Los métodos de determinación de % de palo por cenizas, extracto acuoso, fibra cruda total y determinación de color no son sensibles al % de palo en la yerba mate elaborada.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM) por el financiamiento de este proyecto; a Noelia, Teresita, Bryan y Margarita, becarios del INYM que con toda su paciencia han colaborado en el proyecto y a la Fundación para el Desarrollo e Investigación Científica y Tecnológica que gentilmente ha cedido su laboratorio.

Referencias Bibliográficas

- BENÍTEZ BRITEZ, S. Determinación de fibra cruda en yerba Mate. Informe presentado a la Dirección General de Industria de la provincia de Misiones. 2004
- CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. Art. 1194-1198. Ediciones La Rocca. Buenos Aires, 348-349, 2000.
- ESCALADA, M. A.; SCHMALKO, M. E. Y KÄNZIG, R.G. El extracto acuoso como una medida del contenido de palos en la yerba mate. Revista de Ciencia y Tecnología I (1) 40-44, 1998.
- HEDMAN, J. C. Determinación del Contenido de Palo de la Yerba Mate Elaborada con Palo Mediante Análisis de la Imagen. Instituto Nacional de la Yerba Mate, Programa de Apoyo al Sector Yerbatero, Proyecto Nro. 024/08, 2008.
- IRAM 20512. Instituto de Racionalización de Materiales. Yerba Mate: Determinación de porcentaje de palos, 2004.

- POKOLENKO, J. J. Y SCHMALKO, M. E. Variaciones de la Cafeína y el extracto acuoso en la yerba mate en diferentes épocas del año. Revista de Ciencia y Tecnología 7 (b) 49-53, 2005.
- SCHMALKO, M. E.; DEL VALLE, C. Y ESCALADA G. El color como una medida del porcentaje de palo en la Yerba Mate, libro de trabajos del X Congreso CYTAL 289-295, 2005.
- STATGRAPHICS PLUS (Versión 7 for DOS) STATGRAPHICS User manual. Manugistics, Inc. Rockville, Maryland. USA. 1993.
- WONIATCZUK, M. I. Y SCHMALKO, M. E. Estudio de la Variabilidad de los Parámetros de Calidad de la Yerba Mate Elaborada en Diferentes Establecimientos. Libro de Actas del X Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Mar del Plata 18 al 20 de Mayo, 2005.

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA TÉRMICA EN TRES TIPOS DE SECADEROS DE YERBA MATE

Guillermo M. Arndt¹; Marcelo F. Ricci²; Jonatan G. Tetzlaff; Santiago A. Holowaty⁴

¹Investigador. Equipo Yerba Mate y Té. EEA Cerro Azul – INTA. Ruta Nac. 14 km 836. Misiones, Argentina.

Email: arndt.guillermo@inta.gob.ar

²Estudiante. FCEQyN, UNaM, Ruta 12, km 75, Posadas Argentina. Email: riccimarclof@gmail.com

³Estudiante. FCEQyN, UNaM, Ruta 12, km 75, Posadas Argentina. Email: jonatan.tetzlaff@gmail.com

⁴Docente/Investigador. FCEQyN, UNaM/ CONICET, Ruta 12, km 75, Posadas Argentina. Email:

saholowaty@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: La diferencia en los métodos de procesamiento radica en el sistema de secado adoptado en la etapa, posterior al zapecado, que es similar en todos los establecimientos industriales: las ramas de yerba mate cosechadas se someten a inactivación enzimática, dentro de tambores rotatorios, horizontales con aspas internas, flujo paralelo, con elevada temperatura y corto tiempo de residencia. El objetivo del trabajo fue estudiar la eficiencia térmica y la distribución energética de los equipos utilizados en la etapa de secado en tres establecimientos industriales. Los sistemas adoptados por cada uno fueron diferentes: Secado continuo en cinta, Secado continuo en tambor rotatorio, y secado por lotes (denominado Barbacué). Los tiempos de residencia son diferentes en todos los casos. Se determinaron variables requeridas para la realización de balances de masa y energía en las entradas y salidas de los equipos sólidos y gases, en estado estacionario. La eficiencia y la distribución energética de cada secadero se realizaron en relación a la energía calórica que ingresaba al sistema. La eficiencia se describió como la cantidad de agua evaporada en relación al calor aportado al sistema. Los resultados se compararon con datos de sistemas eficientes obtenidos de la bibliografía. Se determinaron valores de eficiencia bajos en relación a la bibliografía. El secado en cinta mostró valores de 23,3 % de eficiencia, el secadero rotatorio alcanzó valores más bajos, de 19,5 % mientras que el sistema barbacué no superó el 14 % de eficiencia. Los calores de pérdidas fueron elevados, ya que una parte importante de la energía aportada por los gases de combustión al sistema, se utiliza para precalentar aire y enriquecer las corrientes gaseosas. Los porcentajes de corrientes gaseosas de salida resultaron elevados, con un alto contenido de humedad y baja temperatura, lo que no permitiría la posibilidad de reutilizar parte de estas corrientes para recirculación o precalentamiento.

Palabras clave: yerba mate, secado, eficiencia térmica.

Introducción

La producción de yerba mate en Argentina se concentra en el nordeste del país principalmente en la provincia de Misiones y al norte de Corrientes. Este producto se comercializa a lo largo de todo el país y una fracción es exportada.

La elaboración de la yerba mate, consta de 5 etapas: zapecado, secado, molienda gruesa, estacionamiento y molienda fina. Las primeras 3 se llevan a cabo en establecimientos denominados de procesamiento primario (o secadero). La materia prima se obtiene de los diferentes yerbales de la zona, donde podemos distinguir la yerba de monte (norte de misiones) y la de campo (fronteras entre Misiones y Corrientes). En la cosecha, las ramas son cortadas y transportadas en camiones hasta los establecimientos donde se colocan sobre un piso hasta ser procesadas.

Luego se colocan sobre cintas transportadoras que dirigen las ramas hacia el zapecador, este consiste en un tambor rotatorio donde las ramas entran en contacto directo con los gases de combustión (combustible celulósico o gas) en corriente paralela. El tiempo de residencia es relativamente corto entre 2 a 4 minutos y las temperaturas de exposición son altas, permitiendo la inactivación de enzimas que pueden llegar a producir pardeamiento del producto durante las siguientes etapas.

También durante el zapecado se produce una importante pérdida de humedad. Reduciendo así desde un 55% en base húmeda (bh) hasta un 20% (bh) en las hojas y desde 55% (bh) hasta un 50% (bh) en los palos. Esta operación se realiza en condiciones similares en la mayoría de los establecimientos industriales independientemente del sistema de secado utilizado en la etapa siguiente. (Schmalko y Alzamora, 2001).

Las ramas son luego introducidas al secadero, que generalmente es de tipo cinta y pueden tener 1 o 2 etapas. A su vez, las cintas se pueden ubicar en formas superpuestas una arriba de la otra. La temperatura del aire o gases de combustión que ingresan al secadero varía entre 90 y 120 °C, siendo la más usual de 100 °C (Núñez y Känzig, 1995). El tiempo de residencia en general puede variar de 4 a 6 horas según cada establecimiento.

Para el caso de secaderos que tiene una producción de tipo barbacuá generalmente se utilizan secaderos con las mismas características nombradas anteriormente, pero el proceso es discontinuo. Este consiste en cargar las cintas con las ramas a secar y dejarlas estacionarias por un periodo de aproximadamente 18 hs a menor temperatura (80 – 90 ° C).

Otro tipo de secadero presente en la industria y que está incluido en este trabajo es el de tipo rotatorio, donde la etapa de secado se lleva a cabo en tambores rotatorios. Estos poseen tiempos de retención muy cortos comparados con los secaderos de cinta, por lo tanto es necesario secar por separado los palos por su mayor contenido de humedad. Este proceso se lleva a cabo por medio de una zaranda en el interior del tambor de secado de hojas, la misma permite pasar las hojas hacia las paredes del tambor y en cambio los palos quedan retenidos dentro de ella, para luego ser dirigidas por medio de cintas transportadoras al tambor secador de palos. Los requerimientos energéticos más importantes en el procesamiento se tienen en las etapas de zapecado y secado. En la Industria de elaboración de yerba mate, los procesos de secado requieren grandes cantidades de energía calorífica obtenida a partir de combustibles celulósicos (leña o chip). Las normativas vigentes limitan el uso de este tipo de combustible cuando se trata maderas de montes nativos, obligando a la utilización de maderas de bosques implantados y/u otros combustibles. Este reemplazo de factor es debido a la escasez de los primeros e implica costos mayores para la industria, de manera que se racionaliza el mismo mejorando la eficiencia del proceso productivo.

El objetivo del trabajo fue estudiar la eficiencia térmica y la distribución energética de los equipos utilizados en la etapa de secado en tres establecimientos industriales: secadero de cintas, secadero discontinuo (barbacuá) y secadero rotatorio.

Metodología

Establecimientos Industriales

El trabajo se realizó en 3 establecimientos de procesamiento primario de la provincia de Misiones.

El primer establecimiento procesaba de manera continua en un secadero de 2 cintas superpuestas. Las cintas de secado tenían una longitud de 30 m y un ancho de 4 m. El secadero estaba construido de mampostería y techo de chapa, donde se ubicaban

Estudio de la eficiencia térmica en tres tipos de secaderos de yerba mate

las chimeneas de salida de los gases. Las ramas forman un lecho de 1 m de altura aproximadamente. Los gases de combustión son introducidos por medio de boquillas localizadas en la parte inferior de la cinta de secado. El combustible utilizado en la etapa de secado fue chip de madera.

El segundo establecimiento procesa de manera discontinua (tipo barbacuá), en un secadero de cinta de similares características al primer establecimiento y utiliza como combustible chip de madera.

El tercer establecimiento, procesaba en un sistema continuo, en un secadero de tambor rotatorio. Como combustible utilizaba leña de monte implantado. El flujo de gases circula en paralelo al flujo de ramas y eran extraídos por una chimenea ubicada al final del tambor.

Mediciones en la línea de producción

Las mediciones se realizaron en régimen constante, donde se tomaron muestras de hoja verde, de las ramas antes de ingresar al secadero y en la salida del mismo para su posterior obtención de humedad. También se midieron la temperatura de las hojas a la entrada y a la salida del secadero. El flujo de ramas se consideró el promedio diario de procesamiento de hoja verde (Schmalko et al., 2003). Estos procedimientos se realizaron por igual en los 3 establecimientos.

Para el caso de los 2 primeros establecimientos también se obtuvieron los datos del flujo de entrada de los gases de combustión midiendo temperatura de bulbo húmedo, temperatura bulbo seco y velocidad de entrada de los gases en la boquilla y del aire que ingresaba por los oídos. Se midió el área, número de boquillas y oídos. Los datos de temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo también fueron tomados en la parte superior del secadero (sobre la cinta superior).

Para el tercer establecimiento se obtuvieron datos del flujo de salida de los gases de combustión a través de la chimenea. Se midió temperatura de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco, velocidad de flujo y área de la chimenea.

La determinación del contenido de humedad se realizó por calentamiento a 103 ± 2 °C hasta pesada constante (IRAM 20503). La temperatura del aire se midió utilizando termómetros de mercurio (con una precisión de $\pm 0,1$ °C). Se generó el bulbo húmedo con algodón humedecido. En cambio para la medición de temperatura de las ramas se utilizó un pirómetro termómetro infrarrojo con termocupla marca CEM modelo DT8833. Para la determinación de velocidad de flujo se utilizó un medidor tipo ventilador con cuentavueeltas, marca Wilh Lambrecht KG, modelo 1400/351028, de origen alemán (con una precisión de ± 1 m/min).

Determinación de la Eficiencia Energética

La determinación de la eficiencia energética se calculó mediante la determinación de los calores involucrados durante el secado, por medio de balances de masa y energía tomando al secadero como un solo volumen de control. Para calcular la energía utilizada para evaporar el agua, se necesita conocer en primer lugar, la cantidad de agua evaporada y el calor latente de evaporación. El primero se obtiene con un balance de masa, mientras que el calor latente de evaporación se obtiene de tablas. Este valor depende de la temperatura (es de 540 kcal/kg de agua evaporada a 100°C) y del contenido de humedad. Cuando el contenido de humedad es bajo (por debajo de 20 %, base seca), se debe considerar un calor adicional de adsorción (en el orden del 10 %). (Schmalko y Alzamora, 2005). También se dan a conocer los datos teóricos aportados por la bibliografía a modo de comparación.

Consideraciones:

- La temperatura de referencia T_0 se hace a 20 °C por conveniencia para los cálculos.
- Los valores de temperatura de producto T_{si} , fueron medidas en promedio.
- Los valores de Y' que no están calculados se estimaron mediante un diagrama psicrométrico.

- Los valores de calor de sorción Qs se extrajeron por regresión de datos experimentales en trabajos de Investigación expresados en la bibliografía.
- El sector de cintas trabaja a temperatura en la parte inferior de 125°C, y esta es la temperatura de trabajo o de ingreso a la cinta. Si bien los gases de combustión que entran están a una temperatura media de 330 °C, parte de la energía que contienen estos gases, se utiliza para el calentamiento del aire que ingresa por los oídos a temperatura ambiente To (promedio). Hay que destacar que esta temperatura ambiente o de referencia puede cambiar entre 35 °C a 0 °C según la época del año y entre el día y la noche.

Resultados y Discusiones

En la **Tabla 1** se presentaron los valores y porcentajes de los flujos de calor involucrados en el proceso de secado, como así también los valores aportados por la bibliografía.

Tabla 1. Eficiencia y distribución energética en tres tipos de secaderos comparados con la bibliografía.

Distribución Energética	Valores de la bibliografía (%)	Secadero 1 (Cinta continuo)		Secadero 2 (Cinta Barbacué)		Secadero 3 (Rotatorio)		
		(kcal/h)	%	(kcal/h)	%	Val. Bibl. (%)	(kcal/h)	%
Calor Generado		1605262,3		992513,2			959116,7	
Evaporación del Agua=Eficiencia	55,0%	373686,9	23,3%	138750,9	14,0%	65,0%	186979,1	19,5%
Salida con el aire	28,0%	537141	33,5%	261997,7	26,4%	20,0%	180395,2	18,8%
Calentamiento del sólido	12,0%	60109,2	3,7%	8711,6	0,9%	10,0%	17641,7	1,8%
Salida con el producto	3,0%	41869,5	2,6%	16775,9	1,7%	3,0%	58612,6	6,1%
Pérdidas de calor*	2,0%	592731,2	36,9%	566125,3	57,0%	2,0%	515334,0	53,7%

*El calor perdido es el total de las pérdidas indeterminadas y el necesario para calentar el aire de los oídos de 20 a 125° C.

Los valores de calor son estimativos y están expresados en kcal/kg. Se observó menores eficiencias en los secaderos de barbacué. No superó el 14 %, es decir, del total aportado al sistema, la mayor parte se utiliza para precalentar (o mezclar) el aire fresco a la temperatura ambiente, y así, lograr una mezcla con gases de combustión adecuados para proveer la fuerza impulsora necesaria para lograr el secado de la yerba mate. Es interesante que los gases de salida salen agotados y la distribución es menor que lo propuesto por la bibliografía. Al realizar mediciones, se observaron temperaturas

Estudio de la eficiencia térmica en tres tipos de secaderos de yerba mate

cercanas a los 50 °C en la salida, y valores de humedad superiores a 0,04 kg agua/kg ss, es decir, cercanos a la saturación.

En el secadero de cinta se presentan mayores valores de eficiencia, de 23,3 % en concordancia con trabajos anteriores (Holowaty et al., 2014), donde se reportan eficiencias similares en secaderos continuos de cinta superpuestas. Se remarca el elevado valor de pérdidas, las cuales se generan al hacer ingresar gases de combustión entre 350 y 380 °C y mezclar con aire frio proveniente de los oídos (las ventanas pequeñas laterales al secadero), para alcanzar valores de 120 °C y la humedad del aire suficientemente baja, para que, cuando se encuentra a menores temperaturas, no se saturen las corrientes gaseosas. Esto ha sido mencionado en trabajos anteriores como causante de baja eficiencia (Holowaty et al. 2014) y es objeto de estudio en la implementación de sistemas de calentamiento o precalentamiento de aire en secaderos de yerba mate. (Holowaty y Schmalko, 2016).

Los secaderos rotatorios, poseen un funcionamiento diferente a los anteriormente descritos, sin embargo los valores de eficiencia son bajos. Por un lado, se observa que las pérdidas son elevadas, en este caso particular, puede deberse a la ausencia de sistemas de aislación en el exterior del tubo metálico. Las eficiencias alcanzaron valores del 19,5 %. En todos los casos, la humedad final de las hojas de salida fueron entre 5 y 5,5% en base seca.

Conclusión

Se estudiaron la eficiencia térmica y la distribución energética en tres tipos de secaderos de yerba mate, que utilizaban el mismo tipo de corriente gaseosa para secar. Se determinó la mayor eficiencia térmica en los secaderos de cinta continuos, seguidos por los secaderos rotatorios y los de lecho fijo o barbacuá. En el caso de cintas continuo y los de barbacuá, las pérdidas elevadas resultan del ingreso de aire frio que se mezcló con los gases de combustión para permitir mejorar la velocidad de secado, a expensas de una disminución en la eficiencia y aumento del consumo energético. En los secaderos rotatorios se observaron marcadas pérdidas, debido a la ausencia de aislantes térmicos en las paredes del secadero.

Agradecimientos

Se extiende el agradecimiento al Instituto Nacional de la Yerba Mate (Argentina) por financiar este proyecto.

Referencias Bibliográficas

- CNOSSE, A.G.; JIMÉNEZ, M.J.;SIEBENMORGEN, T.J. Rice fisuring response to high drying and tempering temperatures. Journal of Food Engineeringv.59, p. 6169,2003.
- COELHO G.C.; DE ARAUJO, J.E.M.; SCHENKEL, E.P. Population diversity on leaf 240 morphology of maté (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae). Brazilian 241 Archive of Biology andTechnologyv.45 (1), p. 47-51, 2002.
- IRAM 20503, Yerba Mate: Determinación de la pérdida de masa a 103°C. Instituto de Racionalización de Materiales,1995.
- KREITH, F. Y BOHN, M. Principles of Heat Transfer, 5th Edition, West Publishing Company,1997.
- KUDRA, T. Energy Aspects in Drying. Drying Technology, v. 22, Nº 5, p. 917-932, 2004.
- MENSHUTINA, N.V.; GORDIENKO, M.G.; VOYNOVSKIY, A.A.; KUDRA, T. Dynamic Analysis of Drying Energy Consumption. Drying Technology, v. 22, Nº 10, p.2281-2290,2004.

- MUJUNDAR, A.S. Handbook of Industrial Drying. 2nd Edition. Marcel Dekker, Inc. New York, 1995.
- NÚÑEZ, J.C. ; KÄNZIG, R.G. Secanza de la Yerba Mate. Erva-Mate: Biología e Cultura no Cone Sul, Editora da Universidade- Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – Brasil, p. 175-180, 1995.
- PERRY, R.H. Y GREEN, D.W. Perry's Chemical Engineers' Handbook. 7° Edition Mc Graw Hill, 1997.
- RAMALLO, L.A.; POKOLENKO, J.J.; BALMACEDA, G.Z.; SCHMALKO, M.E.. Moisture diffusivity, shrinkage, and apparent density variation during drying of leaves at high temperatures. En: International Journal of Food Properties v.4, p.163-170, 2001
- SCHMALKO, M.E.; MACIEL, S; DELFEDERICO, L.E. Eficiência energética de un secadero de yerba mate. 3er Congreso Sul-Americano da Erva Mate, Chapecó, Brasil, 16 al 19/11/03.
- SCHMALKO, M.E.; ALZAMORA, S.M. Color, chlorophyll, caffeine and water content variation during Yerba Maté processing. Drying Technology v. 19, 599-610.
- SCHMALKO, M.E.; ALZAMORA, S.M. 2005. Modeling the drying of a twig of "Yerba Maté" considering a composite material: Part I: Shrinkage, apparent density and equilibrium moisture content. Journal of Food Engineering v. 66, 455-461, 2001.
- SCHMALKO, M. E.; PERALTA, J. M.; ALZAMORA, S.M. Modeling the drying of a deep bed of *Ilex paraguariensis* in an Industrial belt conveyor dryer. Drying Technology v.25, p. 1967-1975, 2007.
- SHEI, H.J.; CHEN, Y.L., Computer simulation on intermittent drying of rough rice. Drying Technology v. 20, p. 615–63, 2002.
- TRELA V.D.; HOLOWATY S.A.; SCHMALKO M.E. Estudio cinético en las modificaciones de los parámetros en los distintos estacionamientos de la yerba mate. Libro de Resúmenes IV Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. ISBN-13: 978-987-28845-0-5. p. 415, 2012.

ESTUDO DO USO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA PREVER A DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DE ERVA MATE (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) MOÍDA GROSSA

Indaiá T. Tamagno¹; Gabriela S. Silva¹; José R. D. Finzer²; Marília A. Sfredo³

¹ Bolsista/Graduanda. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul *Campus* Erechim, IFRS. R. Domingos Zanella, 104 Erechim-RS, Brasil. Email: indaiatamagno@gmail.com ²
Professor/Pesquisador. Universidade Uberaba, Uniube. Av. Nenê Sabino 1801, Uberaba-MG, Brasil. Email: jrdfinzer@pq.cnpq.br

³ Professora/Pesquisadora. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul *Campus* Erechim, IFRS. R. Domingos Zanella, 104 Erechim-RS, Brasil. Email: marilia.sfredo@erechim.ifrs.edu.br

Resumo: No processamento da erva-mate para chimarrão obtém-se partículas e pó, que não são uniformes quanto ao tamanho, assim como na maioria dos processos que envolvem a operação de moagem. Contudo, a erva-mate possui uma distribuição de tamanhos muito ampla, contendo partículas finas (pó) até muito grossas como os palitos. Como há poucas informações acerca da caracterização de partículas de erva-mate na literatura, principalmente relacionadas ao ajuste de modelos matemáticos de distribuição de tamanhos, justifica-se a realização deste trabalho, que objetiva testar e comparar dois modelos matemáticos clássicos para descrever a distribuição granulométrica da erva-mate moída grossa. Para isso, amostras de erva-mate moída grossa foram submetidas ao peneiramento em peneiras padrão 9; 20; 35; 80; 150 (série Tyler). O agitador vibratório foi configurado para operar na posição 9 do reostato. O tempo de agitação e a massa de amostra foram ajustadas de acordo com o planejamento composto central, com duas variáveis, dois níveis e quatro pontos centrais. Os resultados da análise granulométrica indicaram que a erva-mate moída grossa avaliada possui ampla distribuição de tamanho, com partículas variando de 0,053 a 2,181 mm. O diâmetro médio mássico foi o que melhor caracterizou as amostras de erva-mate, variando entre 0,7947 e 0,9279 mm. O modelo Gates, Gaudin e Schumann não descreveu a distribuição de tamanhos da erva-mate moída grossa analisada. Já, o modelo de Rosin, Rammler e Bennet ajustou-se satisfatoriamente aos dados experimentais, porém previu melhor o comportamento das partículas finas da erva-mate. Nesse sentido, é necessário testar outros modelos matemáticos para descrever a distribuição de tamanhos da erva-mate moída grossa e obter um diâmetro médio calculado mais representativo do produto.

Palavras-chave: Alimentos particulados. Modelos GGS e RRB. Distribuição de tamanhos.

Introdução

No processamento da erva-mate para chimarrão obtém-se partículas e pó, que não são uniformes quanto ao tamanho, assim como na maioria dos processos que envolvem a operação de moagem. Contudo, a erva-mate possui uma distribuição de tamanhos muito ampla, contendo partículas finas (pó) até muito grossas como os palitos, os quais também possuem formato diferenciado das folhas moídas. Na literatura há pouca informação sobre a distribuição de tamanhos da erva-mate. Mendes (2005) caracterizou oito amostras de ervamate produzidas no Estado de Santa Catarina e observou a predominância de palitos com diâmetros acima de 0,589 mm. As amostras de erva-mate analisadas apresentaram diâmetro médio relacionado à área superficial entre $0,1747 \pm 0,0306$ mm e $0,1961 \pm 0,0267$ mm. Já a distribuição de tamanhos variou de 3,53 mm a 0,15 mm (diâmetro médio das partículas retidas nas peneiras padronizadas).

Berté (2011) determinou a distribuição granulométrica para erva-mate beneficiada tipo chimarrão e constatou que 13,89% do produto foi classificado como pó moderadamente grosso, com partículas variado de 2 mm a 0,710 mm; 9,96% foi classificado como pó semi fino, com partículas entre 0,600 e 0,355 mm. A maior parte da matéria-prima, 76,15%, apresentou partículas com grau de divisão entre 0,300 e 0,180 mm, considerada pó fino. Segundo Voigt (2005 *apud* Berté, 2011) essa granulometria reduzida da erva-mate, que provoca o aumento da superfície específica, possibilita maior interação com o solvente (água) e favorece uma maior extração de sólidos solúveis das folhas moídas. Para Mazuchowski (1997 *apud* Mendes, 2005), as folhas moídas constituem parte essencial da erva-mate, pois possuem substâncias úteis e necessárias a sua boa qualidade. Os palitos, em geral não ultrapassam 20% da massa total do produto cancheado, apresentando-se frequentemente, com diâmetro inferior a três milímetros.

Assim constata-se que a heterogeneidade de tamanhos da erva-mate é evidente, o que dificulta a estimativa de um diâmetro equivalente representativo de todas as partículas. Contudo, segundo Frare et al. (2000) é de grande importância a caracterização de materiais particulados, pela distribuição de tamanho de partículas e pela definição de diâmetros “médios”, que representam o comportamento de todos os tamanhos do material particulado. Frare et al. (2000) também ressalta que, a partir dessa caracterização, pode-se ajustar modelos matemáticos de distribuição de partículas, onde os mais usuais possuem um menor número de parâmetros, geralmente dois.

Nesse sentido, Cremasco (2014) afirma que é possível descrever qualquer distribuição granulométrica por modelos matemáticos na forma de $\chi = \chi(D_p)$ e apresenta os modelos clássicos com dois parâmetros. Neste trabalho serão utilizados dois modelos: Gates, Gaudin e Schumann (GGG) e Rosin, Rammler e Bennet (RRB), apresentados nas **Equações 1 e 2**, respectivamente. O valor do diâmetro médio de Sauter pode ser calculado utilizando os parâmetros dos dois modelos, conforme indicam as **Equações 3 e 4**, para o modelo GGS e RRB, respectivamente.

$$\chi_i = \left(\frac{D_{pi}}{k} \right)^m \quad (1)$$

$$\chi_i = 1 - \exp[-(D_{pi}/D')^n] \quad (2)$$

$$\bar{D}_S = k \left(\frac{m-1}{m} \right) \quad (3)$$

$$\bar{D}_S = \frac{D'}{\Gamma(1-1/n)} \quad (4)$$

A linearização dos modelos GGS e RRB pode ser obtida diretamente e os parâmetros dos modelos k, m, n e D' podem ser calculados através de regressão linear, que fornece o coeficiente de correlação (R^2), o qual é um indicativo do ajuste dos dados experimentais aos modelos. O uso desses modelos é importante para a predição do comportamento fluidodinâmico, para o cálculo da eficiência global de remoção de partículas em ciclones (Frare et al., 2000), e também podem fornecer subsídios para indicar a qualidade do alimento, em relação à granulometria. Assim, justifica-se a realização deste trabalho, que objetiva testar e comparar dois modelos matemáticos clássicos para descrever a distribuição granulométrica da erva-mate moída grossa.

Metodologia

Os experimentos efetuados nessa pesquisa foram realizados no Laboratório de Fenômenos de Transporte/Operações Unitárias da área de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul Campus Erechim. A análise granulométrica das partículas foi efetuada com dois pacotes comerciais de 1 kg de erva-mate moída grossa como amostra, quarteando-os para obtenção da massa necessária para cada experimento. As amostras foram colocadas em estufa de secagem (Marca LUCADAMA) com circulação de ar, a uma temperatura de $50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Após esse tempo, foram retiradas da estufa e mantidas em dessecador a fim de evitar que a umidade superficial prejudicasse a operação de peneiramento. Em testes preliminares selecionou-se as peneiras padronizadas que seriam utilizadas nos experimentos: 9; 20; 35; 80; 150 (série Tyler), mais o fundo.

A amostra de partículas foi alimentada na peneira superior do conjunto e este foi colocado sobre o agitador eletromagnético, da marca BERTEL, configurado para operar na posição 9 do reostato. O tempo de agitação (t), determinado em timer digital (marca INCOTERM), e a massa de amostra (M) foram ajustadas de acordo com o planejamento composto central, com duas variáveis, dois níveis e quatro réplicas no centro, como proposto por Rodrigues e Iemma (2014). Os 6 experimentos foram randomizados e realizados em duplicata. A **Tabela 1** apresenta os níveis estudados para cada variável.

Tabela 1. Níveis estudados no planejamento experimental composto central.

Variáveis codificadas	Variáveis estudadas	
	t (min)	M (g)
-1,0000	10,0000	60,0000
0,0000	15,0000	80,0000
1,0000	20,0000	100,0000

Após interromper o sistema no tempo estipulado para agitação das partículas, as peneiras foram removidas e levadas a uma balança semi analítica (marca MARTE, modelo AD2000, resolução de 0,01 g) para determinação da massa e da fração mássica retida em cada peneira (χ_i). Em seguida, efetuou-se a análise dos dados das partículas de erva-mate moída grossa, determinando a distribuição de tamanho (diâmetro médio das partículas, $\bar{D}_{pi}$), o diâmetro médio de Sauter (ver **Equação 5**) e o diâmetro médio mássico ($\bar{D}_w$), indicado na **Equação 6** (McCabe; Smith; Harriott, 2005).

$$\bar{D}_S = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\chi_i}{\bar{D}_{pi}} \right)} \quad (5)$$

$$\bar{D}_w = \sum_{i=1}^n \chi_i \bar{D}_{pi} \quad (6)$$

Além disso, ajustou-se os modelos matemáticos GGS e RRB aos dados experimentais, utilizando o Software Microsoft® Excel® 2013 e determinou-se os parâmetros dos modelos linearizados, bem como os coeficientes de correlação (R^2). Os resultados obtidos experimentalmente e os estimados são comparados entre si para identificar qual o modelo matemático que melhor prevê o comportamento das partículas de erva-mate moída grossa.

Resultados e Discussão

Os resultados para a análise granulométrica das partículas de erva-mate moída grossa estão apresentados na **Figura 1**, na forma de gráficos de fração cumulativa, os quais são utilizados para o ajuste dos modelos matemáticos GGS e RRB e na forma de curvas de distribuição de frequência (Figura 1(d)).

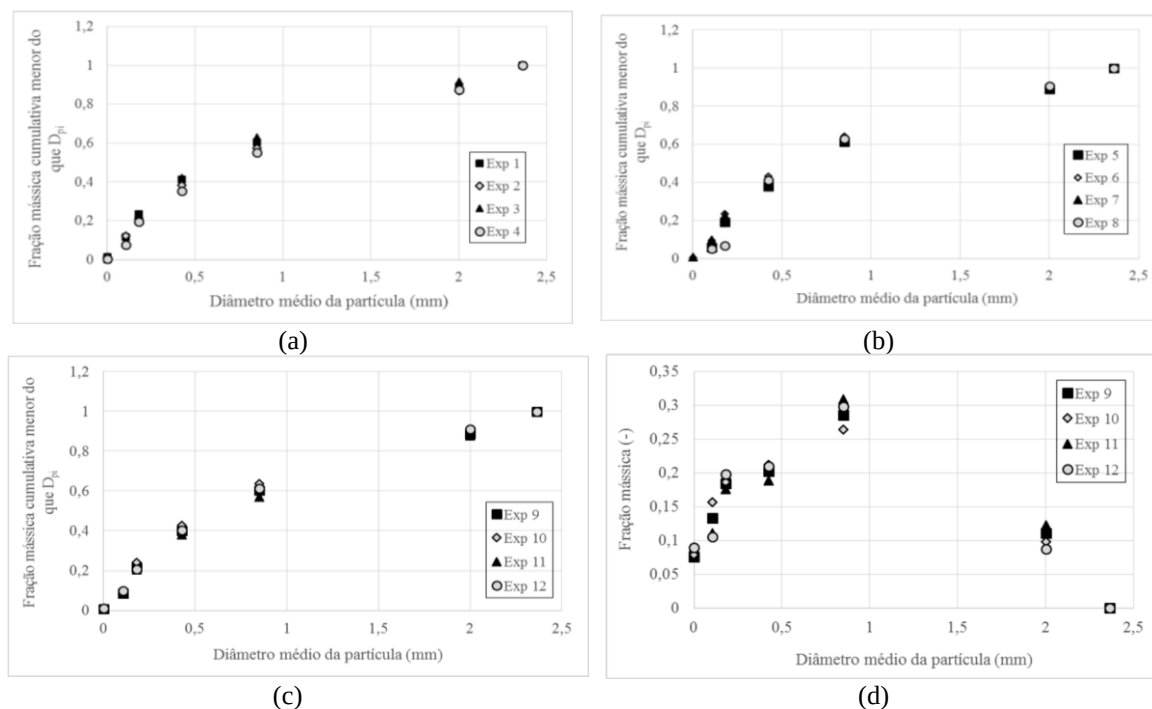


Figura 1: Distribuição cumulativa das partículas de erva-mate moída grossa para os Experimentos 1 a 4 (a); para a duplicata dos Experimentos 1 a 4 (b); para as quatro réplicas no centro (c); e as curvas de distribuição de frequência para as quatro réplicas no centro (d).

Os gráficos da Figura 1 indicam que o comportamento da distribuição de tamanhos das amostras de erva-mate moída grossa, para os diferentes experimentos são bastante semelhantes, mesmo em condições distintas de operação do agitador eletromagnético. Na Figura 1(d) observa-se que a erva-mate moída grossa apresenta uma distribuição gaussiana assimétrica, deslocada para a esquerda. Além disso, a distribuição de tamanhos se concentra em duas faixas principais: partículas grossas e finas (pó). As partículas grossas são as que ficaram retidas nas peneiras 9, 20 e 35 e representam cerca de 60% da amostra analisada, com diâmetros maiores do que 0,425 mm. A **Tabela 2** apresenta os valores dos parâmetros dos modelos matemáticos, bem como os diâmetros médios de Sauter, calculados a partir do modelo RRB e experimental, e o diâmetro médio mássico, para todos os experimentos.

Tabela 2: Parâmetros dos modelos GGS e RRB e diâmetros médios das partículas de erva-mate moída grossa.

Exp.	Variáveis		Parâmetros dos modelos matemáticos					D _{S calc}	D _{S exp}	D _{w t}	M	
	(min)	GGS	RRB	RRB	(mm)	(mm) m	k	R ²	(mm)	D'	R ²	
1	10	60	0,7144	0,5122	0,9870	0,9863	1,1986	0,9790	0,25	-0,0855	0,8635	
2			20 60	0,7047	0,4869	0,9939	0,9579	1,3169	0,9750	-0,0563	0,26	0,8993
			0,8319	0,5138	0,9693	1,1398	1,1273	0,9807	0,1467	0,26	0,8053	
4	20	100	0,8447	0,4588	0,9796	1,1060	1,3495	0,9783	0,1357	0,30	0,9279	
5	10	60	0,6846	0,4860	0,9910	0,9313	1,3398	0,9695	-0,0943	0,27	0,8635	
6	20	60	0,7934	0,5242	0,9729	1,0941	1,1145	0,9841	0,1001	0,26	0,7947	
7	10 100	0,7715	0,5087	0,9794	1,0532	1,1844	0,9819	0,0615	0,26	0,8375	8 20 100	
		0,9797	1,0283	1,1501	0,9808	0,0321	0,26	0,8471			0,7432 0,5207	
9	15	80	0,8239	0,4945	0,9727	1,1023	1,2198	0,9824	0,1186	0,28	0,8562	
10	15 80	0,8259	0,5170	0,9587	1,1191	1,1385	0,9803	0,1277	0,27	0,8093	11 15 80	
		0,9852	1,0494	1,3036	0,9792	0,0634	0,28	0,9011	12 15 80	0,7887	0,5028	
		0,0972	0,27	0,8309	Estudo do uso de modelos matemáticos para prever a distribuição granulométrica de							
erva mate (<i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil.) moída grossa												

Os dados da Tabela 2 indicam que o parâmetro “m” é um número menor do que um, para todos os experimentos, o que implica, segundo Cremasco (2014), na impossibilidade de utilização do modelo GGS para prever o comportamento da erva-mate moída grossa analisada, uma vez que sua validade é para $m > 1$. Dessa forma, o modelo que melhor descreve a distribuição de tamanhos é o RRB, apesar de apresentar o coeficiente de correlação, para alguns experimentos, menor do que o GGS.

Os dados de diâmetro médio de Sauter calculado pelo modelo RRB são muito diferentes daqueles calculados pela Equação 5 (a partir dos dados experimentais). Essa discrepância de valores é um indicativo de que o modelo RRB, apesar de possuir um bom ajuste aos dados experimentais, com R^2 maiores do que 0,95, também não é adequado para prever a distribuição de tamanhos da erva-mate moída grossa. Além disso, os dados da Tabela 1 destacam a grande diferença existente entre os diâmetros equivalentes analisados, sendo o diâmetro mássico, ou seja, aquele que pondera a massa das partículas para determinação de um tamanho médio, o que mais se aproximou do pico de distribuição de tamanhos, apresentado na Figura 1(d), em torno de 0,850. Dessa forma, optou-se por selecionar o diâmetro médio mássico para representar o diâmetro médio das partículas de erva-mate moída grossa.

A **Figura 2** apresenta os gráficos linearizados de ajuste do modelo RRB para alguns experimentos. Os gráficos apresentados na Figura 2 indicam o bom ajuste da reta do modelo RRB linearizado aos dados experimentais e confirmam o coeficiente de correlação alto para todos os experimentos, destacando-se o Experimento 6, com menor massa e maior tempo de agitação como o melhor ajuste, apesar de sua réplica (Experimento 2) não apresentar o mesmo comportamento.

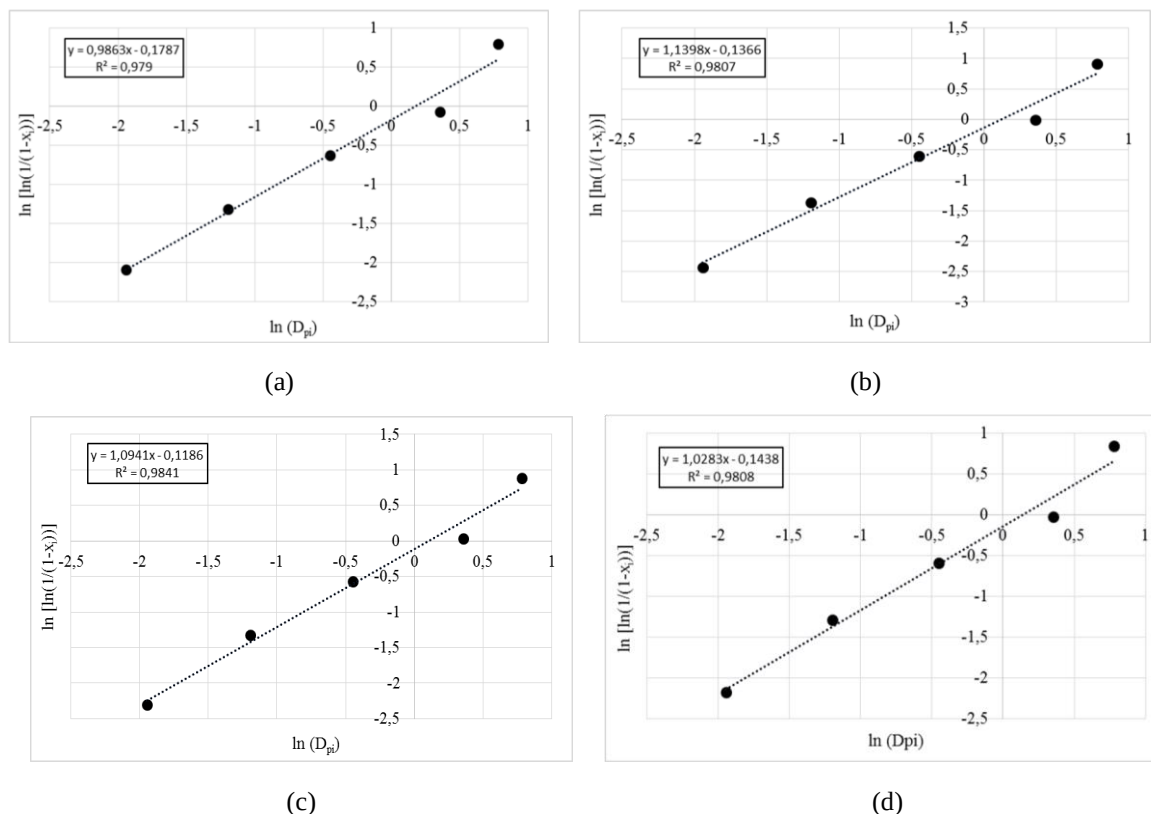


Figura 2: Gráfico do ajuste do modelo RRB aos dados do Experimento 1 (a), Experimento 3 (b); Experimento 6 (c) e Experimento 8 (d).

O modelo RRB prevê melhor o comportamento das partículas menores do que 0,425 mm, ou seja, que atravessaram a peneira 35 da série Tyler, como pode ser observado nos gráficos da Figura 2. Os pontos experimentais correspondentes à massa de partículas de erva-mate moída grossa que atravessaram as peneiras 9 e 20 encontram-se mais afastados da reta de ajuste do modelo RRB. A dificuldade desse modelo descrever completamente a distribuição de tamanho das partículas da erva-mate moída grossa pode ser decorrente da elevada heterogeneidade das amostras, que possuem ampla distribuição de tamanho e, mesmo sendo quarteadas, não apresentaram uma repetitividade nas réplicas dos experimentos.

Conclusões

Os resultados da análise granulométrica indicaram que a erva-mate moída grossa avaliada possui ampla distribuição de tamanho, com partículas variando de 0,053 a 2,181 mm. O diâmetro médio mássico foi o que melhor caracterizou as amostras de erva-mate, variando entre 0,7947 e 0,9279 mm. O modelo GGS não pode ser utilizado para prever a distribuição de tamanhos da erva-mate moída grossa. O modelo RRB ajustou-se satisfatoriamente aos dados experimentais, porém previu melhor o comportamento das partículas finas da erva-mate, apresentando grande diferença para os valores de diâmetro médio de Sauter calculados e experimentais. Nesse sentido, é evidente a necessidade de se testar outros modelos matemáticos para prever a distribuição de tamanhos da erva-mate moída grossa e obter um diâmetro médio calculado mais representativo do produto.

Agradecimentos

Ao IFRS pela concessão de Bolsas de Iniciação Científica e/ou Tecnológica e Auxílio Institucional à Produção Científica e/ou Tecnológica (AIPCT).

Referências Bibliográficas

- BERTÉ, K. A. S. **Tecnologia da erva-mate solúvel**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, PR. 2011. 160f.
- CREMASCO, M. A. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2014. 423p.
- FRARE, L. M.; GIMENES, M. L.; PEREIRA, N. C.; MENDES, E. S. Linearização do modelo log-normal para distribuição de tamanho de partículas. *Acta Scientiarum*, v. 22, n. 5, p. 1235-1239, 2000.
- McCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P. **Unit Operations of Chemical Engineering**. 7ª ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2005. 1140p.
- MENDES, R. M. O. **Caracterização e avaliação da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), beneficiada no Estado de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, SC. 2005, 119f.
- RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**: uma estratégia sequencial de planejamentos. 3ª ed. Campinas: Cárita, 2014. 326p.

DATOS PRELIMINARES DE CURVA POBLACIONAL DE *LASIODERMA SERRICORNE* (COLEOPTERA: ANOBIIDAE) CON TRAMPAS DE LUZ BLANCA DE BAJO CONSUMO

Diana V. Ohashi¹; Ramón M. Mayol¹; Sandra P. Molina¹; Maricel G. Bálsamo¹; Guillermo M. Arndt¹; Matías M. Skromeda¹; Hipólito Kuzdra¹; Oscar Burtnik²; Alfredo Friedlmeier³; Luis Kamei⁴

¹ Investigador. Equipo Yerba Mate y Té. EEA Cerro Azul INTA. Email: ohashi.diana@inta.gob.ar

² Extensionista. EEA Cerro Azul INTA. Ruta Nac. 14 km 836. Misiones

³ Extensionista. AER Apostoles, INTA.

⁴ Ing. Cooperativa Liebig Ltda.

Resumen: *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) es un gorgojo detectado en yerba mate canchada estacionada. A pesar de su pequeño tamaño (2- 2,5 mm.), es considerado materia extraña reduciendo la calidad del producto final, ya sea por su presencia directa o de sus detritos. Esta especie tiene fototropismo positivo, por lo que aprovechando este comportamiento se usaron dos trampas de luz que fueron recambiadas cada 15 días, para conocer su curva poblacional. Se utilizaron lámparas de luz blanca, de bajo consumo. Los datos muestran una alta densidad atraída y controlada por la trampa, llegando a 85.456 adultos de *Lasioderma serricorne* durante los 16 meses de evaluación. La proporción de hembras y machos fue de 64,39: 35,61 cada 100 individuos adultos, con un pico de 4110 adultos en promedio en marzo de 2015. Estos datos son preliminares pero dan indicios positivos sobre el uso de esta trampa de luz con lámparas de bajo consumo para el monitoreo y control de esta plaga en galpones de estacionamiento de yerba mate canchada, lo cual alienta a seguir las evaluaciones.

Palabras clave: Gorgojo. Yerba canchada. Trampa de luz. Estacionamiento. Plaga.

Introducción

Lasioderma serricorne (Coleoptera: Anobiidae) es una plaga de productos almacenados reconocida internacionalmente en tabaco, por lo que recibe el nombre de gorgojo del tabaco (Freitas, 1971), carcoma del tabaco (Viñuela et al., 1993), escarabajo del tabaco (Jacobs, 2013; Cabrera, 2014) o besourinho do fumo (Gallo et al., 1988), entre otros. También existen referencias que atacan productos de origen animal y vegetal como insectos secos, pescado seco, alimento para perros y peces, cueros, pegamento de muebles, pasta de encuadernados, cera para almacenamiento, en tela y estopas de relleno de muebles tapizados, arreglos de flores secas, papel de libros, cigarrillos, cigarros, granos de cacao, granos, harinas, frutas secas, anís, nuez, poroto, mandioca, garbanzos, café, semilla de algodón (antes y después de la cosecha), comino, dátiles, lino, jengibre, pimienta, maní, arroz, especias, cebos viejos para ratas, etc. No ataca plantas vivas. En el caso del tabaco y como consecuencia del detrito, forma un polvo irritante que puede ser aspirado por los fumadores. El excremento ingerido en cierta cantidad es tóxico (Jacobs, 2013; Viñuela et al., 1993). Existe una referencia antigua en la Memoria de la Estación Experimental de Loreto (1936) en yerba mate canchada, y luego en muestras procedentes de Montecarlo y Oberá (Misiones, Argentina) (Ohashi, 1998).

La presencia de este insecto es negativo para la calidad del producto, ya sea por presencia de insectos vivos o muertos en sus distintos estadios (larvas, cámaras pupales con pupas en su interior o adultos), como por la existencia de sus detritos o excrementos. La Memoria de la Estación Experimental de Loreto (1936) hace referencia de casos de

envenenamiento después de consumir yerba mate canchada que contenía larvas de este coleóptero, produciendo inflamación de riñones.

Esta especie es fototrópica positiva, es atraída por fuentes de luz, utilizándose lámparas ultravioletas para su captura (Kern et al., 1996). Para reducir costos, vinculados con el consumo energético, se planteó como objetivo del trabajo evaluar la eficacia de las lámparas de bajo consumo en la detección de la fluctuación poblacional del gorgojo en yerba mate estacionada.

Metodología

Se instalaron dos trampas de luz (Figura 1) en un galpón de estacionamiento de yerba mate canchada de la Cooperativa Liebig Ltda., utilizando como atractivo lámparas de luz blanca de bajo consumo de 20w que equivalen a 100w.

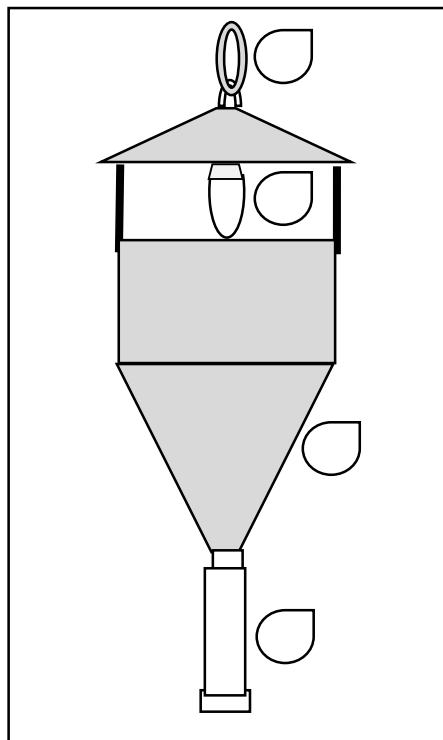


Figura 1. Trampa de luz. Referencias: **1.** Roldana para elevar trampa. **2.** Fuente de luz. **3.** Embudo de colecta. **4.** Tubo plástico para colecta de muestra.

Las trampas fueron colgadas de roldanas al techo a una altura aproximada de 4,5 m del suelo. Estaban conectadas a un sensor de luz externo, por lo que al oscurecer se encendían automáticamente.



Figura 2. Izquierda: macho. Derecha: hembra, con “V” invertida

En el interior de tubo se agregaba agua con unas gotas de detergente, para que los insectos atraídos por la luz caigan por el embudo hasta el tubo de toma de muestra y quedaran en el agua al romper la tensión superficial. Estas trampas se recambiaron cada dos semanas, se colaba la muestra y se la conservaba en alcohol 70% hasta su observación en laboratorio. Bajo lupa estereoscópica se identificaron machos y hembras (Figura 2) por transparencia de abdomen y detección de forma de “V” de hembras (Papadopoulou y Buchelos, 2002). Paralelamente, se usaron 28 muestras de 100 individuos, las cuales se secaron en estufa a 70° C durante 24 h, y se registró el peso seco. Se obtuvo así el peso seco promedio de 100 individuos. En las muestras de hasta 500 individuos aproximadamente, se realizó el conteo e identificación de machos y hembras. En las muestras más numerosas, se tomó una sub-muestra de 500 individuos, para obtener la relación entre machos y hembras, y el resto se secó en estufa a 70°C durante 24 h para obtener mediante regla de tres simple, la cantidad de individuos. Luego, para el número de machos y hembras se tomó la proporción de los 500 individuos sexados en la sub-muestra.

Resultados y Discusión

Las trampas estuvieron instaladas desde agosto 2014 a diciembre 2015, con un periodo sin focos del 7/11/14 a mediados de febrero/ 2015 por desperfectos.

La **Figura 3**, muestra el número de adultos colectados en las trampas de luz, y su promedio.

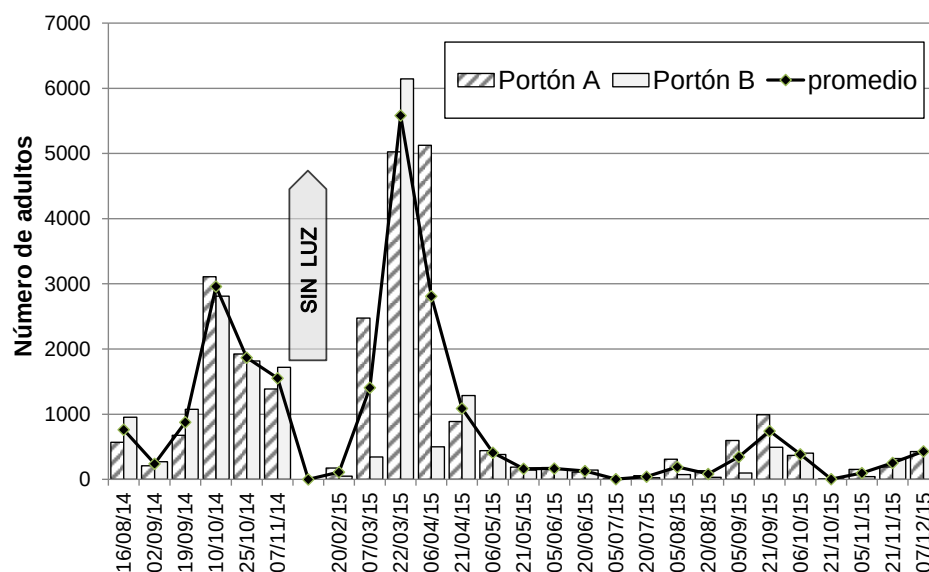


Figura 3. Densidad de *L. serricorne* colectada en trampa de luz blanca de bajo consumo en portones A y B, y promedio total.

A pesar de que son datos preliminares por el desperfecto de las lámparas, se observó que pueden colectarse un número muy alto de adultos que podrían estar produciendo daño deteriorando la calidad del producto final. En esta evaluación que duró un año y cinco meses, se colectaron 85.456 adultos de *Lasioderma serricorne*, entre los cuales se identificaron 55.023 hembras y 30.433 machos. La proporción de hembras y macho adultos cada 100 individuos fue de 64,39: 35,61.

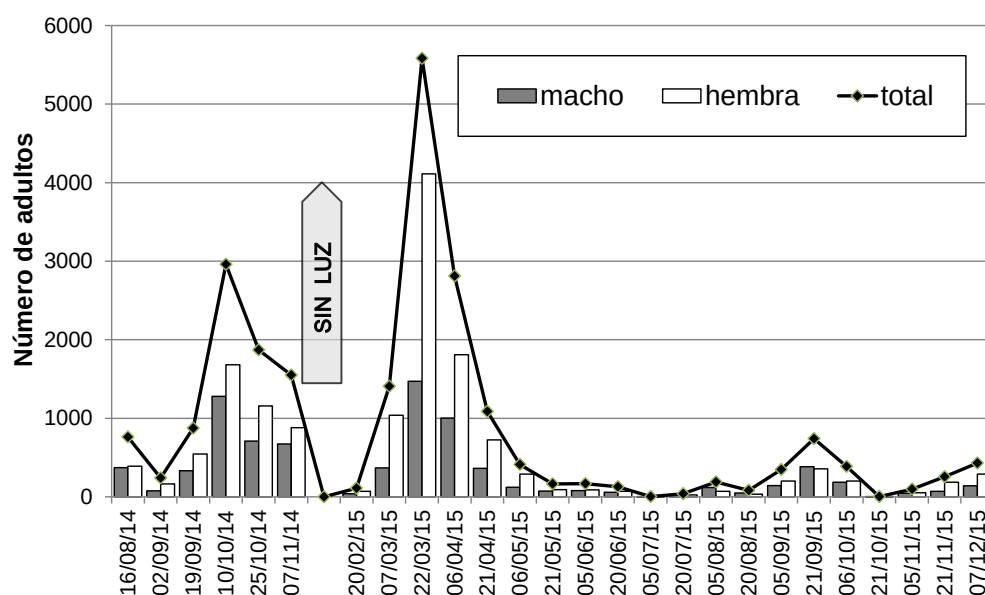


Figura 4. Promedio de machos, hembras y total de *L. serricorne*

En la **Figura 4**, se observa que la densidad de las hembras fue mayor en casi todos los muestreos, llegando a un pico de 4110 hembras en promedio el 22/03/15 (portón A: 3405 hembras y portón B: 4816 hembras). Esta mayor captura de hembras es un dato importante como método de control, ya que estas son las encargadas de la oviposición para la próxima generación.

La menor densidad poblacional detectada desde junio a diciembre de 2015, en ambas trampas, podría deberse a que las trampas de luz no sólo atraen los adultos sino que los controla al quedar atrapados en la misma. Los adultos que cayeron en las trampas desde agosto 2014 a abril 2015 fueron controlados por lo que no pudieron oviponer y por ende la densidad se mantuvo menor o baja desde ese momento.

Conclusiones

Estos datos preliminares muestran que las trampas de luz con lámparas de luz blanca de bajo consumo son útiles como herramienta de monitoreo y control de *Lasioderma serricorne* en galpones de estacionamiento de yerba mate canchada. Este monitoreo debería repetirse para conocer mejor la fluctuación poblacional en forma continua, y así determinar las épocas críticas.

Agradecimientos

Proyecto Específico PNIND-1108072 del Programa Nacional de Cultivos Industriales y sus articulaciones: Proyectos Regionales PRET Sur, PRET Centro, PRET Alto Uruguay, PRET Paraná medio y PRET Alto Paraná. A la Cooperativa Liebig Ltda., Javier Brum (responsable de los galpones), al personal de la empresa que realizó recambio de las trampas.

Referencias Bibliográficas

- CABRERA, B. J. Cigarette Beetle, *Lasioderma serricorne* (F.) (Insecta: Coleoptera: Anobiidae). Serie EENY-227. Entomology and Nematology department, UF. IFAS Extension. 2p. 2014. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN38400.pdf>
- FREITAS, P. E. Lucha contra las plagas y desintelectación. Oikos-tau s.a. ediciones. Barcelona, España, 1971.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; LIMA CARVALHO, R. P.; CASADEI DE BASTISTA, G.; BERTI FILHO, E.; POSTALI PARRA, J.; ZUCCHI, R. A.; BATISTA ALVES, S.; VENDRAMIM, J. D. Manual de Entomología Agrícola. Editora Agronômica Ceres Ltda. 649 p., 1988.
- JACOBS, S. Escarabajo del Tabaco. PennState. Colegio de Cs Agrícolas – Extensión Cooperativa. Notas entomológicas. Dpto Entomología, 2013. <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/pdf/spanish-pdfs/CigaretteBeetleSp.pdf>
- KERN, W. H.; KOEHLER, P.G. The cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Coleoptera, Anobiidae). University of Florida. Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agriculture Sciences. Florida, USA, 20p., 1996.
- LORETO ESTACIÓN EXPERIMENTAL. Memoria. Yerba mate, insectos de productos almacenados. p. 29-30, 1936.
- OHASHI, D. V. Presencia del gorgojo del Tabaco (*Lasioderma serricorne* Fabr.) en yerba mate canchada (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Circular N° 35. INTA EEA Cerro Azul. 8p., 1988.
- PAPADOPOULOU, S. C.; BUCHELOS, C. T. Identification of female adult *Lasioderma serricorne* (F.) by simple external observation of the abdomen. Elsevier Science Ltd. Journal of Stored product research 38:315-318, 2002.
- VIÑUELA, E.; ADAN, A.; DEL ESTAL, P.; MARCO, V.; BUDIA, F. Plagas de los productos almacenados. Hojas divulgativas Núm. 1/93 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Unidad de Protección de Cultivos. E.T.S.I.A. 28040 Madrid. 32p., 1993.

CARACTERIZAÇÃO ELEMENTAR DA ERVA-MATE POR PIXE

Diego A. A. Caniza¹; Juliana N. S. B. Santos²; Mariana Bellaver³; Agueda M. Turatti⁴; Johnny F. Dias⁵; Carla E. I. dos Santos⁶

¹ Mestrando. Universidade Federal do Rio Grande, FURG Rio Grande. R. Gen. Osório, S/N, Rio Grande-RS, Brasil. Email: diego.caniza@hotmail.com

² Graduanda. Universidade Federal do Rio Grande, FURG Santo Antônio da Patrulha. **Rua Barão do Caí, 125**, Santo Antônio da Patrulha-RS, Brasil. E-mail: barbosajnoqueira@gmail.com

³ Graduanda. Universidade Federal do Rio Grande, FURG Santo Antônio da Patrulha. **Rua Barão do Caí, 125**, Santo Antônio da Patrulha-RS, Brasil. E-mail: marianabellaver@hotmail.com

⁴ Professora/Pesquisadora. Universidade Federal do Rio Grande, FURG Rio Grande. R. Gen. Osório, S/N, Rio Grande-RS, Brasil. E-mail: amturatti@furg.br

⁵ Professor/Pesquisador. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS Porto Alegre. Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre-RS, Brasil. E-mail: jfdias@if.ufrgs.br

⁶ Professora/Pesquisadora. Universidade Federal do Rio Grande, FURG Santo Antônio da Patrulha. **Rua Barão do Caí, 125**, Santo Antônio da Patrulha-RS, Brasil. E-mail: carlaiochims@yahoo.com.br

Resumo: Dentre as atividades não madeireiras que compõe o mercado agroflorestal brasileiro, destaca-se a produção de erva-mate, que é obtida através da planta cientificamente classificada como *Ilex paraguariensis* St. Hill.. Dentre as formas de consumo da planta, destaca-se o “chimarrão”, produzido através da infusão de folhas processadas da planta em água quente. Assim como outros chás, a infusão da erva-mate é uma bebida que possui minerais e diferentes compostos orgânicos, como a cafeína e fenóis. Além disso, elementos traço e majoritários pode ser usados como marcadores geoquímicos para determinação da origem de procedência do produto. O objetivo deste trabalho é determinar os elementos químicos da erva-mate (*Ilex paraguariensis*), produzida em diferentes regiões geográficas do Brasil, Argentina e Uruguai, utilizando a técnica analítica de feixe de íons denominada Emissão de Raios X Induzidos por Partículas (PIXE) e a partir destes dados e através de testes estatísticos, verificar a existência de elementos químicos que possam ser usados como marcadores geoquímicos. Os resultados obtidos mostraram a presença de Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr e Ba, em diferentes concentrações, nas ervas-mate adquiridas comercialmente. Dentre estes elementos, apenas o enxofre (S) não apresentou diferença estatística entre as regiões estudadas.

Palavras-chave: Erva-mate. Composição elementar. PIXE. Autenticidade. Procedência.

Introdução

Em geral, alimentos e bebidas são submetidos a padrões de qualidade, através de algum método de análise. Conforme as legislações estabelecidas pelo Governo Federal, órgãos fiscalizadores são responsáveis pelo padrão de qualidade de alimentos e bebidas. Dentre eles, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, que controlam e fiscalizam padrões sobre limites de contaminantes, resíduos tóxicos, desinfetantes, metais pesados e outros. Além disso, a Secretaria Estadual da Saúde do Rio Grande do Sul (SES) tem um programa estadual de qualidade para fiscalizar produtos. A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é um produto tradicionalmente consumido nos países do MERCOSUL e ainda não possui um Padrão Oficial de Classificação (POC), como é solicitado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Londero et al. 2014).

Conhecer a procedência de um produto alimentício ou bebida confere segurança ao consumidor e está relacionado à autenticidade. A qualidade de tais produtos está associada à características próprias, advindas de sua composição química (Marcelo, 2013). Tendo em

vista que produtos comercializados podem conter algum tipo de alteração, isto pode prejudicar a qualidade e a autenticidade dos mesmos e atribuir-lhes características diferentes das originais (Reissig, 2009).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é determinar a composição elementar da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) produzida em diferentes regiões do Brasil, Argentina e Uruguai e a partir disso e por métodos estatísticos, verificar se existem elementos que possam ser usados como marcadores geoquímicos do produto. Para isso, foi utilizada a técnica de Emissão de Raios-X Induzidos por Partículas (PIXE). PIXE é uma espectroscopia baseada na emissão de raios-X característicos pela incidência de um feixe de partículas, em geral prótons (H^+), com energia de mega elétron Volts (MeV) (Johansson et al., 1995) (Campbell et al., 2000).

Metodologia

Foram analisadas amostras de três lotes distintos para oito diferentes marcas de erva-mate do tipo tradicional e uma do tipo nativa. As marcas foram escolhidas em função das regiões de produção, abrangendo Brasil (RS e SC), Argentina e Uruguai. Essas diferentes regiões de produção de erva-mate escolhidas são apresentadas na **Figura 1**, sendo (1-5) do Rio Grande do Sul - BR, (6 e 7) de Santa Catarina – BR, (8) Montevideu – URU e (9) Corrientes – ARG.

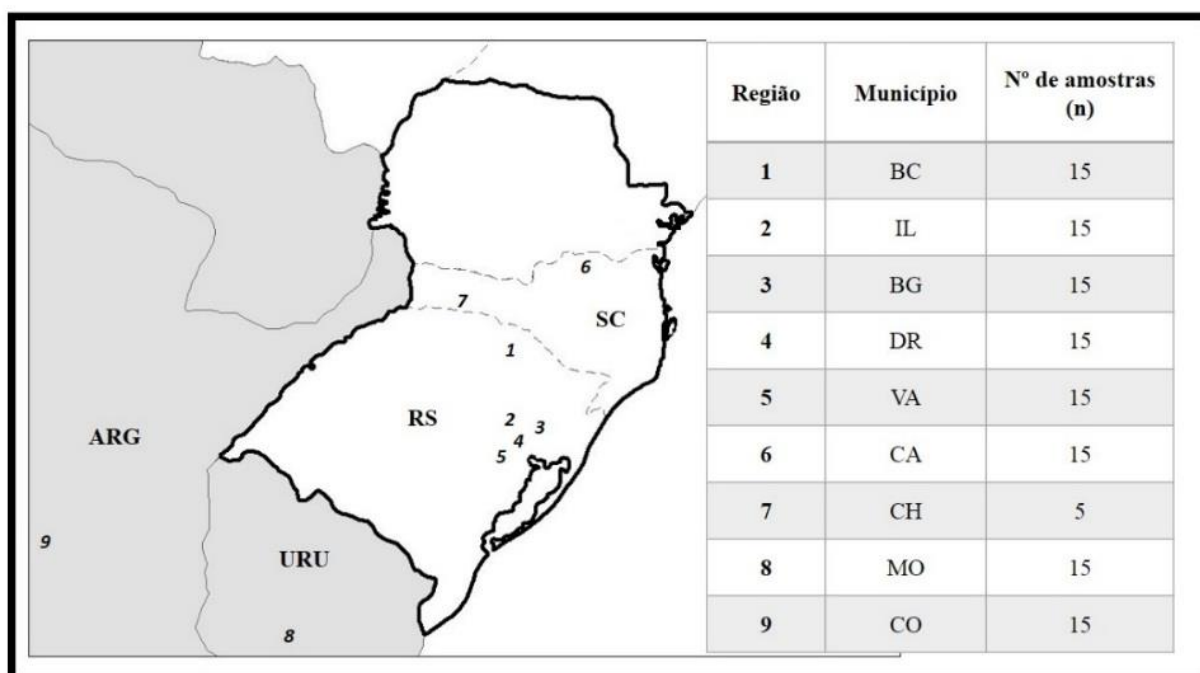


Figura 1. Mapa indicativo das diferentes regiões de produção das ervas-mate analisadas, no qual BC=Barão de Cotegipe-RS, IL=Ilópolis-RS, BG=Bento Gonçalves-RS, DR=Doutor Ricardo-RS, VA=Venâncio Aires-RS, CA=Canoinhas-SC, CH=Chapécó-SC, MO=Montevideu-URU e CO=Corrientes-ARG.

A caracterização elementar das amostras foi realizada em colaboração com o Laboratório de Implantação Iônica (LII) do Instituto de Física da UFRGS (IF-UFRGS), que possui um acelerador linear de partículas Tandatron (**Figura 2**) com uma tensão terminal de 3 MV, contendo importantes linhas de aplicação, incluindo a técnica PIXE (Giulian et al., 2007) (dos Santos, 2011).



Figura 2. Acelerador de partículas Tandemron do LII (IF-UFRGS).

A análise estatística dos dados foi feita pela comparação entre lotes de uma mesma região para cada elemento químico. Posteriormente, foi realizada a comparação entre os grupos para cada elemento. O teste de análise de variância – ANOVA FATOR ÚNICO – foi considerado para ambos os casos, sendo atribuído um nível de significância $p = 0.05$. Utilizou-se também o teste de Tukey de comparações múltiplas para os blocos e para as médias. Para tais análises foi utilizado o programa SPSS 15.0. Encontra-se em andamento uma análise de componentes principais (PCA) considerando os valores de média das concentrações dos elementos para as 9 regiões de estudo, utilizando o programa computacional PAST.

Resultados e Discussão

Os resultados qualitativos determinados por PIXE foram obtidos através de espectro típico de contagens de raios-x característico em função da energia dos mesmos (**Figura 3**). Os seguintes elementos químicos foram identificados na composição elementar da erva-mate: Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr e Ba.

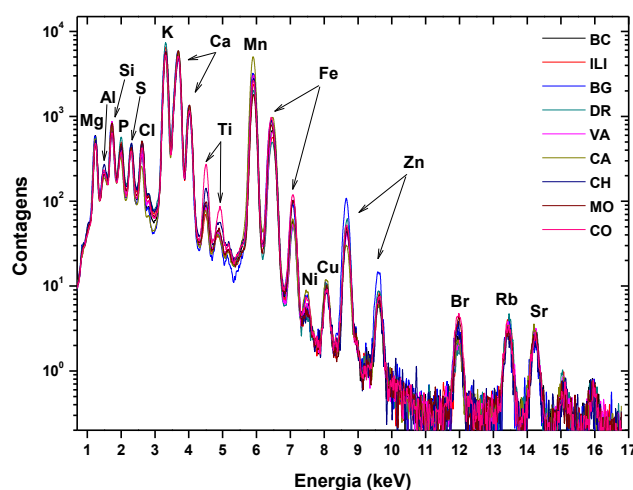


Figura 3. Espectro PIXE de erva-mate, para as médias das contagens de raios-x de cada região do mapa indicativo da Figura 1.

Os elementos químicos determinados por PIXE foram analisados estatisticamente por ANOVA FATOR ÚNICO e teste de Tukey ($p=0.05$). Em uma análise de comparação entre os lotes da erva-mate de Ilópolis, por exemplo, não houve diferença significativa para a maioria dos elementos, como Al, Si, P e Cl, K, Ca, Ti, Fe, Ni, Cu, Br, Rb, Sr e Ba. Por outro lado houve diferença estatística para quatro elementos, tais como Mg, S, Mn e Zn, entre alguns lotes da erva-mate de Ilópolis (**Figura 4 a-d**).

Para todos os elementos determinados por PIXE, exceto o S, foi encontrada diferença significativa na concentração da erva-mate de cada região. Na **Figura 5 (a-d)**, é mostrado o resultado da concentração média (em ppm) de Mg, Mn, Zn e S dos 18 elementos encontrados na erva-mate. Porém para o Mg, Mn e Zn foi evidenciada diferença significativa na concentração média dos elementos entre algumas das 9 regiões.

Através dos testes estatísticos realizados nota-se, por exemplo, diferença estatisticamente significativa entre a concentração de zinco da erva-mate de Doutor Ricardo-RS se comparada com a erva-mate de Canoinhas-SC (**Figura 5 (c)**). Isto pode estar associado ao fato de que as amostras de Doutor Ricardo são do tipo cultivada, quanto que as de Canoinhas, são do tipo nativa.

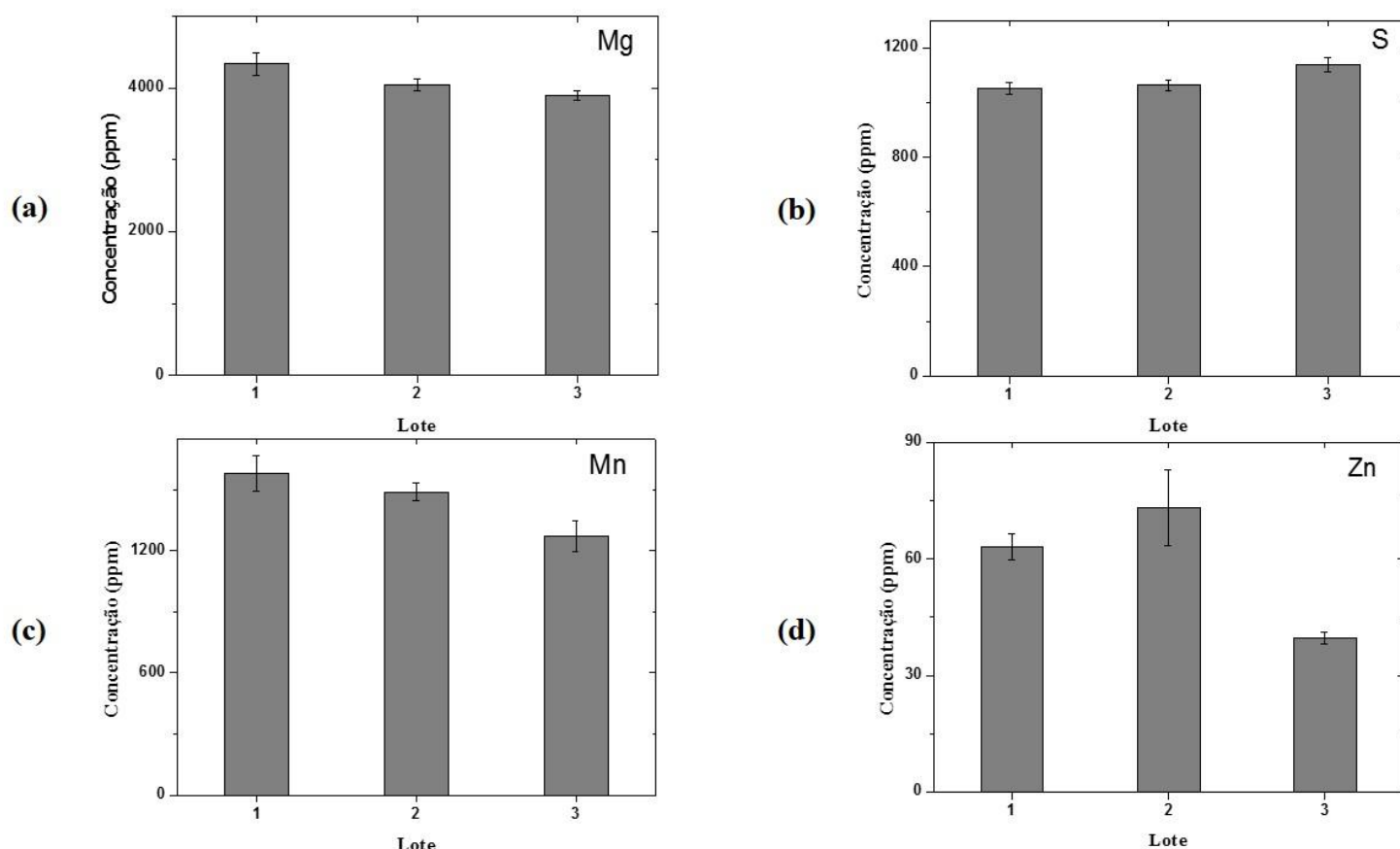


Figura 4. Média e desvio padrão da média da concentração (dados em ppm) de: (a) magnésio (Mg), (b) enxofre (S), (c) manganês (Mn) e (d) zinco (Zn). Estes elementos apresentaram diferença estatística na concentração da erva-mate entre os lotes procedentes de Ilópolis.

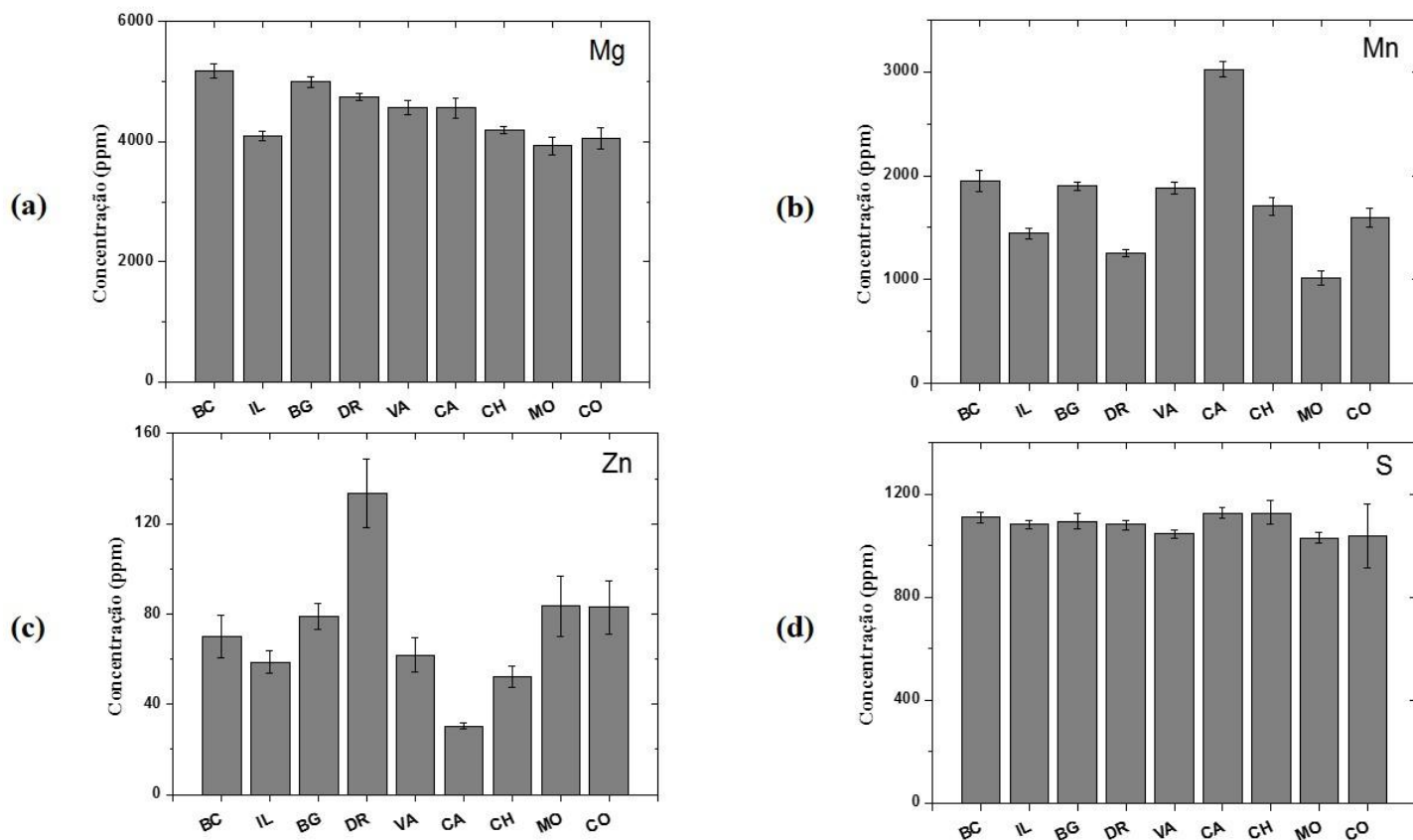


Figura 5. Média e desvio padrão da média da concentração (dados em ppm) de: (a) magnésio (Mg), (b) manganês (Mn), (c) zinco (Zn) e (d) enxofre (S). Destes, apenas o S não apresentou diferença significativa entre as regiões.

Conclusões

Está sendo realizado um estudo de composição elementar de amostras de erva-mate disponíveis no mercado local, providas de diferentes regiões de produção do Brasil, Argentina e Uruguai. A caracterização das amostras foi realizada utilizando-se a técnica PIXE, através da qual foi possível quantificar 18 elementos químicos, tais como Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr e Ba. Para estes elementos, exceto para o S, foi observada, diferença estatística de acordo com a região de produção.

A partir destes resultados, está sendo realizada a análise de componentes principais e agrupamentos, para analisar a possível correlação da concentração de alguns elementos em relação às regiões de produção da erva-mate. Com isso, pretende-se verificar a existência de elementos químicos que possam ser usados como marcadores geoquímicos para caracterizar a procedência do produto processado de acordo com a sua região de origem.

Agradecimentos

Agradeço a toda comissão científica do Programa de Pós-Graduação em Física do IMEF FURG. Agradeço também aos pesquisadores e técnicos do Laboratório de Implantação Iônica do IF UFRGS. Agradeço a empresa Barão Comércio e Indústria de Erva-Mate LTDA. Agradeço a minha família pela compreensão e a minha co-orientadora, Águeda Maria Turatti e minha orientadora Carla Eliete Iochims dos Santos, pela excelente orientação para que eu possa realizar este trabalho.

Referências Bibliográficas

- DOS SANTOS, C. E. I.. Estudo da influência do processo de cultivo, vinificação e envelhecimento na composição elementar do vinho utilizando a técnica PIXE. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS. 2011.
- GIULIAN, R.; DOS SANTOS, C. E. I.; SHUBEITA, S. DE M.; DA SILVA, L. M.; DIAS, J. F.; YONEAMA, M. L.. Elemental characterization of commercial mate tea leaves (*ilex paraguariensis* a. st.-hill) before and after hot water infusion using ion beam techniques, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, pp, 741-746, 2007.
- JOHANSSON, S. A. E.; CAMPBELL, J. L.; MALMQVIST. K. G.. Particle-Induced X- Ray Emission Spectrometry (PIXE). John Wiley & Sons, Inc, 1995
- CAMPBELL, J. L.; ET AL. The Guelph PIXE software package III: Alternative proton database [Livro]. - Amsterdam : Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B - Vol. 170 : pp. 193-204, 2000.
- LONDERO, A. L. F.; SAGGIN, K, D; Erva-mate: legislações atuais e futuras em busca da segurança alimentar [Artigo] // SECRETARIA ESTADUAL DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E AGRONEGÓCIO - Informativo Técnico - DDA. - Dezembro de 2014.
- MARCELO, C. A.; identificação da procedência geográfica da erva mate (*ilex paraguariensis*) mediante análise elementar, reflexão no infravermelho próximo e quimiometria. - porto alegre : dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em química, 2013.
- REISSIG, G. N.; Fraudes em alimentos: tipos e detecção. - pelotas : trabalho acadêmico, 2009.

Saúde e Meio Ambiente

ALTITUDE COMO FATOR NA DELIMITAÇÃO DA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA DA ERVA-MATE

Denilson Dortzbach¹; Valci Francisco Viera¹; Adriano M. de Souza¹; Kleber Trabaquini¹; Wilian da Silva Ricce¹

¹ Pesquisador. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Epagri/Ciram. Rod. Admar Gonzaga, 1347, Florianópolis-SC, Brasil. email: denilson@epagri.sc.gov.br

Resumo: A altitude pode interferir na qualidade da erva-mate da região do Planalto Norte Catarinense, produzida junto com a floresta em sistema agroflorestal, o que diferencia o produto de outras regiões produtoras. Assim, o objetivo do presente estudo foi caracterizar a altitude, utilizando-o como fator que pode contribuir para a delimitação da indicação geográfica da erva-mate do Planalto Norte Catarinense. Foi utilizada a base do SRTM - Shuttle Radar Topography Mission para a caracterização da altitude da região. Foi feito histograma para caracterização climática por faixa de altitude visando maior detalhamento da região. Quase 72% da região apresenta altitude entre 800 e 1000m e menor representatividade em altitudes inferiores a 700m e superiores a 1200m. As maiores altitudes se encontram nos divisores de água dos afluentes do Rio Iguaçu, destacando-se as serras do Espigão, Serra do Mar, Serra Geral, entre outras.

A região apresenta variação de altitude tendo seu ponto mais baixo em São Bento do Sul com altitude inferior a 100m, ocorrendo menores altitudes nos municípios de Santa Terezinha, Papanduva e Itaiópolis, que correspondem as nascentes do Rio Itajaí-Açu. Considerando a altitude observa-se redução da área, excluindo parte do município de São Bento do Sul, Papanduva, Itaiópolis e a maior parte do município de Santa Terezinha. Entretanto esse fator precisa ser relacionado com outros, para então refinar a melhor delimitação geográfica que venha representar a indicação geográfica

Palavras-chave: Planalto Norte Catarinense. *Ilex paraguariensis*. Território.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma espécie arbórea que originalmente ocorre nas regiões subtropical e temperada da América do Sul (Brasil, Argentina e Paraguai), entre as latitudes 21°S e 30°S e as longitudes 48°30'W e 56°10'W, em altitudes compreendidas entre 500 e 1.500 m, podendo, contudo, ser encontrada em altitudes abaixo ou acima desses limites (Hoppe et al., 1996).

A maior parte da erva-mate produzida na região do Planalto Norte Catarinense é produzida junto com a floresta em sistema agroflorestal, o que diferencia o produto de outras regiões produtoras.

Nesse sentido vem se buscando identificar a origem da erva-mate através de uma indicação geográfica, tendo assim a possibilidade de salvaguardar as características locais e regionais dos produtos, as quais são valorizadas e atestam seus níveis de qualidade relacionados a fatores naturais e de saber fazer em uma determinada área (Tonietto, 2003).

Assim, o objetivo do presente estudo é a caracterização da altitude, utilizando-o como fator que pode contribuir para a delimitação da indicação geográfica da erva-mate do Planalto Norte Catarinense.

Metodologia

A região de estudo foi baseada em levantamentos históricos e relacionada com o número de produtores de erva-mate na região (**Figura 1**). A maior parte da área de estudo se localiza na borda leste da Bacia do Paraná, onde aflora uma sucessão de rochas sedimentares gondwânicas e os derrames de lavas básicas, intermédias e ácidas da Serra Geral (Marques e Ernesto, 2004). Afloram os sedimentos quaternários e uma faixa de rochas magmáticas e metamórficas pré-cambrianas no leste, que constituem a Serra do Mar (Almeida e Carneiro, 1998).

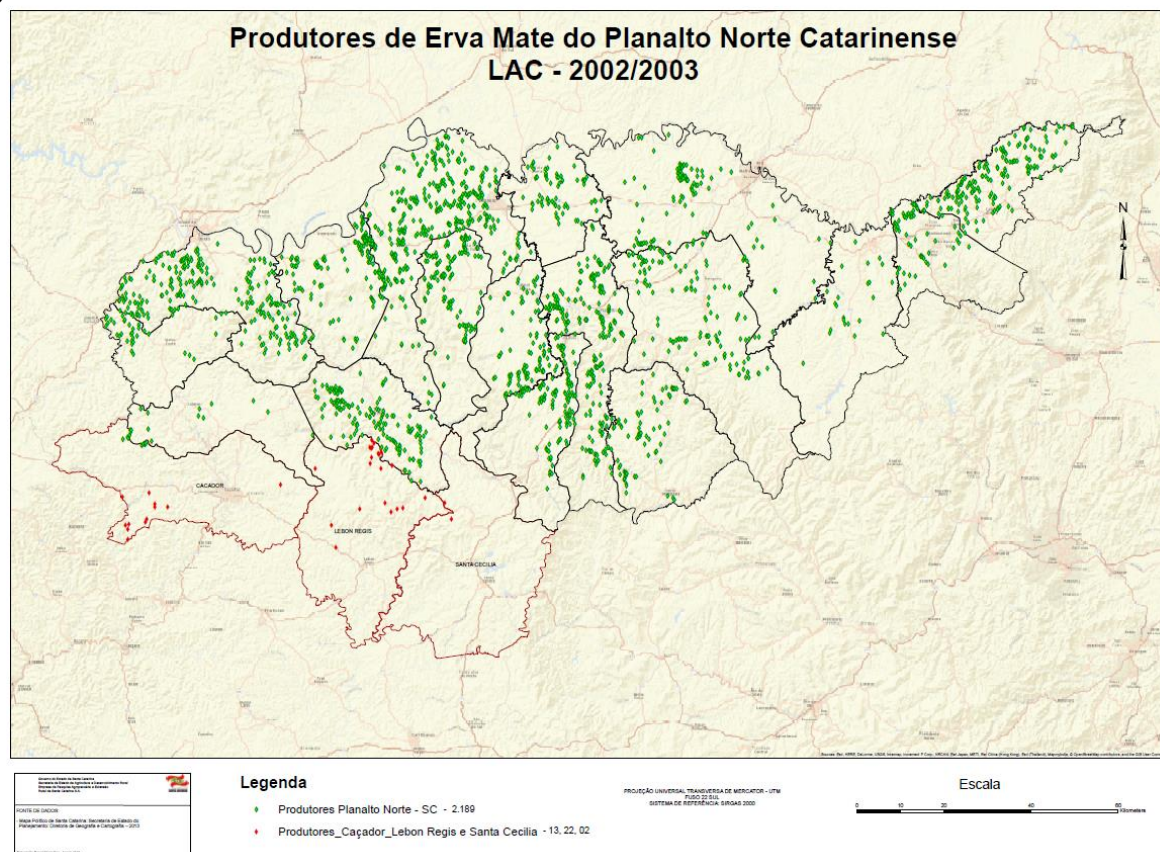


Figura 1. Mapa com os produtores de erva-mate do Planalto Norte Catarinense.

Foi utilizada a base do SRTM - Shuttle Radar Topography Mission para a classificação da altitude da região. Foi feito histograma das altitudes para caracterização climática por faixa de altitude visando maior detalhamento da região.

Resultados e Discussão

A altitude da região (m) da Indicação Geográfica para produção da erva-mate no planalto norte catarinense é apresentada na **Figura 2**. As maiores altitudes se encontram nos divisores de água dos afluentes do Rio Iguaçu, destacando-se as serras do Espigão, Serra do Mar, Serra Geral, entre outras.

A região apresenta variação de altitude tendo seu ponto mais baixo em São Bento do Sul com altitude inferior a 100m, ocorrendo também menores altitudes nos municípios de Santa Terezinha, Papanduva e Itaiópolis, que correspondem as nascentes do Rio Itajaí-Açu.

O ponto mais alto encontra-se em Campo Alegre com altitude superior a 1400m, na Serra, com outros pontos que se encontram na parte ocidental da região nos municípios de Calmon, Matos Costa e Porto União.

Na **Figura 3** é apresentado um histograma de classes de altitude na região de produção da erva mate no planalto norte catarinense.

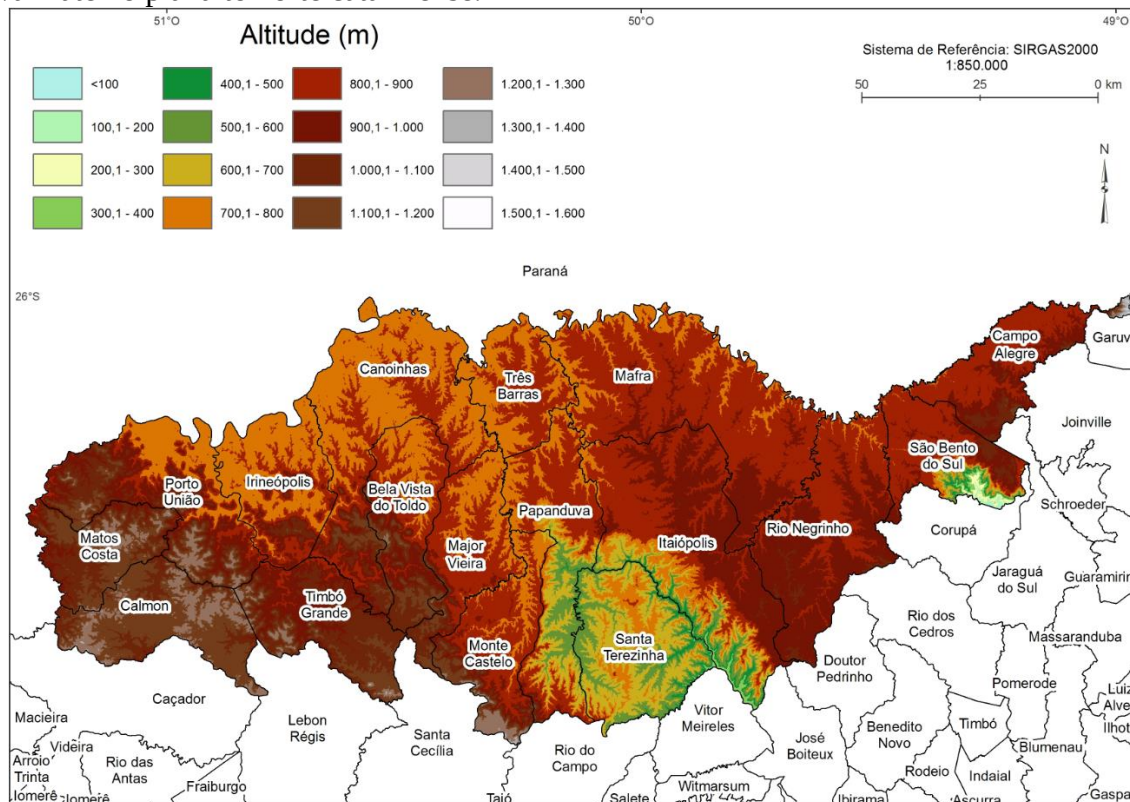


Figura 2. Altitude (m) da região de produção da erva-mate no planalto norte catarinense.

Quase 72% da região apresenta altitude entre 800 e 1000m e menor representatividade em altitudes inferiores a 700m e superiores a 1200m (**Figura 3**).

Essas altitudes mais elevadas podem influenciar na qualidade do produto diferenciado. Um exemplo disso, é o café produzido no Cerrado Mineiro resulta de um terroir influenciado pelas características exclusivas da região com altitude variando de 800m a 1.300m (Dias et al., 2016), que reflete nas estações climáticas, com verão quente e úmido e inverno ameno e seco.

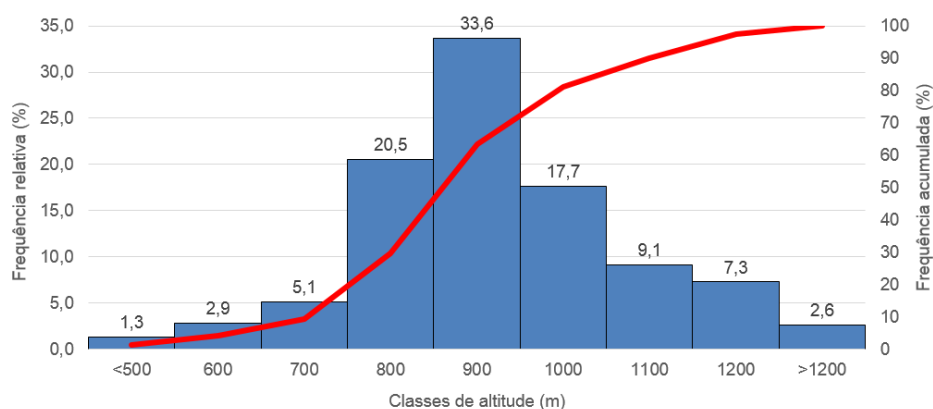


Figura 3. Frequência relativa e acumulada (%) da altitude (m) na região de produção da erva mate no planalto norte catarinense.

Em estudo do zoneamento pedoambiental da erva-mate realizado no município de Erechim, RS, Silva (2011) constatou níveis preferenciais de altitude entre 400 a 1000m, que foram indicados pelos agricultores. Segundo Da Croce (2003), a erva-mate vegeta preferencialmente nas altitudes entre 500 a 1500m.

Considerando as características altimétricas da área, a IG teria seus limites alterados caso fosse tomado apenas o fator altitude na tomada de decisão, excluindo-se parte do município de São Bento do Sul, Papanduva, Itaiópolis e a maior parte do município de Santa Terezinha.

Entretanto esse fator precisa ser relacionado com outros fatores para então definir a melhor delimitação geográfica que venha representar a indicação geográfica.

Conclusões

A altitude reduz a área onde existem produtores, excluindo parte do município de São Bento do Sul, Papanduva, Itaiópolis e a maior parte do município de Santa Terezinha.

Entretanto esse fator precisa ser relacionado com outros fatores para então definir a melhor delimitação geográfica que venha representar a indicação geográfica.

Agradecimentos

Ao Ministério de Agricultura, Pesca e Abastecimento (MAPA) pelo apoio no projeto de indicação geográfica.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, F.F.M., CARNEIRO, C.D.R. Origem e evolução da Serra do Mar. Revista Brasileira de Geociências, 28, n. 2. p. 135-150, 1998.
- DA CROCE, D.M. Informações técnicas sobre a cultura da erva mate. Chapecó: Empasc, [s.d.]. 2003. 32p.
- GERHARDT, M. História Ambiental da erva-mate. Tese (Doutorado em História), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2013, 290p.
- MARQUES, L.S.; ERNESTO, M. O Magmatismo Toleítico da Bacia do Paraná. In: NETO, V.M.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.; BRITO-NEVES, B.B.de. (Coordenadores), Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Editora Beca, 2004, p. 245-263.
- OLIVEIRA, Y.M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). EMBRAPA/IBDF. Documentos, 15, 17-35, 1985.
- PELUSO JUNIOR, V.A. Entrevista. Revista Geosul, nº 1, ano 1, Florianópolis, Editora da UFSC, 1986, p. 90-105.
- SANTA CATARINA - GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL, SUBCHEFIA DE ESTATÍSTICA, GEOGRAFIA E INFORMÁTICA. Atlas de Santa Catarina. Florianópolis, 1986. 173p.
- SORDI, M.V; SALGADO, A.A.R.; PAISANI, J.C. Evolução do relevo em áreas de tríplex divisor regional de águas - o caso do Planalto de Santa Catarina: análise da rede hidrográfica. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 16, nº 3, p. 435-447, 2015.
- THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H.J.; PANDOLFO, C.; SILVA JÚNIOR, V.P.; BACIC, I.L.Z.; LAUS NETO, J.A.; GEBLER, E.F.; DALLE ORE, J.A.; ECHEVERRIA, L.C.R.; RAMOS, M.G.; CAVALHEIRO, C.N.R.; DEEKE, M.; MATTOS, J.F.; SUSKI,

P.P. Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina:(versão preliminar). Florianópolis:1999. In: XI Congresso Brasileiro de 144 144 Agrometeorologia.(1999:Florianópolis). Anais. CD-ROM Florianópolis: SBA/EPAGRI/UFSC/UEDESC, 1999. p. 414-423.

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTO PROTETORA DO EXTRATO DE ERVAMATE

Juliana Andriolli Ribeiro¹; Ederlan Magri²; Alice T. Valduga²; Itamar L. Gonçalves³; Karina Paese³

¹ Bolsista IC/Graduanda- Farmácia. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. e-mail: juli_ribeiro@hotmail.com

² PPG – Ecologia. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. e-mail: ederlan.magri@gmail.com

³PPG – Ciências Farmacêuticas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. E-mail: itamar.luis@ufrgs.br

Resumo: A exposição prolongada à radiação UVA e UVB se apresenta como importante causa do fotoenvelhecimento e desenvolvimento de neoplasias epiteliais, de forma que o uso de fotoprotetores consiste em uma importante medida profilática contra o surgimento destes problemas. A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) é uma espécie nativa da América do Sul, cultivada no sul do Brasil, Argentina e Paraguai. Existem numerosas investigações relacionadas aos efeitos biológicos de metabólitos desta planta. Uma grande diversidade de metabólitos secundários é encontrada em folhas de erva-mate, consistindo em saponinas, metilxantinas e compostos fenólicos, como ácidos fenólicos e flavonoides. O conteúdo de flavonoides totais foi determinado através de sua complexação com cloreto de alumínio (AlCl₃), e os teores de metabólitos secundários foram quantificados por CLAE. O extrato liofilizado foi incorporado em uma formulação cosmética, emulsão cremosa, nas concentrações de 1%, 2% e 5%. Como controle positivo foram utilizadas formulações contendo avobenzona nas mesmas concentrações. Todas as formulações foram submetidas a testes de estabilidade, espalhabilidade, pH e centrífuga. A formulação com o pH mais adequado para emulsões fotoprotetoras ocorreu com a concentração de 5% de extrato. Já no teste de espalhabilidade, a formulação com melhores características reológicas foi a que continha 1% de extrato. No teste de centrífuga, as formulações que tiveram melhor estabilização foram com as concentrações 1 e 2% de extrato de erva-mate.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Fotoproteção. Metabólitos secundários.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) é uma espécie nativa da América do Sul, cultivada no sul do Brasil, Argentina e Paraguai (EVANS, 2002). Existem numerosas investigações relacionadas aos efeitos biológicos de metabólitos desta planta (VALDUGA; GONÇALVES, 2014).

Uma grande diversidade de metabólitos secundários é encontrada em folhas de ervamate, envolvendo saponinas, metilxantinas e compostos fenólicos, como ácidos fenólicos e flavonoides (HAO et al., 2013). Compostos fenólicos apresentam em sua estrutura sistemas insaturados conjugados, característica que condiciona capacidade de absorção da radiação ultravioleta e visível (GUARATINI et al., 2007), enquanto a presença de polissacarídeos tem sido associada ao reparo celular (DARTORA 2014).

A inserção de extrato de erva-mate em formulações dermatológicas pode condicionar outros benefícios além da fotoproteção, relacionados com sua ação antioxidante (BARG et al., 2014), cicatrizante (dados não publicados), e efeito anticelulite proporcionado pelas metilxantinas (AFONSO et al., 2010).

A exposição prolongada à radiação UVA e UVB se apresenta como importante causa do fotoenvelhecimento e desenvolvimento de neoplasias epiteliais, de forma que o uso de fotoprotetores consiste em uma importante medida profilática contra o surgimento destes

problemas. Recentemente tem se destacado investigações que buscam identificar extratos vegetais como novas fontes de compostos capazes de proporcionar fotoproteção. Esta abordagem pode reduzir o custo associado à produção de formulações fotoprotetoras, e condicionar outros benefícios associados à presença de grupos de metabólitos presentes nos extratos vegetais.

Testes de estabilidade

Teste de pH

A variação de pH de uma formulação pode modificar as características físico-químicas do fármaco veiculado, influenciando atributos como sua estabilidade, biodisponibilidade e biocompatibilidade, comprometendo a segurança e eficácia terapêutica da formulação.

Determinação de espalhabilidade

A determinação da espalhabilidade serve para avaliar alterações nas características reológicas da formulação durante o estudo. No caso de semissólidos de uso tópico, a quantificação desse parâmetro é importante para acompanhar modificações na capacidade que a formulação tem de se espalhar, o que pode facilitar ou dificultar sua aplicação (BUGNOTTO et al., 2006).

Teste de resistência centrífuga

As formulações foram submetidas a centrifugação por 10 minutos a 3000 rpm, sendo posteriormente avaliadas macroscopicamente de acordo com os critérios: sem separação de fases; leve separação de fases; 50% de separação; e produto com mais de 50% de separação.

Desta forma o presente estudo teve como objetivo, avaliar o potencial fotoprotetor do extrato liofilizado de erva-mate, quanto a sua estabilidade, espalhabilidade e pH.

Metodologia

As folhas de erva-mate foram secas a 35°C em estufa com circulação de ar até peso constante e trituradas. O material seco (5g) foi submetido à extração aquosa (200mL) em Soxhlet durante 6 horas, e os extratos foram liofilizados e armazenados.

O conteúdo de flavonoides totais foi determinado através de sua complexação com cloreto de alumínio (AlCl₃). Para tanto, o extrato foi incubado em uma solução 0,5% durante 30 minutos, e efetuada a leitura da absorbância em 325 nm. O conteúdo de compostos fenólicos das plantas testadas foi de 74,5mg/g de extrato.

Os metabólitos secundários foram quantificados por cromatografia líquida de altaeficiência.

Preparo das formulações

O extrato liofilizado foi incorporado em uma formulação cosmética emulsão cremosa nas concentrações de 1%, 2% e 5% (**Tabela 1**).

Como controle positivo foram preparadas formulações contendo as mesmas concentrações de avobenzona. Para avaliar se o extrato potencializa a atividade fotoprotetora do controle positivo, foram preparadas formulações contendo combinações entre o extrato liofilizado de erva-mate e avobenzona. Formulações controle negativo também foram obtidas, para tanto as bases cremosas foram preparadas sem acréscimo de filtros orgânicos.

Tabela 1. Composição quali-quantitativa das formulações do estudo.

	Formulações teste	Formulações controle positivo	Formulações controle negativo	Formulações contendo extrato e Avobenzona
Fase oleosa				
Ácido esteárico	4%	4%	4%	4%
Lanolina	1%	1%	1%	1%
Propilparabeno	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Metilparabeno	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Monoestereato de glicerila	6%	6%	6%	6%
Fase aquosa				
Trietanolamina	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
Propilenoglicol	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Água destilada	q.s.p 100%	q.s.p 100%	q.s.p 100%	q.s.p 100%
Fase C				
Extrato de erva-mate	1, 2 ou 5%			1, 2 ou 5%
Avobenzona		1, 2 ou 5%		1, 2 ou 5%

Testes de estabilidade

pH

Determinou-se o pH, com o equipamento QUIMIS Q400MT previamente calibrado. As análises foram realizadas em triplicata.

Espalhabilidade

Empregou-se metodologia descrita por Knorst (1991), que utiliza placas de vidro sobre uma escala de papel milimetrado para determinar a superfície que a amostra abrange através da medição dos diâmetros perpendiculares, com posterior cálculo do diâmetro médio.

Os valores da espalhabilidade em função dos pesos adicionados foram determinados em triplicata, calculando-se a média.

Resistência centrífuga

As formulações foram submetidas a ação da centrífuga QUIMIS® por 10 minutos a 3000 rpm, sendo posteriormente avaliadas macroscopicamente de acordo com os critérios: (1) sem separação de fases; (2) leve separação de fases; (3) produto com 50% de separação; e (4) produto com mais de 50% de separação (ANVISA, 2004).

Resultados parciais

A identificação de metabólitos secundários presente no extrato de erva-mate utilizado são mostrados na **figura 1**.

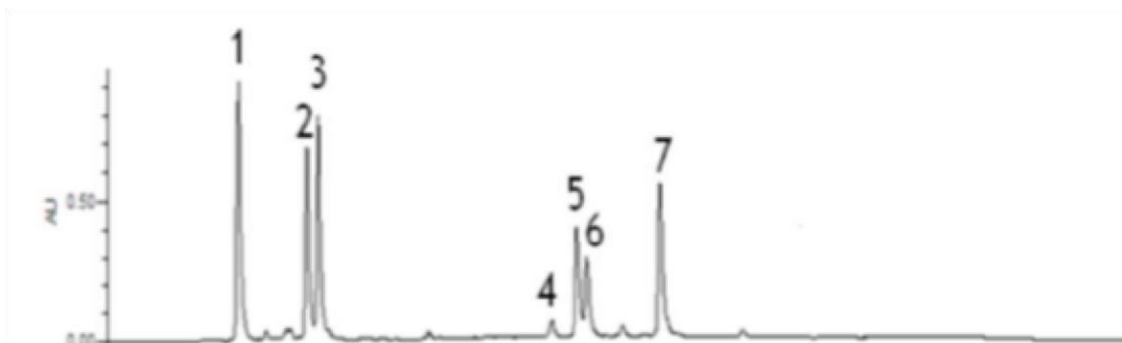


Figura 1. UHPLC-PDA (325 nm) da espécie *Ilex paraguariensis*. (1) Ácido neoclorogênico, (2) ácido clorogênico, (3) ácido criptoclorogênico, (4) rutina, (5) ácido 3,4-dicafeoilquínico, (6) ácido 3,5dicafeoilquínico e (7) ácido 4,5-dicafeoilquínico.

Várias formulações foram efetuadas para obter a estabilização e equilíbrio da textura do creme, devido a ocorrência de separação de fases. Isso foi necessário, devido à alta capacidade higroscópica do extrato de erva-mate. As formulações preparadas foram submetidas à testes de estabilidade, que consistiram em verificação do pH das mesmas (**Tabela 1**); espalhabilidade (**Figura 2**) e teste de centrifuga (**Figura 3**).

Tabela 2. Variação do pH das formulações contendo o extrato de erva-mate.

Formulação	PH
Extrato 1%	6,24
Extrato 2%	6,06
Extrato 5%	6,29
Avobenona 1%	7,02
Avobenona 2%	7,24
Avobenona 5%	7,22
Ext+Avo 1%	6,11
Ext + Avo 2%	6,03
Ext + Avo 5%	5,94

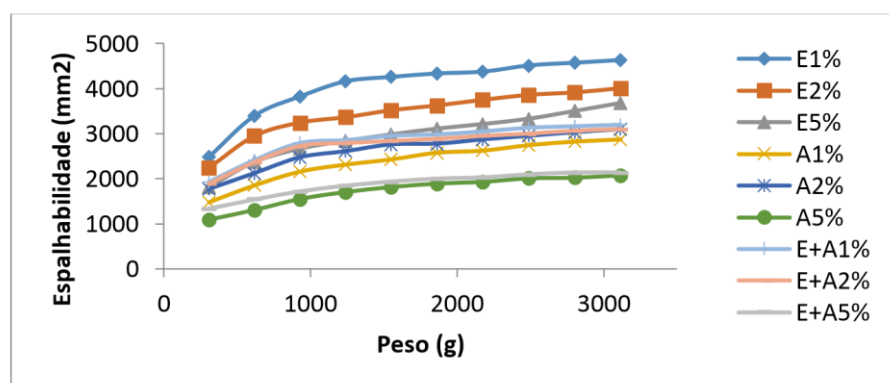


Figura 2. Espalhabilidade média das formulações contendo o extrato de erva-mate.

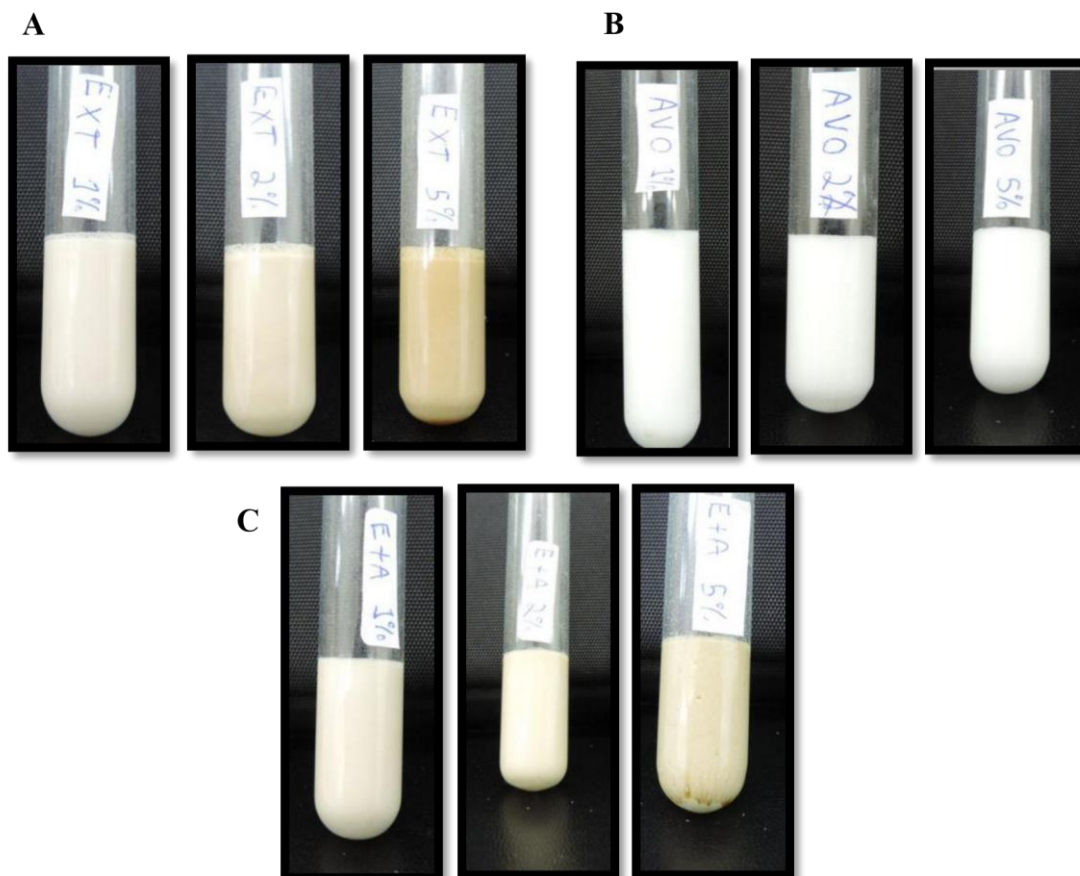


Figura 3. Teste de centrifuga das formulações contendo o extrato de erva-mate, B controle positivo avobenzona, e C o extrato de erva-mate mais avobenzona.

Conclusões

As formulações contendo o extrato de erva-mate apresentam boa estabilidade e espalhabilidade, indicadores fundamentais para o desenvolvimento de loção fotoprotetora.

O estudo ainda demanda verificar se o extrato de erva-mate possui efeito fotoprotetor.

Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 1. ed. Brasília: ANVISA, 2004.
- AFONSO, J.M.J.; TUCUNDUVA, T.C.M.; PINHEIRO, M.V.B. et al. Celulite: artigo de revisão. *Surgical & Cosmetic Dermatology*, v. 2, n. 3, p. 214-19, 2010.
- BARG, M. et al. Evaluation of the protective effect of *Ilex paraguariensis* and *Camellia sinensis* extracts on the prevention of oxidative damage caused by ultraviolet radiation. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 37, n. 1, p. 195–201, 2014.
- BUGNOTTO, C. et al. Estudo de estabilidade de formulação tópica contendo própolis. *Disc. Scientia. Série: Ciências da Saúde*, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2006.
- DARTORA, N. (2014). Caracterização estrutural de polissacarídeos de folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e suas propriedades biológicas. Programa de Pós Graduação em Ciências – Bioquímica. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

- EVANS, W.C. Trease and Evans: Pharmacognosy. Editora W. B., Edinburgh, 15.ed. Saunders, 2002.
- GUARATINI, T. et al. Fotoprotetores derivados de produtos naturais: perspectivas de mercado e interações entre o setor produtivo e centros de pesquisa. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 717-721, 2007.
- HAO, D. et al. Research progress in the phytochemistry and biology of Ilex pharmaceutical resources. Acta Pharmaceutica Sinica B, v. 3, n. 1, p. 8-19, Feb. 2013.
- KNORST, M. T. Desenvolvimento tecnológico de forma farmacêutica plástica contendo extrato Deachyrocline Satureioides (Lom) DC. Compositae (Marcela). 1991, 228f. Curso de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, 1991. 228 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Farmácia. Porto Alegre, 1991.
- VALDUGA, A. T.; GONÇALVES, I. L. Erva-mate: progressos em pesquisas fitoquímicas/tecnológicas e considerações socioeconômicas. In: Juliana Stffens; Geciane Toniazzo Backes; Alice Teresa Valduga. (Org.). Processos Tecnológicos, Biotecnológicos e Engenharia de Processos em Alimentos. 1ed.Edifapes: Erechim, 2014, p. 103-115.

CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO PRODUTORA DE ERVA-MATE NO PLANALTO NORTE CATARINENSE

Denilson Dortzbach¹; Wilian da S. Ricce¹; Hamilton J. Vieira¹; Valci F. Vieira¹; Adriano M. de Souza¹

¹ Pesquisador. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, EPAGRI/CIRAM. Rod. Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502, 88034-901, Florianópolis - SC, Brasil. Emails: denilson@epagri.sc.gov.br, wiliannricce@epagri.sc.gov.br e vieira@epagri.sc.gov.br

Resumo: O conhecimento do clima é fundamental para o planejamento e avaliação do potencial para a produção agrícola. Atribui-se clima Cfb, segundo classificação de Köppen, como o principal para a produção da erva-mate pela sua área de distribuição natural, porém maior detalhamento é necessário para entender as relações entre o clima e a planta. O objetivo desse trabalho foi caracterizar o clima da região produtora de erva-mate no planalto norte catarinense. A região é tradicional produtora de erva-mate em sistema agroflorestal. Em relação ao clima, a precipitação total anual varia entre 1300 e 1700mm, a evapotranspiração total anual varia entre 600 e 900 mm resultando em excedente hídrico durante o ano, a umidade relativa é de 78 e 86%, as temperaturas mínimas, médias e máximas variam entre 8 e 16, 13 e 21 e 19 a 28 respectivamente.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Climatologia. Agrometeorologia.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma árvore da família Aquifoliaceae, originária da região subtropical da América do Sul e consumida no Brasil, no Paraguai, na Argentina, no Uruguai, na Bolívia e no Chile. A delimitação da área de ocorrência da erva-mate abrange uma área de aproximadamente 540.000 km², compreendendo territórios do Brasil, Argentina e Paraguai, situados entre as latitudes de 21°S e 30°S e longitudes de 48°30'W e 56°10'W, com altitudes variáveis entre 500 e 1.000m. A área de erva-mate, abrange 5% do território brasileiro; em relação ao da América do Sul, esta proporção se reduz a 3% (Oliveira e Rotta, 1985).

A espécie pode ocorrer em pontos isolados, fora destes limites. Só no Brasil estão situados 450.000 km² daquele total, abrangendo a região centro-norte do Rio Grande do Sul, quase todo o Estado de Santa Catarina, centro-sul e sudoeste do Paraná, sul de Mato Grosso, e reduzidos nichos de ocorrência de *Araucaria augustifolia*, em Minas Gerais e São Paulo.

Na área de distribuição natural da erva-mate, ocorrem dois tipos climáticos, de acordo com a classificação de Köppen: Cfb (clima temperado) e Cfa (clima subtropical), com chuvas regulares, distribuídas ao longo do ano, e com médias de precipitação pluviométrica variando de 1.500 mm a 2.000 mm. As temperaturas médias anuais variam de 15°C a 18°C na região dos pinhais, e de 17°C a 21°C em Misiones, Argentina. As geadas são frequentes ou pouco frequentes, dependendo da altitude, que varia de 500 a 1.500m sobre o nível do mar (EMBRAPA FLORESTAS, 2014). O clima Cfb segundo Köppen é o clima temperado úmido com verão ameno; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

Visando uma descrição mais detalhada do clima e uma possível Indicação Geográfica, o objetivo desse trabalho foi caracterizar o clima da região produtora de erva-mate no planalto norte catarinense.

mínimas de 10,8 a 11,8°C. Podem ocorrer, em termos normais, de 5,4 a 14 geadas por ano. Os valores de horas de frio abaixo ou iguais a 7,2°C são de 437 a 642 horas acumuladas por ano. A insolação total normal anual varia de 1.413 a 1.613 horas. A precipitação pluviométrica total normal anual varia de 1.360 a 1.670 mm, com o total anual de dias de chuva entre 138 e 164 dias. A umidade relativa média do ar varia em média de 80,0 a 86,2%. A Evapotranspiração Potencial varia entre 730 e 794mm.

Nas **Figuras 2 a 9** são apresentados os dados extraídos em função da faixa de altitude.

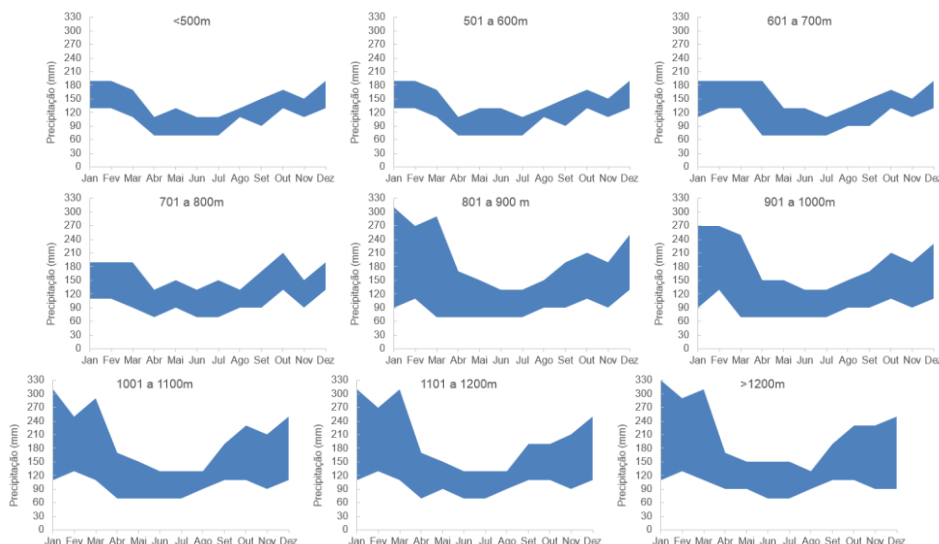


Figura 2. Valores mensais históricos médios de precipitação total (mm) por faixa de altitude na região de produção da erva-mate no planalto norte catarinense.



Figura 3. Valores mensais históricos médios de evapotranspiração potencial total (mm) por faixa de altitude na região de produção da erva-mate no planalto norte catarinense.

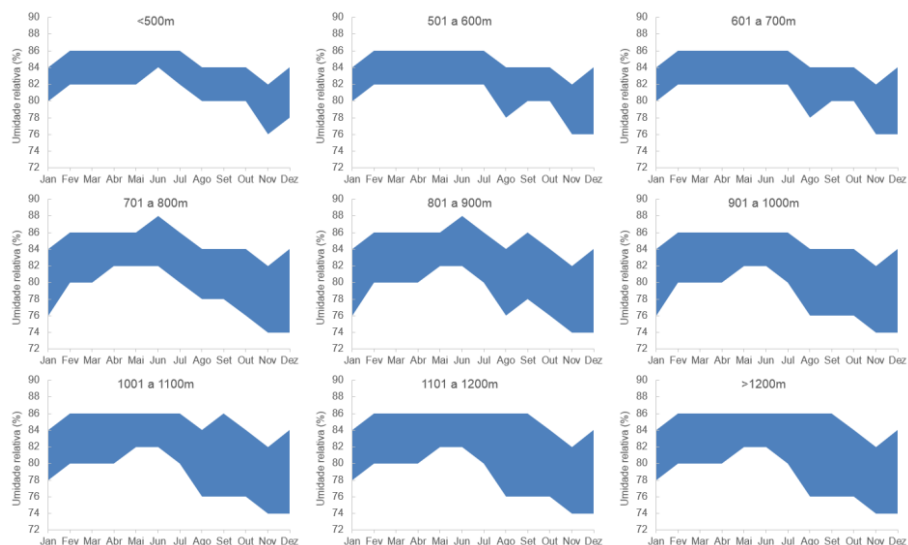


Figura 4. Valores mensais históricos médios de umidade relativa média (%) por faixa de altitude na região de produção da erva-mate no planalto norte catarinense.

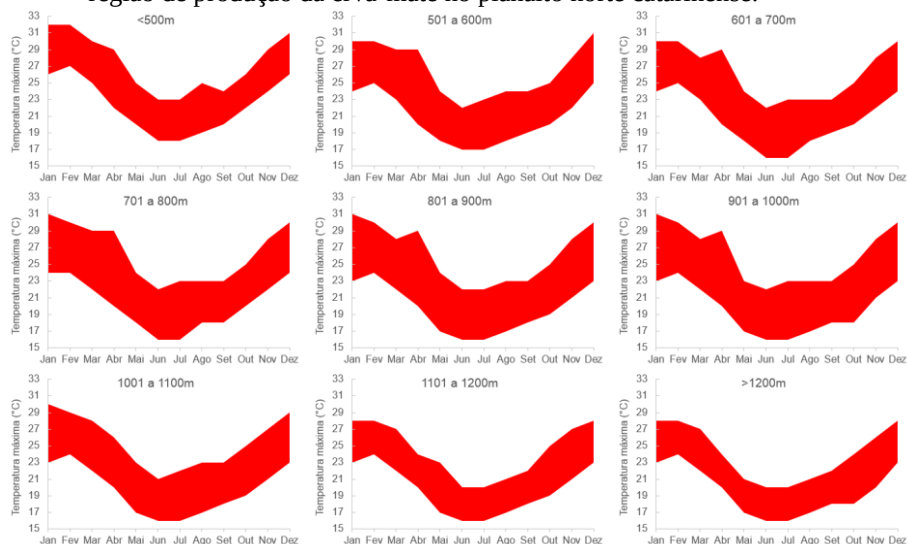


Figura 5. Valores mensais históricos médios de temperatura máxima (°C) por faixa de altitude na região de produção da erva-mate no planalto norte catarinense.

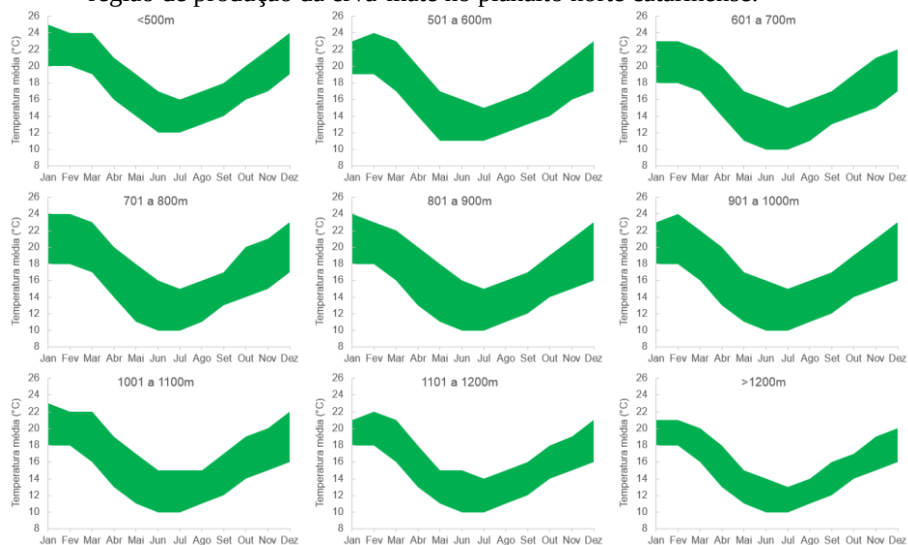


Figura 6. Valores mensais históricos médios de temperatura média (°C) por faixa de altitude na região de produção da erva-mate no planalto norte catarinense.

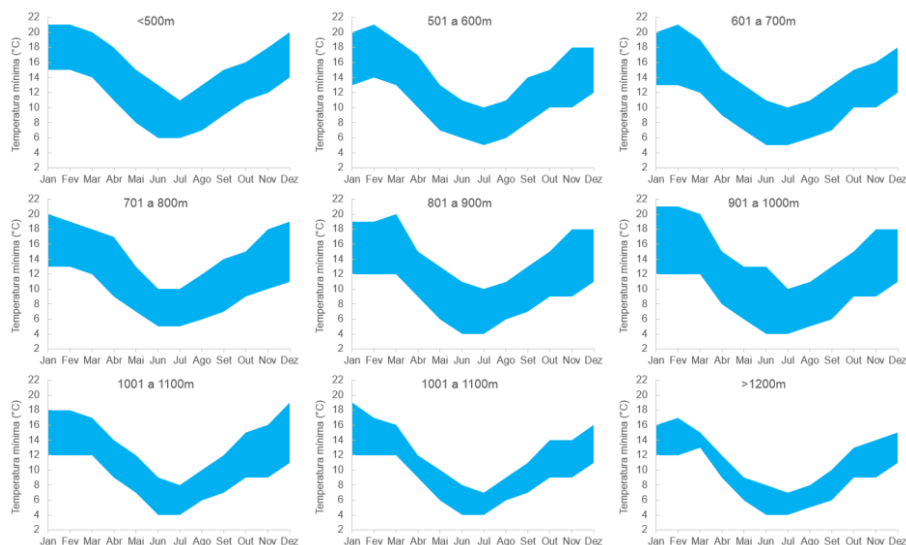


Figura 7. Valores mensais históricos médios de temperatura mínima (°C) por faixa de altitude na região de produção da erva-mate no planalto norte catarinense.

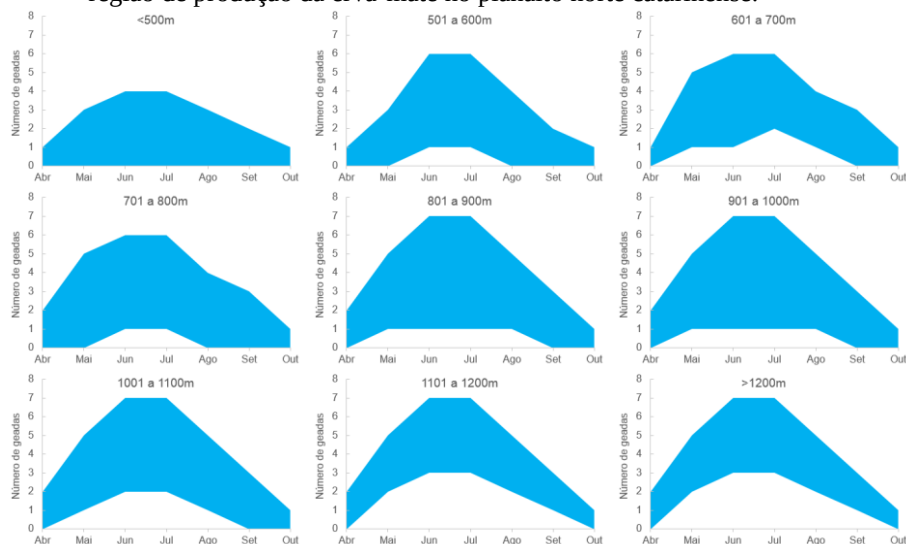


Figura 8. Valores mensais históricos médios de número de geadas por faixa de altitude na região de produção da erva-mate no planalto norte catarinense.

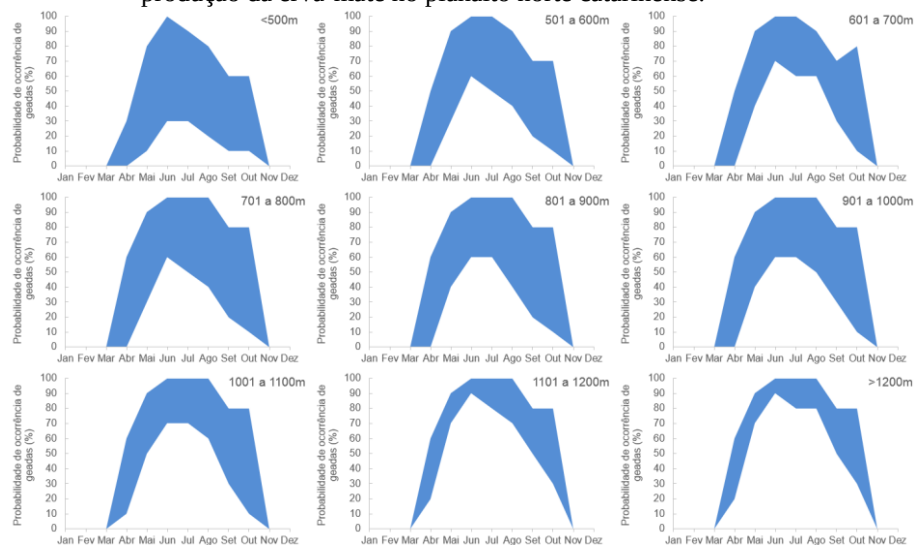


Figura 9. Valores mensais históricos médios de probabilidade de ocorrência de geadas (%) por faixa de altitude na região de produção da erva-mate no planalto norte catarinense.

Em relação à precipitação (**Figura 2**) maior variabilidade observada nas altitudes superiores a 800m se devem mais a localização geográfica que propriamente à altitude. Áreas com maior altitude e proximidade do litoral norte catarinense, região onde os volumes acumulados de precipitação são maiores, apresentaram essa maior variabilidade, pois existem faixas de mesma altitude à leste e a oeste no planalto norte catarinense. A umidade relativa também apresentou condição semelhante com a precipitação (**Figura 4**) onde a localização geográfica influenciou mais que a faixa de altitude.

Valores médios de temperatura mais altos são observados nas regiões de menor altitude (**Figuras 5, 6 e 7**), isso pode ser observado na evapotranspiração potencial também (**Figura 3**). A representatividade de cada faixa de altitude é importante para avaliação dos efeitos da temperatura no desenvolvimento das ervaíras, vale destacar que a maior parte da região tem altitude entre 800 e 1000m. Esse efeito da altitude pode levar a produção de ervas com qualidade diferente dentro da mesma região. Também vale destacar que as regiões com maior altitude também são aquelas com maior ocorrência de geadas (**Figuras 8 e 9**).

Conclusões

A região apresenta variabilidade em relação às variáveis climáticas e em altitude. A precipitação total anual varia entre 1300 e 1700mm, a evapotranspiração total anual varia entre 600 e 900 mm resultando em excedente hídrico durante o ano, a umidade relativa é de 78 e 86%, as temperaturas mínimas, médias e máximas variam entre 8 e 16, 13 e 21 e 19 a 28 respectivamente.

Referências Bibliográficas

- BRAGA, H.J.; GHELLRE, R. Proposta de diferenciação climática para o Estado de Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11 e Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, 2, 1999, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBAGro, 1999. CD-Rom.
- OLIVEIRA, Y.M.M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10, 1985, Curitiba. Anais...Curitiba: EMBRAPA-CNPq, 1985. p.17-36.
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R.; VALCI, F.V. Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.

EFEITOS DO EXTRATO AQUOSO DE *Ilex paraguariensis* ST. HIL SOBRE PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DE CAMUNDONGOS SWISS EXPOSTOS PASSIVAMENTE À FUMAÇA DE CIGARRO

Ana C. Roginski¹; Emanuel C. Bertol¹; Priscila P. Brusco¹; Alexandre U. Amaral²; Luiz C. Chicota²;
Fernanda Dal'Maso Camera^{2,3}

¹Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI
Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil.

²Professor(a)/Pesquisador(a). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI
Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil.

³Autor para correspondência: Email: ferdalmaso@hotmail.com

Resumo: A fumaça do cigarro possui mais de 7000 substâncias tóxicas, incluindo aquelas que afetam a atividade mitocondrial e ribossomal através do estresse oxidativo. Uma alternativa de tratamento para doenças relacionadas a este fenômeno é reduzir a produção de radicais livres a partir de diversos estímulos, dentre eles destaca-se o uso da *Ilex paraguariensis* St HIL devido a sua capacidade antioxidante e anti-inflamatória. Objetivo: Identificar a existência de um efeito protetor no sistema hepático proveniente da administração oral do extrato de erva-mate em camundongos Swiss expostos à fumaça do cigarro de palha. Metodologia: O n amostral contou com 40 animais, divididos aleatoriamente em 4 grupos, a saber: controle (CTL n=10); cigarro de palha (CP n=10); cigarro de palha + erva mate (CP+E n=10) e cigarro industrial (CI n=10). Os animais dos grupos experimentais (CP, CP+E e CI) foram expostos à inalação de 4 cigarros/sessão, 3 sessões/dia durante 60 dias. No 61º os animais foram anestesiados com Zoletil 50® para coleta de sangue e posterior quantificação de transaminase glutâmico-oxalacética (TGO) e transaminase glutâmico-pirúvica (TGP) e extração do fígado para posterior análise de peroxidação lipídica e conteúdo de sulfidrilas. A análise estatística foi realizada através da análise de variância (ANOVA) de uma via, seguida pelo teste de Tukey. Foram considerados significativos os valores de p<0,05. Resultados e Discussão: Não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros bioquímicos hepáticos avaliados. Entretanto observou-se uma sutil proteção do extrato de erva-mate sobre o tecido hepático. Conclusão: Concluímos que o período de 60 dias de exposição passiva a ambos os tipos de fumaça de cigarro, não foram suficientes para desencadear danos hepáticos. Possivelmente em decorrência da absorção dos constituintes ser via pulmonar o que dribla o metabolismo de primeira passagem, tornando o fígado um órgão secundário desta agressão. Entretanto atentou-se para indícios de uma tênue proteção do extrato de erva-mate, o que levanta questionamentos para futuros estudos.

Palavras-chave: Cigarro de Palha. Cigarro Industrial. Erva-mate. Estresse Oxidativo.

Introdução

Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2015) o tabagismo é considerado uma epidemia de abrangência mundial que reflete uma das maiores ameaças à saúde pública. Considerado a maior causa evitável de morbidade e mortalidade, é responsável por uma a cada dez mortes no mundo, totalizando cinco milhões a cada ano podendo atingir oito milhões até 2030.

De acordo com o U.S. Department of Health and Human Services (HHS, 2010), a fumaça do cigarro industrializado possui mais de 7.000 substâncias tóxicas, tais como, monóxido de carbono (CO), amônia, cetonas, formaldeído, acetaldeído, acroleína, alcatrão,

nicotina, e mais de 70 substâncias cancerígenas, incluindo arsênio, níquel, benzopireno, cádmio e chumbo.

A nicotina (substância psicoativa que causa a dependência ao tabaco) é solúvel em água, portanto facilmente absorvida pelo trato respiratório, mucosas e pele. Como consequência, a concentração sérica aumenta rapidamente, existindo seletividade para pulmões, fígado, baço e cérebro, com deposição nesses órgãos (ISSA *et al.*, 1998). A nicotina é metabolizada primariamente pelo fígado em cerca de 90 a 95% (GRIZZELL, ECHEVERRIA, 2014).

A quantificação das enzimas hepáticas (transaminase glutâmico-oxalacética (TGO) e transaminase glutâmico-pirúvica (TGP)) no plasma de indivíduos permite a avaliação da função hepática, uma vez, que estas só são liberadas para o sangue em decorrência de danos ocorridos nos hepatócitos.

A fumaça do cigarro é abundante em substâncias que alteram a homeostase redox celular, desta forma os danos causados por esta fumaça podem estar relacionados com o fenômeno de estresse oxidativo. Isso porque, durante a queima das folhas da planta de tabaco ocorre liberação de substâncias que afetam funções celulares como aquelas relacionadas com os ribossomos e as mitocôndrias, gerando espécies reativas de oxigênio (ERO) e espécies reativas de nitrogênio (ERN) (TURCATEL; FUNCHAL; GOMES, 2012).

Neste sentido, o uso de antioxidantes tem sido amplamente recomendado para diversas doenças relacionadas ao tabaco, na tentativa de reduzir a produção de radicais livres a partir de diversos estímulos (AL-AWAIDA *et al.*, 2014; TAGUCHI *et al.*, 2015). Entre esses antioxidantes, a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. HIL) tem recebido a atenção em estudos recentes devido a sua capacidade antioxidante e anti-inflamatória (LANZETTI *et al.*, 2011).

Objetivos

Identificar a existência de um efeito protetor no sistema hepático proveniente da administração oral do extrato de erva-mate em camundongos Swiss expostos à fumaça do cigarro de palha.

Metodologia

Delineamento experimental

O presente trabalho trata-se de um estudo experimental, aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da URI – Campus Erechim, sob o protocolo nº 25/2014.

A amostra foi composta de 40 camundongos Swiss com 60 dias de idade, peso aproximado de 30 a 50 gramas, oriundos do Laboratório de Experimentação Animal da URI – Campus Erechim. Os animais foram acondicionados em caixas separadas, sob condições de temperatura de 22±2°C e um ciclo de 12h luz/12h escuro, com acesso à água e alimentação à vontade. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos amostrais, (CTL: Controle; CP: Cigarro de Palha; CP+E: Cigarro de Palha + Extrato de Erva-Mate 3% e CI: Cigarro Industrial). Cada grupo foi constituído por 10 animais.

Os animais dos grupos experimentais (CP, CP+E e CI) foram submetidos a exposição de 4 cigarros por sessão, 3 sessões/dia, durante 60 dias consecutivos, em câmara inalatória de acrílico, cilíndrica. Os animais do grupo CP+E receberam 0,5mL de extrato de erva-mate 3% via gavagem, uma vez por dia. Enquanto o grupo CTL, não foi submetido nem a exposição passiva ao fumo nem a administração de extrato de erva-mate.

No 60º dia, os animais foram anestesiados e posteriormente sacrificados para a coleta do sangue e retirada do fígado e para posteriores análises hematológica e bioquímica.

O extrato de erva-mate foi produzido a partir das folhas maduras, obtidas de um povoamento homogêneo a pleno sol de uma propriedade particular no Município de Barão de Cotegipe – RS, conforme protocolo descrito por Valduga et al. (2003), sendo após diluída, na proporção de 3% (p/v).

Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA-RS)

A medida dos níveis de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA-RS) foi realizada de acordo com o método de ESTERBAUER e CHEESEMAN (1990).

Conteúdo de grupamentos sulfidrilas

Os danos oxidativos em proteínas foram mensurados pela quantificação do conteúdo de grupamentos sulfidrilas, determinado pela redução do ácido ditionitrobenzoico por tióis presentes na amostra, lido espectrofotometricamente a 412 nm, conforme previamente descrito por AKSENOV e MARKESBERY (2001).

Avaliação das transaminases hepáticas (TGO/TGP)

As análises bioquímicas de transaminase glutâmico-oxalacética (TGO) e da transaminase glutâmico-pirúvica (TGP), foram realizadas conforme normas do kit Labtest® utilizado para as determinações.

Análises estatísticas

A determinação dos níveis de TBA-RS, conteúdo de grupamentos sulfidrilas e transaminases hepáticas foram estatisticamente avaliadas utilizando a análise de variância (ANOVA) de uma via, seguidos pelo teste de Tukey. Foram considerados significativos os valores de $p < 0,05$. As análises estatísticas foram feitas em um computador PC compatível pelo programa Graphpad Prism versão 6.

Resultados e Discussão

A **Figura 1** apresenta os valores da quantificação da TGO e TGP. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos analisados. Entretanto, é possível verificar uma redução nos níveis de TGO do grupo CP+E, quando comparado ao grupo CP.

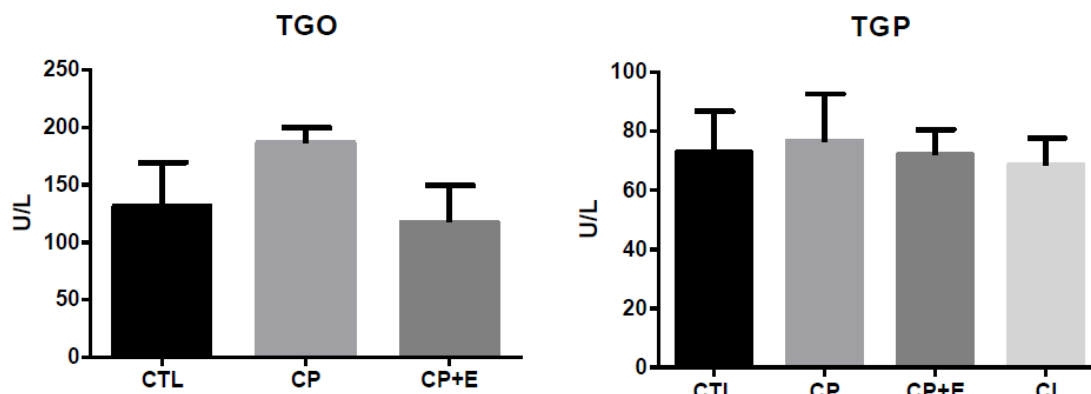


Figura 1. Quantificação das transaminases hepáticas nos grupos: Controle (CTL), Cigarro de Palha (CP), Cigarro de Palha + Extrato de Erva-Mate 3% (CP+E) e Cigarro Industrial (CI). A esquerda análise de TGO, dados apresentados em U/L, e à direita Análise de TGP, dados apresentados em U/L. A diferença entre as médias foi calculada por análise de variância de uma via (ANOVA) seguida do teste de Tukey (* $p < 0,05$, comparados ao CTL).

Da mesma forma, não observou-se diferenças estatísticas significativas quando analisado os níveis de TBA-RS hepático e o conteúdo de grupamentos sulfidrilas, conforme apresentado na **Figura 2**.

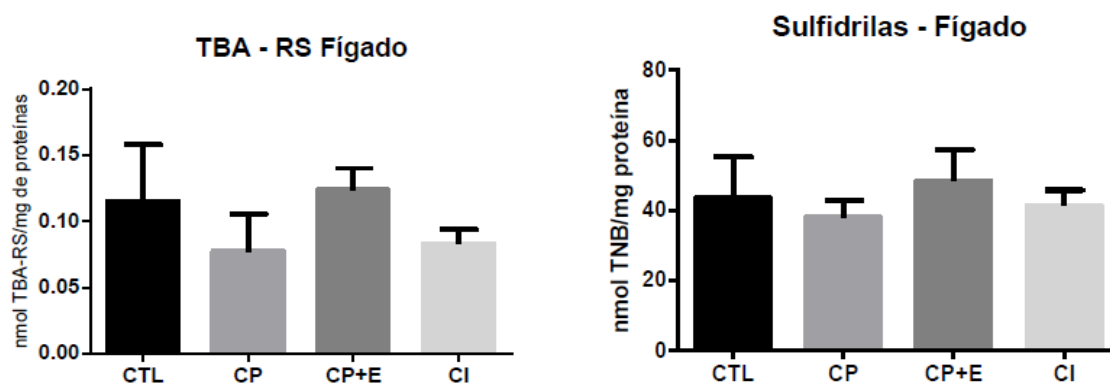


Figura 2. Avaliação de parâmetros de estresse oxidativo em fígado dos animais nos grupos: Controle (CTL), Cigarro de Palha (CP), Cigarro de Palha + Extrato de Erva-Mate 3% (CP+E) e Cigarro Industrial (CI). No gráfico à esquerda avaliação dos níveis de TBA-RS, dados representados em nmol TBA-RS/mg proteínas. No gráfico à direita conteúdo de sulfidrilas, dados representados em nmol TNB/mg proteínas. A diferença entre as médias foi calculada por análise de variância de uma via (ANOVA) seguida do teste de Tukey (* $p < 0,05$, comparados ao CTL).

Com base nos parâmetros bioquímicos, não observou-se dano significativo no tecido hepático dos camundongos expostos a fumaça de ambos os cigarros. Bandeira (2015), aponta que a fumaça do cigarro não estimula danos consideráveis no tecido hepático principalmente pelo fato da absorção ser através da via pulmonar, que acaba por distribuir os constituintes do tabaco na corrente sanguínea, anulando assim, o metabolismo de primeira passagem. Entretanto, a Comissão de Combate ao Tabagismo do Conselho Federal de Medicina (2017), associa o tabagismo como fator de risco para o desenvolvimento de doenças hepáticas, como a cirrose biliar primária e na evolução da fibrose hepática.

A discreta diminuição na quantidade de grupamentos sulfidrilas no grupo CP e CI, pode indicar o início de dano oxidativo proteico. A mesma redução não é observada no grupo (CP+E), sugerindo uma sutil proteção no tecido hepático dos animais que foram expostos ao cigarro de palha e receberam extrato de erva-mate 3%. É possível que esse fato deva-se a presença de uma alta concentração de polifenóis (BLUM-SILVA et al., 2015) e ácido clorogênico na composição da erva-mate (BRACESCO et al., 2011).

Destaca-se ainda uma redução considerável de 37% nos níveis de TGO do grupo (CP+E) quando comparado ao grupo (CP), porém não significante. Fato este, que vem reforçar a existência de um suposto efeito hepatoprotetor causado pela extrato de erva-mate.

Conclusão

Concluimos que o período de 60 dias de exposição passiva a ambos os tipos de fumaça de cigarro, não foram suficientes para desencadear danos hepáticos. Possivelmente em decorrência da absorção dos constituintes ser via pulmonar, o que dribla o metabolismo de primeira passagem, tornando o fígado um órgão secundário desta agressão. Entretanto atentou-se para indícios de uma tênue proteção do extrato de erva-mate, o que levanta questionamentos para futuros estudos.

Agradecimentos

A URI – Erechim, pelo apoio institucional e financeiro.

Referências Bibliográficas

- AKSENOV, M. Y.; MARKESBERY, W. R. Changes in thiol content and expression of glutathione redox system genes in the hippocampus and cerebellum in Alzheimer's disease. *Neuroscience Letters*. v. 302, p. 141-145, 2001.
- AL-AWAIDA W, et al. Chinese green tea consumption reduces oxidative stress, inflammation and tissues damage in smoke exposed rats. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*. v. 17, n. 10, p. 740-746, 2014.
- BANDIERA, S. Alterações hepáticas e renais em ratos expostos ao álcool, fumaça de cigarro ou a sua associação. 2015. Dissertação de mestrado. Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Fisiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2015.
- BLUM-SILVA, C. H. et al. The influence of leaf age on methylxanthines, total phenolic content, and free radical scavenging capacity of *Ilex paraguariensis* aqueous extracts. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 25, n. 1, p. 1–6, 2015.
- BRACESCO, N. et al. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 136, n. 3, p. 378–384, 2011.
- COMISSÃO DE COMBATE AO TABAGISMO DO CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. As consequências do tabagismo sobre a saúde. Disponível em: http://www.feapaesp.org.br/material_download/144_Tabagismo.pdf. Acesso em 22 de mar. 2017.
- (HHS) DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES; Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; Office on Smoking and Health (US). The health consequences of smoking – 50 years of progress: a report of the Surgeon General. Atlanta (GA). 2014.
- ESTERBAUER, H.; CHEESEMAN, K. H. Determination of aldehydic lipid peroxidation products: malonaldehyde and 4-hydroxynonenal. *Methods in Enzymology* . v. 186, p. 407-421, 1990.
- GRIZZELL, J. A.; ECHEVERRIA, V. New Insights into the Mechanisms of Action of Cotinine and its Distinctive Effects from Nicotine. *Neurochemical Research*, p. 1-15, 2014.
- ISSA, J. S.; et al. Intervenção sobre tabagismo realizada por cardiologista em rotina ambulatorial. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 70, n. 4, p. 271-274, 1998.
- LANZETTI, M.; et al. Mate tea ameliorates emphysema in cigarette smoke-exposed mice. *Journal Experimental Lung Research*. v. 37, n. 4, p. 246-257, 2011.
- TAGUCHI, L.; et al. Flavanone from *Baccharis retusa* (Asteraceae) prevents elastase-induced emphysema in mice by regulating NF-κB, oxidative stress and metalloproteinases. *Respiratory Research*. v. 16, n. 79, 2015.
- TURCATEL, E; FUNCHAL, C, da S; GOMES, R. Alterações Comportamentais e de Estresse Oxidativo no Sistema Nervoso Central pelo Uso de Álcool e Tabaco. *Revista de Neurociência*, p. 444-454, 2012.
- VALDUGA, A.T.; et. al. Secagem de extratos de erva-mate em secador por atomização. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v. 23, n. 2, p. 184-189, Campinas, 2003.
- WHO Report on the Global Tobacco Epidemic. Raising taxes on tobacco, 2015.

EFEITO PROTETOR DO EXTRATO DE ERVA-MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.) NO PULMÃO E FÍGADO DE CAMUNDONGOS SWISS EXPOSTOS À FUMAÇA DE CIGARRO DE PALHA

Joyce Wilhelm¹; Fernanda D. Camera²; Alice T. Valduga³; Silvana S. Roman⁴; Miriam S. W. Wisniewski⁵; Elvis Wisniewski⁶; Ricardo A. Pinho⁷; Ana C. Roginski⁸;

¹ Fisioterapeuta. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: joycewilhelm@hotmail.com

² Fisioterapeuta/Professora. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: ferdalmaso@hotmail.com

³ Bióloga/Professora. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: valice@uricer.edu.br

⁴ Bióloga/Professora. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: roman@uri.com.br

⁵ Fisioterapeuta/Professora. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: miriamww@gmail.com

⁶ Fisioterapeuta/Professor. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: 04.elvis@gmail.com

⁷ Educador Físico/Professor. Universidade do Extremo Sul Catarinense – Criciúma Av. Universitária, 1105 - Universitário, Criciúma - SC, Brasil. Email: rap@unesct.net

⁸ Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: ana_roginski@hotmail.com

Resumo: O tabagismo é um grave problema de saúde pública devido a sua alta prevalência e mortalidade na sociedade. É bem estabelecido na literatura os efeitos da fumaça do cigarro industrial sobre o epitélio respiratório levando à patogênese das doenças pulmonares, entretanto, em relação ao cigarro de palha os resultados são escassos e inconclusivos. A erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil) contém elevado teor de metilxantinas e compostos fenólicos, potenciais de antioxidantes naturais que protegem os sistemas biológicos. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito protetor do extrato de erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil) sobre parâmetros histológicos e de estresse oxidativo em animais expostos à fumaça do cigarro de palha. Foram utilizados 21 camundongos Swiss, distribuídos aleatoriamente em quatro grupos: controle (GC=5), extrato de erva-mate a 2,0% (EM=5), cigarro de palha (CP=6) e cigarro de palha + extrato de erva-mate a 2,0% (CP+EM=5). Os grupos CP e CP+EM foram expostos à 4 cigarros por sessão, 3x/dia durante 30 dias enquanto o grupo controle foi exposto à condições similares, porém sem exposição ao cigarro. O extrato de erva-mate foi administrado 1x/dia (0,5ml) nos grupos (EM). Após 31 dias, os animais foram anestesiados e submetidos a extração cirúrgica do pulmão e fígado para posterior análise bioquímica e histológica. Os dados revelam alterações histológicas importantes como atelectasia (p=0,0282), hemorragia intersticial (p=0,0281) e presença de macrófagos alveolares (p=0,0221) no tecido pulmonar e hepático no grupo (CP+EM) comparado ao (GC). Maiores níveis de lipoperoxidação foram observados no grupo CP (p<0,05) e níveis reduzidos no grupo (CP+EM) (p<0,05). Concluiu-se que o extrato de erva-mate apresentou um importante efeito protetor em animais expostos à fumaça do cigarro de palha.

Palavras-chave: Pulmão. Erva-mate (*Ilex Paraguariensis*). Cigarro de Palha. Lipoperoxidação.

Introdução

Segundo a OMS (2015) o tabagismo é considerado uma epidemia de abrangência mundial que reflete uma das maiores ameaças à saúde pública. Apesar de ser considerada a maior causa evitável de morbidade e mortalidade, é responsável por uma a cada dez mortes no mundo, totalizando cinco milhões a cada ano, podendo atingir oito milhões até 2030 (OMS 2015).

De acordo com (CDC, 2010), a fumaça do cigarro industrializado possui mais de 7.000 substâncias tóxicas, tais como monóxido de carbono (CO), amônia, cetonas, formaldeído, acetaldeído, acroleína, alcatrão, nicotina, e mais de 70 substâncias cancerígenas, incluindo arsênio, níquel, benzopireno, cádmio e chumbo (BEHERA, 2014); quando inalada, a fumaça pode induzir mudanças na estrutura das células (MORENO-GONZALEZ et al., 2013) e no estado redox pulmonar (ELSAIED e BENDICH, 2001; GOCHMAN et al., 2007), resultando em inflamação e efeitos cancerígenos e mutagênicos no sistema respiratório (MILARA e CORTIJO, 2012; BARNES et al., 2014). Por outro lado, o cigarro de palha, é o segundo cigarro mais consumido no Brasil com uma taxa de prevalência de 5,1%. Não há estudos na literatura que revelem suas características físico-químicas e seus efeitos sobre o sistema respiratório. (PETab 2008; INCA, 2011).

Neste sentido, o uso de antioxidantes tem sido amplamente recomendado com o objetivo de proteger os danos causados pelo cigarro no sistema pulmonar, reduzindo assim, a produção de radicais livres a partir de diversos estímulos (VALENÇA et al., 2008; LOPES et al., 2013; AL-AWAIDA et al., 2014; TAGUCHI et al., 2015). Entre eles, a erva-mate tem recebido a atenção em estudos recentes devido à sua alta capacidade antioxidante e anti-inflamatória (LANZETTI et al., 2008; LANZETTI et al., 2011).

Os objetivos deste estudo foram verificar o efeito protetor do extrato de erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil) sobre parâmetros histológicos e de estresse oxidativo em animais expostos à fumaça do cigarro de palha.

Metodologia

O presente estudo caracterizou-se por ser do tipo experimental, longitudinal e quantitativo. Foram utilizados 21 camundongos da linhagem Swiss, machos adultos, com 30 a 60 dias de idade e peso aproximado de 30 a 50 gramas. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos amostrais: grupo controle (GC); grupo extrato de erva-mate a 2,0% (EM), grupo cigarro de palha (CP) e grupo cigarro de palha + extrato de erva-mate a 2,0% (GCP+EM). O grupo controle (GC) foi manipulado igualmente ao grupo experimental, porém sem nenhuma intervenção, permanecendo na caixa em temperatura ambiente; juntamente com o grupo extrato de erva-mate (EM) que recebia, via gavagem, o extrato de erva-mate 2,0% antes do primeiro horário de exposição, e depois era alocado na caixa. O grupo cigarro de palha (CP) foi exposto à fumaça do cigarro de palha, juntamente com o grupo cigarro de palha + extrato de erva-mate (CP+EM). O extrato de erva-mate foi produzido com folhas de erva-mate obtidas de um povoamento homogêneo a pleno sol de propriedade particular no Município de Erechim – RS, conforme protocolo descrito por Valduga et al. (2003), sendo após diluída, onde utilizou-se 2gr do extrato em 100ml de água destilada (concentração de 2,0%), para posterior administração via gavagem.

O cigarro de palha foi produzido artesanalmente pelas pesquisadoras e colaboradores do estudo. O mesmo foi confeccionado com palha natural e o fumo em corda foi adquirido em uma cidade da região do Alto Uruguai/RS., Cada cigarro de palha foi confeccionado com 0,8 gramas de fumo. Os animais foram expostos a 4 cigarros/ por sessão, 3 sessões/dia,

durante 30 dias. No 31º dia após a exposição, todos os animais foram anestesiados com Zoletil 50® e submetidos à laparotomia para coleta do pulmão e fígado. A análise bioquímica foi realizada com o pulmão esquerdo e análise histológica com pulmão direito.

A análise estatística dos dados referentes à histologia foi realizada pelo teste de distribuição não paramétrica de Kruskal Wallis, seguido do Student-Newman-Keuls do Bioestat. Para avaliação do TBARS utilizou-se o One-way (ANOVA/análise de variância) com Post test de Tukey. Os dados foram considerados significativos quando $p < 0,05$.

A realização do projeto está de acordo com a Diretriz Brasileira para o cuidado e a utilização de animais para fins científicos e didáticos/- DBCA (2013). Sendo aprovado pelo protocolo nº 006 da URI – Campus de Erechim.

Resultados e Discussão

Dentre os parâmetros histológicos avaliados no tecido pulmonar verificou-se um aumento nos escores para atelectasia ($p=0,0282$), hemorragia intersticial ($p=0,0281$) e macrófagos alveolares ($p=0,0221$) no grupo (CP) em relação ao (GC). Esse resultado demonstra a toxicidade pulmonar causada nos animais pelo cigarro de palha, entretanto no grupo CP+EM observou-se uma redução deste dano causado pelo efeito protetor da erva-mate. Observou-se também uma similaridade nos grupos (EM) e (GC), demonstrando assim, que a administração do extrato de erva-mate não ocasionou nenhuma alteração no tecido pulmonar, conforme podemos observar na Figura 1.

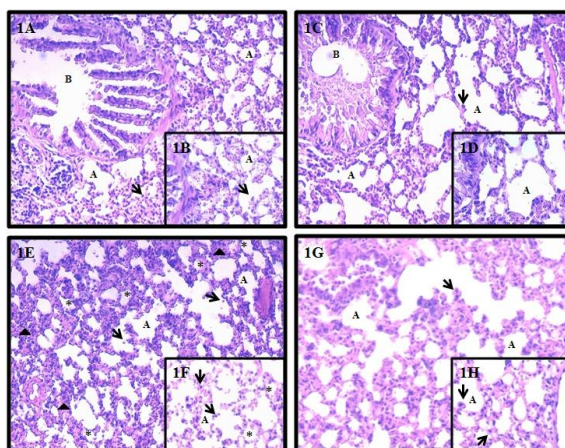


Figura 1 – Fotomicrografia do tecido pulmonar mostrando um detalhe a direita de: A,B) Grupo exposto ao ar ambiente mostrando alvéolos pulmonares com presença de macrófagos de aspecto normal ao redor do bronquíolo terminal. C,D) Grupo extrato de erva-mate. Observando-se os alvéolos pulmonares com macrófagos ao redor do bronquíolo terminal. E,F) Grupo Cigarro de Palha: mostrando maior número de escores de macrófagos nos alvéolos pulmonares. Notando-se atelectasia alveolar (*), além da presença de hemorragia intersticial (cabeça da seta). G,H) Grupo cigarro de palha + extrato de erva-mate. Observando-se a redução dos macrófagos nos alvéolos pulmonares e a redução da atelectasia alveolar bem como da hemorragia intersticial, mostrando aspecto semelhante ao tecido pulmonar do grupo controle. H.E. 10x e 25x, respectivamente.

Alguns estudos científicos vem demonstrando o quanto a erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil) protege o sistema pulmonar em animais expostos ao cigarro industrial. Em 2008 Lanzetti e colaboradores, realizaram um estudo aonde foi administrado o chá de erva-mate (150mg/kg) com objetivo de reduzir a inflamação pulmonar, após somente 5 dias verificaram que o grupo (CI+EM) não sofreu alterações histológicas, permanecendo equivalente ao (GC). Outro estudo realizado pelos mesmos autores em 2011 utilizou a erva-

mate como um recurso antioxidante natural contra o desenvolvimento do enfisema, e verificaram após 60 dias que o grupo (CI+EM), apresentou preservação na histoarquitetura do sistema pulmonar, demonstrando o efeito protetor da erva-mate.

No tecido hepático observou-se aumento da tumefação celular ($p=0,0365$) no grupo (EM) comparado ao (GC) ($p=0,0154$) da mesma forma no grupo (CP+EM) ($p=0,0281$). No parâmetro dilatação sinusoidal, verificou-se um aumento no grupo (EM) comparado ao (GC) ($p=0,0054$). No grupo (EM) observou-se um acúmulo de glicogênio hepático ($p=0,007$), conforme Figura 2.

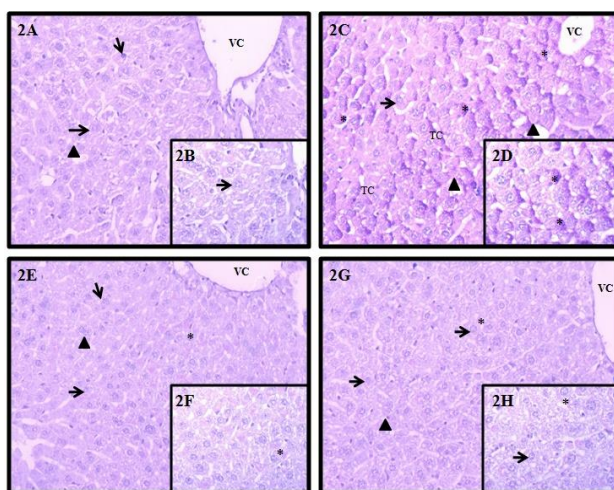


Figura 2 – Fotomicrografia do tecido hepático, com detalhe a direita de: A,B) grupo exposto ao ar ambiente mostrando os hepatócitos de aspecto normal ao redor da veia centro lobular. Observe a presença de capilares sinusóides. C,D: grupo extrato de erva-mate. Observe a intensa presença de glicogênio citoplasmático nos hepatócitos (*) circundando a veia centro lobular e capilares sinusóides. E,F) Grupo Cigarro de palha mostrando a redução de glicogênio citoplasmático hepático (*). Note os demais cordões de hepatócitos ao redor da veia centro lobular e capilares sinusóides. G,H) Grupo cigarro de palha + extrato de erva-mate. Observe a redução do glicogênio citoplasmático nos cordões de hepatócitos ao redor da veia centro lobular e capilares sinusóides. Veia centro lobular (VC); hepatócitos (setas); Capilares sinusóides (cabeças de seta). Técnica de PAS. 10x e 25x, respectivamente.

Estes achados demonstram que o extrato de erva-mate apresentou um efeito protetor no fígado dos camundongos expostos passivamente ao cigarro de palha em função de ter em sua constituição uma grande quantidade de flavonóides, substância que atua diretamente no tecido hepático, e que quando associado ao cigarro de palha, esta parece estar inibida. Os flavonóides fazem parte de uma classe de compostos naturais, e recentemente tem sido objeto de pesquisa científica e interesse terapêutico (HAVSTEEN, 2002). Além disso, apresentam a capacidade de melhorar a tolerância à glicose, estimular a captação desta nos tecidos periféricos, além de secretarem insulina e tornarem-se miméticos a ela. Muitos estudos tem demonstrado o efeito hipoglicêmico causado pelos flavonóides, por isso, pesquisadores descrevem que os flavonoides são potentes agentes antidiabéticos, uma vez que exercem várias ações sobre a síntese e liberação de insulina nas células (CAZAROLLI et al., 2008).

Em relação às Espécies Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) no tecido pulmonar, observou-se que a exposição à fumaça do cigarro de palha causou um aumento significativo nos níveis de TBARS (indicativo de peroxidação lipídica) ($p<0,05$) no grupo exposto à fumaça de cigarro de palha (CP) quando comparado ao grupo controle (GC), ou seja, ocasionou dano oxidativo no tecido pulmonar. Em contrapartida, observou-se que o grupo (CP+EM) apresentou uma redução significativa do dano quando comparado ao grupo CP ($p<0,05$), demonstrando assim o efeito protetor da erva-mate, conforme Figura 3.

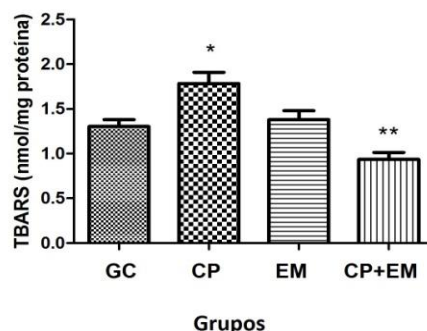


Figura 3 – Níveis de TBARS no tecido pulmonar, expressos em média e erro padrão médio. GC: Controle; CP: Cigarro de Palha; EM: Extrato de Erva-Mate; CP+EM: Cigarro de Palha e Extrato de Erva-Mate. * $p < 0,05$.

Um estudo recente avaliou os efeitos da erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil) na redução da inflamação pulmonar causada pela exposição à fumaça de cigarro industrial em camundongos e verificou que tanto a administração via oral quanto intraperitoneal da erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil) reduziu o número de macrófagos ($p < 0,001$) e neutrófilos ($p < 0,001$) no lavado broncoalveolar, além de reduzir os níveis de peroxidação lipídica avaliada pelos níveis de TBARS ($p < 0,01$) (LANZETTI et al., 2008). Em outro estudo realizado, Lanzetti e colaboradores (2011), avaliaram os efeitos da erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil) na melhora do enfisema induzido por exposição à fumaça do cigarro industrial em camundongos expostos à 60 dias e verificaram uma redução significativa ($p < 0,05$) da mieloperoxidase e um aumento significativo ($p < 0,05$) do superóxido dismutase no grupo erva-mate + cigarro industrial, além disso, um aumento significativo da mieloperoxidase ($p < 0,05$) e uma diminuição significativa do superóxido dismutase ($p < 0,05$) no grupo (CI). Verificaram, ainda, uma manutenção significativa ($p < 0,001$) da catalase no grupo que recebeu a erva-mate, o que não ocorreu no grupo somente exposto à fumaça do cigarro ($p < 0,05$).

Conclusão

Concluiu-se que a exposição à fumaça do cigarro de palha em camundongos Swiss causou danos no pulmão e fígado o que foi revertido com a administração do extrato de erva-mate.

Referências Bibliográficas

- AL-AWAIDA, W.; AKASH, M.; ABURUBAIHA, Z.; TALIB, W.H.; SHEHADEH, H. Chinese green tea consumption reduces oxidative stress, inflammation and tissues damage in smoke exposed rats. *Iran J Basic Med Sci*, v. 17, n.10, p.740-6, 2014.
- BARNES, N.; CALVERLEY, P. M.; KAPLAN, A.; RABE, K. F. Chronic obstructive pulmonary disease and exacerbations: clinician insights from the global Hidden Depths of COPD survey. *Curr Med Res Opin*, v.30, p.667-12, 2014.
- BEHERA, S.N.; XIAN, H.; BALASUBRAMANIAN, R. Human health risk associated with exposure to toxic elements in mainstream and sidestream cigarette smoke. *Sci Total Environ*, v. 15, p. 947-56, 2014.

- CAZAROLLI, L. H. et al. Flavonoids: Cellular and Molecular Mechanism of Action in Glucose Homeostasis. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, v. 8, p. 1032-1038, 2008a.
- CDC. How Tobacco Smoke Causes Disease Center for Disease Control and Prevention. 2010. Centers for Disease Control and Prevention; National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; Office on Smoking and Health (US). How Tobacco Smoke Causes Disease: The Biology and Behavioral Basis for Smoking - Attributable Disease: A Report of the Surgeon General. In: *Chemistry. Chemistry and Toxicology of Cigarette Smoke and Biomarkers of Exposure and Harm*. Atlanta (GA), p. 29-80, 2010.
- ELSAIED, N.M.; BENDICH, A. Dietary antioxidants: potential effects on oxidative products in cigarette smoke. *Nutrition Research*, n. 21, v. 3, p.551-16, 2001.
- GOCHMAN, E.; REZNICK, A. Z.; AVIZOHAR, O.; BEN-AMOTZ, A.; LEVY, Y. Exhaustive exercise modifies oxidative stress in smoking subjects. *Am J Med Sci*, v.6, n.333, p.346-8, 2007.
- HAVSTEEN, B. H. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*, n. 96, p. 67– 202, 2002.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). Organização Pan Americana da Saúde Pesquisa especial de tabagismo – PETab: relatório Brasil / Instituto Nacional de Câncer. Organização Pan-Americana da Saúde. – Rio de Janeiro: INCA, 2011.
- LANZETTI, M.; BEZERRA, F.S.; ROMANA-SOUZA, B.; BRANDO-LIMA, A.C.; KOATZ, V.L.; PORTO, L.C.; VALENÇA, S.S. Mate tea reduced acute lung inflammation in mice exposed to cigarette smoke. *Nutrition*, v. 24, n. 4, p. 375-81, 2008.
- LANZETTI, M.; LOPES, A.A.; FERREIRA, T.S.; DE MOURA, R.S.; RESENDE, A.C.; PORTO, L.C.; VALENÇA, S.S. Mate tea ameliorates emphysema in cigarette smoke-exposed mice. *Exp Lung Res*, v. 37, n. 4, p. 246-57, 2011.
- LOPES, A.A.; FERREIRA, T.S.; NESI, R.T.; LANZETTI, M.; PIRES, K.M.; SILVA, A.M.; BORGES, R.M.; SILVA, A.J.; VALENÇA, S.S.; PORTO, L.C. Antioxidant action of propolis on mouse lungs exposed to short-term cigarette smoke. *Bioorg Med Chem*, v. 15, n.21(24), p.7570-7, 2013.
- MILARA, J.; CORTIJO, J. Tobacco, inflammation, and respiratory tract cancer. *Curr Pharm Des*, v.18, n.26, p.3901-38, 2012.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Promoção da Saúde Tabagismo: Principal causa de morte evitável em todo o mundo. Acesso em: 28 maio. 2015. Disponível:<<http://promocaodasaude.saude.gov.br/promocaodasaude/assuntos/controle-abagismo/noticias/tabagismo-principal-cao-de-morte-evitavel-em-todo-o-mundo>>.
- MORENO-GONZALEZ, I.; ESTRADA, L.D.; SANCHEZ-MEJIAS, E.; SOTO, C. Smoking exacerbates amyloid pathology in a mouse model of Alzheimer's disease. *Nat Commun*, v.4, n.1495, 2013.
- PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIO. TABAGISMO PETAB. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE Diretoria de Pesquisas Coordenação de Trabalho e Rendimento. 2008.
- TAGUCHI, L.; PINHEIRO, NM.; OLIVO, CR.; TOLEDO, A.C.; GRECCO, S.S.; LOPES, F.D.; LOPES, F.D.T.Q.S.; CAPERUTO, L.C.; MARTINS, M.A.; TIBERIO, F.L.C.; CÂMARA, N.O.; LAGO, J.H.G.; PRADO, C.M.A. Flavanone from *Baccharis retusa* (Asteraceae) prevents elastase-induced emphysema in mice by regulating NF- κ B, oxidative stress and metalloproteinases. *Respiratory Research*, n. 16, v.79, 2015.
- VALDUGA, A.T. et. al Secagem de extratos de erva-mate em secador por atomização. *Ciências Tecnológicas Alimentos*, v. 23, n. 2, p. 184-189, Campinas, 2003.

VALENÇA, S.S.; BEZERRA, F.S.; SOUZA, B.R.; PAIVA, R.O.; COSTA, A.M.A.; PORTO, L.C. Supplementation with vitamins C and E improves mouse lung repair. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 19, n. 9, p. 604–611, 2008.

WHO Report on the Global Tobacco Epidemic. Raising taxes on tobacco, 2015.

EFEITO NUTRACÊUTICO DA ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) NO PULMÃO DE CAMUNDONGOS EXPOSTOS À FUMAÇA DO CIGARRO DE PALHA

Fernanda Dal'Maso¹; Alice T. Valduga²; Sylvane S. Roman³; Miriam S.W. Wisniewski⁴, Elvis Wisniewski⁵, Alexandre U. Amaral⁶; Ricardo A. Pinho⁷; Renata T. Nesi⁸; Ana C. Roginski⁹

¹ Fisioterapeuta/Professora. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: ferdalmaso@hotmail.com

² Bióloga/Professora. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: valice@uricer.edu.br

³ Bióloga/Professora. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: roman@uri.com.br

⁴ Fisioterapeuta/Professora. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: miriamww@gmail.com

⁵ Fisioterapeuta/Professor. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: 04.elvis@gmail.com

⁶ Farmacêutico/Professor. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: alexandreamaral@uricer.edu.br

⁷ Educador Físico/Professor. Universidade do Extremo Sul Catarinense – Criciúma Av. Universitária, 1105 - Universitário, Criciúma - SC, Brasil. Email: rap@unesb.net

⁸ Fisioterapeuta/Universidade do Extremo Sul Catarinense – Criciúma Av. Universitária, 1105 - Universitário, Criciúma - SC, Brasil. Email: retiscoski@gmail.com

⁹ Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: ana_roginski@hotmail.com

Resumo: O tabagismo é um grave problema de saúde pública devido a sua alta prevalência e mortalidade no Brasil. É bem estabelecido na literatura os efeitos da fumaça do cigarro industrial sobre o pulmão levando à patogênese das doenças pulmonares, entretanto, em relação ao cigarro de palha os resultados são escassos e inconclusivos. O cigarro de palha é artesanal, e não possui filtro. A erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST. HIL) é uma espécie nativa das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, e é considerada um antioxidante natural com potencial efeito nutracêutico. O objetivo deste estudo foi verificar as alterações histopatológicas no pulmão de camundongos Swiss expostos cronicamente à fumaça do cigarro de palha e tratados com erva-mate 1% (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Materiais e Métodos: Foram utilizados 48 camundongos Swiss divididos em seis grupos: controle (C), erva-mate 1% (EM), cigarro de palha (CP), cigarro de palha + erva-mate 1% (CP+EM), cigarro industrial (CI) e cigarro industrial + erva-mate 1% (CI+EM). Os animais foram expostos a 12 cigarros/dia em câmaras individuais para roedores, 3x/dia, durante 60 dias. No 61^o todos os animais foram eutanasiados por deslocamento cervical para extração do pulmão direito para posterior análise histológica. Resultados: Verificou-se que o pulmão dos animais expostos ao CP apresentou áreas fibróticas, alargamento alveolar e hemorragia. O grupo exposto ao CI apresentou alargamento e espessamento de septo alveolar. Os grupos (CP+EM) e (CI +EM) apresentaram área alveolar íntegra com diminuição da área fibrótica. Conclusão: O CP apesar de ser artesanal causa danos no sistema pulmonar. A EM 1% mostrou-se um produto antioxidante com alta capacidade antioxidante e nutracêutica em pulmão de animais expostos à fumaça crônica.

Palavras-chave: Cigarro de palha. Pulmão. Erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) Antioxidante. Nutracêutico.

Introdução

O tabagismo como fator de risco isolado, é responsável por causar doenças como o câncer, doenças cardiovasculares, doenças pulmonares entre outras. (VIEGAS, 2008) De acordo com a Pesquisa Especial de Tabagismo – PETab: Relatório Brasil (INCA 2011), no Brasil, o hábito de fumar é mais prevalente entre os homens (12,8%) do que entre mulheres (9%) e a faixa etária de maior consumo está entre 45 e 54 anos (13,2%).

De acordo com o *U.S. Department of Health and Human Services* (2010), a fumaça do cigarro industrializado possui mais de 7.000 substâncias tóxicas, tais como, monóxido de carbono (CO), amônia, cetonas, formaldeído, acetaldeído, acroleína, alcatrão, nicotina, e mais de 70 substâncias cancerígenas, incluindo arsênio, níquel, benzopireno, cádmio e chumbo. Por outro lado, o cigarro de palha é a segunda forma mais consumida no Brasil com uma taxa de prevalência de 5,1% de acordo com *Global Adult Tobacco Survey* (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010), e com isso investiga-se a constituição físico-química deste cigarro e este estudo o primeiro que irá mostrar os danos do cigarro de palha no sistema respiratório.

O uso de antioxidantes tem sido amplamente recomendado para diversas doenças relacionadas ao tabaco, na tentativa de reduzir a produção de radicais livres a partir de diversos estímulos (VALENÇA et al., 2008; LOPES et al., 2013; AL-AWAIDA et al., 2014; TAGUCHI et al., 2015). Entre esses, a erva-mate tem recebido a atenção em estudos recentes devido a sua capacidade antioxidante e anti-inflamatória (LANZETTI et al., 2008; LANZETTI et al., 2011). Embora esses efeitos antioxidativos já tenham sido parcialmente demonstrados em estudos anteriores em animais e em humanos (MORAIS, 2009; LANZETTI, 2011; TEIXEIRA, 2013; GUPTA et al., 2016), ainda persiste uma lacuna científica e literária quanto os efeitos desses agentes antioxidantes sobre os efeitos produzidos pelo cigarro de palha. A partir desses pressupostos, avaliar os danos histológicos causados pelo cigarro de palha no pulmão é de grande relevância social e científica.

Metodologia

Delineamento experimental

O presente estudo caracterizou-se por ser do tipo experimental, longitudinal e quantitativo. Aprovados pelo Comitê de Ética no uso de Animais (CEUA) da Universidade do Extremo Sul Catarinense, sob o protocolo **080-2014-01 de 2013**.

Foram utilizados 48 camundongos Swiss, machos, pesando aproximadamente 30 a 50 gramas divididos em seis grupos: Controle (n=9); Erva-mate 1% (EM, n=9); Cigarro de palha (CP, n=9); Cigarro industrial (CI, n=9); Cigarro de palha + Erva-mate 1% (CP+EM, n=9) e Cigarro industrial + Erva-mate 1% (CI+EM, n=9). Os animais foram mantidos em gaiolas específicas, sob temperatura ambiente controlada em 22±2 °C, ciclo claro-escuro 12/12h e com livre acesso a água e alimentação.

Os animais dos grupos experimentais (CP; CP+E; CI e CI+EM) foram submetidos a exposição dos respectivos cigarros no seguinte esquema: 4 cigarros por sessão, 3 sessões/dia, durante 60 dias consecutivos, em câmara inalatória de acrílico, cilíndrica.

Os animais dos grupos EM; CP+EM e CI+EM receberam 0,5mL de extrato de erva-mate 1% via gavagem, uma vez por dia. O grupo CTL, não foi submetido nem a exposição passiva ao fumo nem a administração de extrato de erva-mate.

Vinte e quatro horas após a última inalação os animais foram anestesiados com Zoletil 50® e eutanasiados por deslocamento cervical para análises histológica do pulmão. A clivagem do pulmão foi realizada seguida por cortes longitudinais.

Preparo dos cigarros de palha

O fumo e a palha de milho foram adquiridos junto a agricultores na cidade de Severiano de Almeida/RS, Brasil. Inicialmente, as folhas de fumo foram enroladas em corda, descascadas, maceradas e expostas em prato de porcelana para ocorrer uma pré-secagem a temperatura ambiente. Para a confecção artesanal de cada cigarro foram utilizados 0,8 gramas de fumo seco enrolado por uma palha de maneira uniforme.

Preparo do extrato de erva-mate

As folhas de erva-mate foram coletadas aleatoriamente em um cultivo homogêneo, de uma propriedade familiar de Barão de Cotegipe, RS. A colheita destas amostras foi realizada no mês de outubro de 2013. As folhas foram secas a 35 °C em estufa com circulação de ar e trituradas. O material seco (5g) foi submetido a extração aquosa (200 mL) em soxhlet durante 6 horas, e os extratos foram liofilizados e armazenados para o preparo das soluções aquosas (VALDUGA e FINZER, 2003).

Análise histológica

As amostras previamente fixadas em parafina, receberam cortes de 4µm de espessura feitos em micrótomo. Posteriormente as lâminas foram coradas com hematoxilina (6%) e eosina (2%).

Análise estatística

A comparação dos seis grupos em relação aos aspectos histológicos foi realizada pelo teste de distribuição não paramétrica de Kruskal Wallis, seguido do Student-Newman-Keuls. O valor $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados e Discussão

Os resultados, observados a seguir, demonstram um importante papel da erva-mate na modulação de parâmetros histopatológicos no pulmão de animais expostos cronicamente à fumaça de cigarro de palha.

A **Figura 1** demonstra as imagens de cortes longitudinais do tecido pulmonar corados com coloração de H&E. Na figura 1A, o tecido pulmonar de animais expostos ao ar ambiente apresenta uma histoarquitetura sem alterações histológicas. Porém, a imagem do parênquima pulmonar de animais expostos ao cigarro industrial (Figura 1B) demonstra a presença de áreas de alargamento alveolar (AA) e de espessamento de septo alveolar (ES). Na figura 1C o grupo exposto ao cigarro de palha apresentou áreas fibróticas (estrela preta), áreas de alargamento alveolar (AA) e hemorragia (seta preta). Os animais suplementados com erva-mate mostraram septos alveolares íntegros (seta preta, Figura 1D) similares ao controle. Os animais expostos à fumaça de cigarro industrial ou ao cigarro de palha e tratados com erva-mate demonstraram uma área alveolar íntegra (Figura 8E, seta preta) e uma diminuição da área fibrótica (Figura 1F, seta preta). A quantificação do enfisema foi determinada por estereologia, a partir do diâmetro alveolar médio. Como observado na figura 1G, o grupo CI apresentou aumento da área alveolar comparada ao AA, e o grupo EM+ CI diminuiu a área alveolar comparado ao CI. O grupo EM+CP por sua vez, também demonstrou diminuição significativa da área alveolar comparado ao grupo CP.

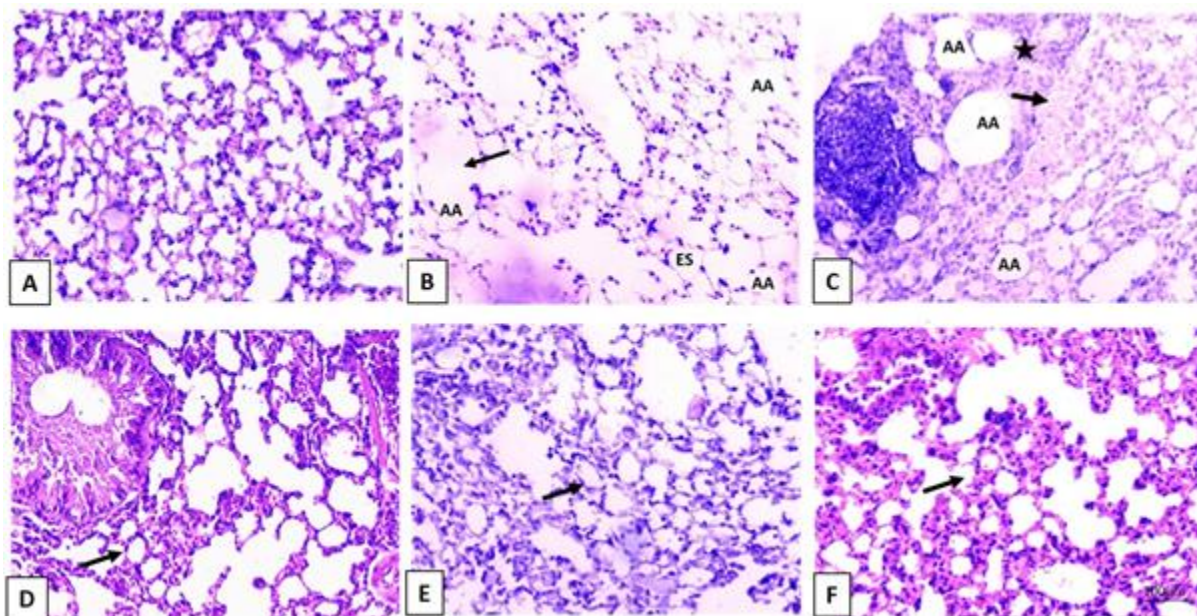


Figura 1 Cortes longitudinais do tecido pulmonar corado por H&E.

O cigarro de palha, por ser a segunda forma de tabaco mais consumida no Brasil, merece atenção científica, pois seus efeitos histológicos nos sistemas pulmonar ainda são desconhecidos. Até o presente momento, sabe-se que o cigarro de palha pode levar ao desenvolvimento de bronquite crônica (MENEZES, 1997) e ao câncer de cavidade oral (NIEL et al., 2008). Somados à escassez de estudos com cigarro de palha, as investigações que mostram a eficácia de agentes nutracêuticos sobre os efeitos deletérios do cigarro são também inconsistentes, particularmente relacionados ao cigarro de palha. Os resultados desse estudo demonstram claramente que o cigarro de palha artesanal, assim como o cigarro industrializado, são potencialmente nocivos, o que pode ser visualizado nas análises histológicas. Adicionalmente, intervenções com a erva-mate concomitante a exposição à fumaça contribuem substancialmente para reduzir os danos promovidos pelos diferentes tipos de cigarro (LANZETTI et al., 2008 e 2011).

Os resultados histológicos demonstram áreas de alargamento do espaço aéreo-alveolar interpostas por regiões de infiltrado celular compatíveis com fibrose e hemorragia no parênquima pulmonar de animais expostos ao cigarro de palha. Em contrapartida, os resultados observados nos animais expostos ao cigarro industrial apresentam áreas de alargamento alveolar, mas sem presença de regiões compatíveis com fibrose. Porém, ambos demonstram histoarquitetura compatível com enfisema pulmonar.

A erva-mate, *Ilex paraguariensis*, apresenta propriedades antioxidantes que são capazes de preservar o espaço alveolar e o parênquima pulmonar de animais expostos à fumaça de cigarro industrializado (LANZETTI et al., 2008). Nossos dados morfométricos suportam ainda o papel da erva-mate em minimizar os danos estruturais causados pela fumaça de cigarro industrial e, principalmente, o cigarro de palha, favorecendo a redução do diâmetro alveolar médio. Assim, as propriedades antioxidantes presentes no extrato da erva-mate protegem o parênquima pulmonar de um processo enfisematoso com componente fibrótico. Os mecanismos desses efeitos são parcialmente discutidos nos resultados apresentados a seguir.

Conclusão

O cigarro de palha parece ser tão nocivo quanto o cigarro industrial e as alterações estruturais induzidas por ambos os tipos de cigarro promovem um quadro de enfisema pulmonar. A EM 1% mostrou-se um produto com alta capacidade antioxidante e nutracêutica em pulmão de animais expostos à fumaça crônica.

Referências Bibliográficas

- AL-AWAIDA W., et al. Chinese green tea consumption reduces oxidative stress, inflammation and tissues damage in smoke exposed rats. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*. v. 17, n. 10, p. 740-746, 2014.
- DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES; Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; Office on Smoking and Health (US). The health consequences of smoking – 50 years of progress: a report of the Surgeon General. Atlanta (GA). 2014.
- GUPTA, I; et al. Ascorbate attenuates pulmonary emphysema by inhibiting tobacco smoke and Rtp801 triggered lung protein modification and proteolysis. **Proc Natl Acad Sci U S A**. v. 113, n. 29, p. 4208 – 4217, 2016.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). Organização Pan Americana da Saúde Pesquisa especial de tabagismo – PETab: relatório Brasil / Instituto Nacional de Câncer. Organização Pan-Americana da Saúde. – Rio de Janeiro: INCA, 2011.
- LANZETTI, M; et al. Mate tea ameliorates emphysema in cigarette smoke-exposed mice. **Experimental Lung Research**. v. 37, n. 4, p. 246 – 257, 2011.
- LANZETTI, M; et al. Mate tea reduced acute lung inflammation in mice exposed to cigarette smoke. **Nutrition**. v. 24, n. 4, p. 375- 381, 2008.
- LOPES, A, A; et al. Antioxidant action of propolis on mouse lungs exposed to short-term cigarette smoke. **Bioorganic & Medicinal Chemistry** . v. 21, n. 24, p. 7570 – 7577, 2013.
- MENEZES, A, M, B. Epidemiologia da bronquite crônica e do enfisema (DPOC): até onde sabemos? **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 23, n. 3, p. 153 – 157, 1997.
- MORAIS, E, C. **Avaliação dos efeitos hipocolesterolêmicos, antioxidante e anti-inflamatório da infusão de erva-mate (Ilex paraguariensis) em indivíduos normolipidêmicos ou dislipidêmicos, usuários ou não de estatina**. 2009. 139 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia) - Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- NIEL, M. Drogas e Redução de Danos: uma cartilha para profissionais de saúde/Redução de Danos para Drogas Fumadas. São Paulo, 2008.xi, 149f. Programa de Orientação e Atendimento a Dependentes (PROAD). Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Ministério da Saúde, 2008.
- PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIO. TABAGISMO PETAB. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE Diretoria de Pesquisas Coordenação de Trabalho e Rendimento. 2008.
- TAGUCHI, L; et al. Flavanone from *Baccharis retusa* (Asteraceae) prevents elastase-induced emphysema in mice by regulating NF- κ B, oxidative stress and metalloproteinases. **Respiratory Research**. v. 16, n. 79, 2015.
- TEIXEIRA, A, M, N, C. **Efeitos da ingestão de chocolate e erva-mate na elasticidade arterial de indivíduos com HIV/aids em terapia antirretroviral**. 2013. 156 f.

- Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós - Graduação em Nutrição em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- VALDUGA, A, T; FINZER, J, R, D. Processamento de Erva-Mate. Extração de Solúveis. EdiFAPES, Erechim, RS. v. 5, p. 83 – 109, 2003.
- VALENCA, S, S; et al. Supplementation with vitamins C and E improves mouse lung repair. **Journal of Nutritional Biochemistry**. v. 19, n. 9, p. 604 – 611, 2008.
- VIEGAS, C, A, A. Diretrizes para cessação do tabagismo. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 30, 2004.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Global Tobacco Survey: Brzil Report. Disponível em: <http://www.who.int/tobacco/surveillance/en_tfi_gats_2010_brazil.pdf> Acesso em: 03 de abr. 2017.

EFEITO DO EXTRATO SECO DE *ILEX PARAGUARIENSIS* (ERVA-MATE) SOBRE A ATIVIDADE MOTORA EM CAMUNDONGOS

Ana C. Konzen²; Helissara S. Diefenthaler¹; Juliana Roman¹; Alice T. Valduga¹; Arno E. H. Junior³
Luis C. Chicota¹; Neiva Grazziotin¹; Silvane S. Roman¹

¹ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: roman@uri.com.br

² Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: ana_konzen30@hotmail.com

³ Professor/Pesquisador. Faculdade IDEAU. Rua Jacob Gremmelmaier, 215, Getúlio Vargas - RS, Brasil.

Resumo: A *Ilex paraguariensis* St. Hil. é uma espécie natural da América do Sul, pertencendo à família *Aquifoliaceae*. Apresenta propriedades nutritivas e farmacêuticas como antioxidante, antimicrobiana, diurética digestiva, cicatricial e estimulante. Seu perfil fitoquímico inclui flavonoides, metilxantinas, cafeína e vitaminas que exercem ações sobre o sistema cardiovascular, respiratório, muscular e gastrointestinal. Deste modo, o objetivo do trabalho foi analisar o efeito do extrato seco de *Ilex paraguariensis* St-Hil., na dose de 5 mg/kg, sobre a atividade motora por meio de teste de nado forçado em camundongos. Foram utilizados 24 camundongos machos, sendo divididos em três grupos com 8 animais cada, conforme segue: Veículo, EXT e CAF. O grupo veículo recebeu, via gavagem, a água destilada; o grupo EXT recebeu, via gavagem, o extrato seco de erva-mate na dose de 5mg/kg e o grupo CAF que recebeu via oral a solução de cafeína na dose de 5mg/kg. Foi realizado o teste do nado forçado avaliando os parâmetros de nadar, imobilidade e escalada. Os dados foram realizadas pelo Programa GraphPad Prism 6.0 utilizando o teste da análise de variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. Em relação ao parâmetro escalada podemos notar que o grupo tratado com a cafeína escalou por mais tempo estatisticamente que o grupo veículo. Já o grupo tratado com o extrato reduziu o tempo escalando quando comparado com o grupo cafeína. Observou-se também que os animais do grupo cafeína permaneceram menor tempo imóvel se comparado com o grupo veículo. Conclui-se que o extrato de *Ilex paraguariensis* na dose de 5mg/kg reduz o tempo de imobilidade mostrando efeito estimulante da atividade motora, parâmetro experimental associado à atividade antidepressiva.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*; atividade motora; nado forçado.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma espécie natural da América do Sul (BORGES et al. 2013), pertencendo à família *Aquifoliaceae* (ALBAS et al. 2014). Estudos sobre a erva-mate revelam diversas propriedades nutritivas e farmacêuticas tais como: antioxidante, antimicrobiana (BIASI, GRAZZIOTIN e HOFFMANN Jr, 2009), diurética digestiva, cicatricial e estimulante (ANDRADE et al. 2014). Considerada um alimento quase completo, contém nutrientes necessários ao organismo tais como: vitamina A, vitamina B1, vitamina B2, vitamina C, sais minerais, alumínio, cálcio, fósforo, quase a totalidade de aminoácidos essenciais, glicídios, lipídeos e outras substâncias (VELLOSO e ROCHA, 2007). O perfil fitoquímico da *Ilex paraguariensis* apresenta várias classes incluindo flavonoides, metilxantinas (de BIASI, GRAZZIOTIN e HOFFMANN Jr, 2009) e vitaminas que exercem ações sobre o sistema cardiovascular, respiratório, muscular e gastrointestinal

(MELO et al. 2007). A cafeína é um alcaloide farmacologicamente ativo pertencente ao grupo das metilxantinas (CAMARGO e TOLEDO, 1998), é um composto químico lipossolúvel de fórmula $C_8H_{10}N_4O_2$, classificado como alcaloide designado quimicamente como 1,3,7-trimetilxantina pertencente ao grupo das xantinas, substâncias utilizadas com finalidade terapêutica e farmacológica (SILVA e GUIMARÃES, 2013). Apresenta ação farmacológica variada provocando, dentre outros efeitos, alterações no sistema nervoso central, sistema cardiovascular e homeostase de cálcio. Em contrapartida, o consumo de cafeína pode afetar negativamente o controle motor e a qualidade do sono, bem como causar irritabilidade em indivíduos com quadro de ansiedade (DE MARIA e MOREIRA, 2007).

Deste modo, a constituinte cafeína presente na erva-mate pode estimular o sistema nervoso central e assim, agir em pacientes depressivos e auxiliar na diminuição da depressão, por isso é necessários continuar com estudos para podermos concretizar essa suposição. A depressão é um distúrbio que apresenta alterações no sono e no apetite, dificuldades de concentração, sentimentos de culpa e ideações, ou pensamentos e tentativas de suicídio (American Psychiatric Association, 2000). Além das alterações psicológicas mencionadas acima, a depressão pode interferir no funcionamento do sistema imunológico (FERNANDES et al. 2012). Embora alguns tratamentos sejam eficazes no combate aos sintomas, eles apresentam vários efeitos colaterais. O teste nado forçado é utilizado para comprovação farmacológica de fármacos com ações do tipo antidepressivas (PORSOLT et al. 1978; ASSINI, FABRÍCIO e LANG, 2013).

Deste modo, o objetivo do trabalho foi analisar o efeito do extrato seco de *Ilex paraguariensis* St-Hil., na dose de 5 mg/kg, sobre a atividade motora por meio de teste de nado forçado em camundongos.

Metodologia

Coleta, identificação e obtenção do extrato

A progênie escolhida para obtenção do extrato apresentou concentração de cafeína no total de peso seco de 4,5%, coletada no município de Barão de Cotegipe, Erechim, RS. Após a coleta, as folhas foram secas à 35°C em estufa com circulação de ar até atingir peso constante e posterior, trituradas em moinho de facas. O método extrativo utilizado foi a percolação fracionada conforme descrito por Simões *et al.* 2010, usando o solvente etanol 70° GL. Após, a solução mãe foi ressuspendida em água destilada para obtenção da dose de 5,0mg/Kg.

Delineamento experimental

O projeto de pesquisa foi aprovado pela CEUA da URI – Erechim. O projeto seguiu todos os preceitos éticos conforme a Diretriz Brasileira para o Cuidado e a Utilização de Animais para Fins Científicos e Didáticos – DBCA (2013).

Foram utilizados 24 camundongos machos provenientes do Laboratório de Experimentação Animal da URI – Erechim, acondicionados em caixas separadas, sob condições de temperatura de 22±2°C e um ciclo de 12h luz/12h escuro, com acesso à água e ração *ad libitum* à vontade. Os animais foram divididos em três grupos com 8 animais cada, conforme segue: Veículo, EXT e CAF. O grupo veículo recebeu, via gavagem, a água destilada; o grupo EXT recebeu, via gavagem, o extrato seco de erva-mate na dose de 5mg/kg e o grupo CAF que recebeu via oral a solução de cafeína na dose de 5mg/kg.

Teste do nado forçado

Foi realizado o teste do nado forçado adaptado para camundongos (PORSOLT, 1978; PRESTON WEST, 1990). O teste consiste em colocar o animal em um frasco circular contendo água limpa em temperatura ambiente. O frasco deve ter altura suficiente para que a

cauda do animal não alcance a base, portanto a distancia entre a cauda e o fundo do deve ser de 20 cm. Cada animal permanece por 6 min no frasco com água, este tempo foi cronometrado com auxílio de um cronômetro, e durante o teste o animal vai apresentar diversos comportamentos como nadar, imobilidade e escalar. Após o término do teste, o animal foi seco com papel toalha. A análise comportamental utilizada foi aquele definido por Lino-de-Oliveira et al. (2005), consiste nas seguintes categorias: **nadar** representa os movimentos horizontais do animal pelo balde, normalmente fazendo uma trajetória circular, movimentando as 4 patas vigorosamente; **imobilidade** é ausência de movimentos bruscos, onde o animal pode apresentar somente movimentos mínimos necessários para manter a cabeça em cima da água ou permanecer boiando sobre a água; **escalada** é movimento vertical do animal, geralmente apoiando-se nas paredes do balde, fazendo movimentos como se fosse escalar as mesmas. A duração (min) de cada uma das categorias comportamentais foram anotados.

Análise estatística

O tratamento estatístico dos dados foram realizadas pelo Programa GraphPad Prism 6.0 utilizando o teste da análise de variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey e expressos em média±Desvio Padrão. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$.

Resultados e Discussão

O Teste do Nado Forçado é baseado na observação de que quando roedores são colocados em um cilindro com água na qual não exista a possibilidade de escape, inicialmente realizam vários movimentos na tentativa de sair desta situação e após alguns minutos exibem um comportamento de imobilidade.

Na **Figura 1** são mostradas as durações do comportamento de escalar, imobilidade e nadar dos animais tratados com o veículo (água destilada), extrato de erva-mate e com a cafeína. Na **Figura 1A** podemos notar que o grupo tratado com a cafeína escalou por mais tempo estatisticamente que o grupo veículo. Já o grupo tratado com o extrato reduziu o tempo escalando quando comparado com o grupo cafeína. O comportamento de escalada é um dos parâmetros usados para correlacionar ao comportamento antidepressivo, portanto neste caso a cafeína se mostrou benéfica, aumentando o tempo de escalada.

Na **Figura 1B**, notou-se que os animais do grupo cafeína permaneceram menor tempo imóvel se comparado com o grupo veículo. Conforme mostra a **Figura 1C** foi observado que durante a sessão de nado forçado, os animais do grupo cafeína dispendeu maior tempo nadando se comparado com o grupo veículo e com o grupo do extrato de erva-mate. Desse modo, novamente a cafeína auxilia, pois animais que permanecem um elevado tempo imóvel poderiam estar demonstrando uma forma deprimida (SOUZA et al. 2006).

Nesse teste, o objetivo é reproduzir, no animal, um comportamento semelhante à doença de depressão, sendo baseado principalmente na observação nos roedores, pois quando estes forçados ao nado adotam uma postura de imobilidade após um período inicial de agitação (SOUZA et al. 2006). Neste contexto, é importante enfatizar que a imobilidade neste teste parece ser o resultado de uma incapacidade ou relutância em manter o esforço, em vez de uma hipoatividade generalizada (CRYAN e HOLMES, 2005). O tempo de imobilidade é sem dúvida o principal parâmetro avaliado no Teste do Nado Forçado e é utilizado como um indicador de desespero comportamental (GUTIÉRREZ-GARCIA e CONTRERAS, 2009).

Na *Ilex paraguariensis* pode ser encontrados diversos constituintes químicos como alcaloides purínicos (metilxantinas), flavonoides, taninos, ácido clorogênico e derivados, e um grande número de saponinas triterpênicas derivadas do ácido ursólico (metasaponinas) (HECK e DE MEJIA, 2007). As metilxantinas geralmente estão correlacionadas com muitas

atividades farmacológicas da erva-mate. Além desses compostos, ainda a *Ilex paraguariensis* apresenta xantinas, que são de alcaloides purínicos, sendo principalmente encontrados em chás, cafés e chocolates. A xantina mais encontrada na erva-mate é a cafeína (1 – 2% do peso seco), seguido pela teobromina (0.3 – 0.9% do peso seco) (ITO, CROZIER e ASHIHARA, 1997). A cafeína age como antagonista não seletivo dos receptores de adenosina, podendo assim auxiliar na depressão (CRYAN, MOMBÉREAU e VASSOUT, 2005).

O grupo tratado com a cafeína se mostram mais ativos para o comportamento de escalar e nadar e reduzem o tempo de imobilidade em relação ao grupo tratado com o veículo. Estes resultados mostraram que o grupo extrato de erva-mate apresentaram resultados semelhantes com o grupo cafeína por não serem diferentes significativamente nos parâmetros avaliados, com exceção no comportamento de nadar. Deste modo, a diminuição do tempo de imobilidade observado nos grupos cafeína e extrato de erva-mate, parece indicar a presença da atividade motora, parâmetro experimental associado à atividade antidepressiva. Supõe que a cafeína presente no extrato da erva-mate que estaria auxiliando nesses comportamentos dos animais observados na Figura 1A, Figura 2A e Figura 3A e exercendo uma ação antidepressiva. Ressalta que são necessários outros estudos usando modelos animais depressivos para comprovar essa possível ação farmacologia.

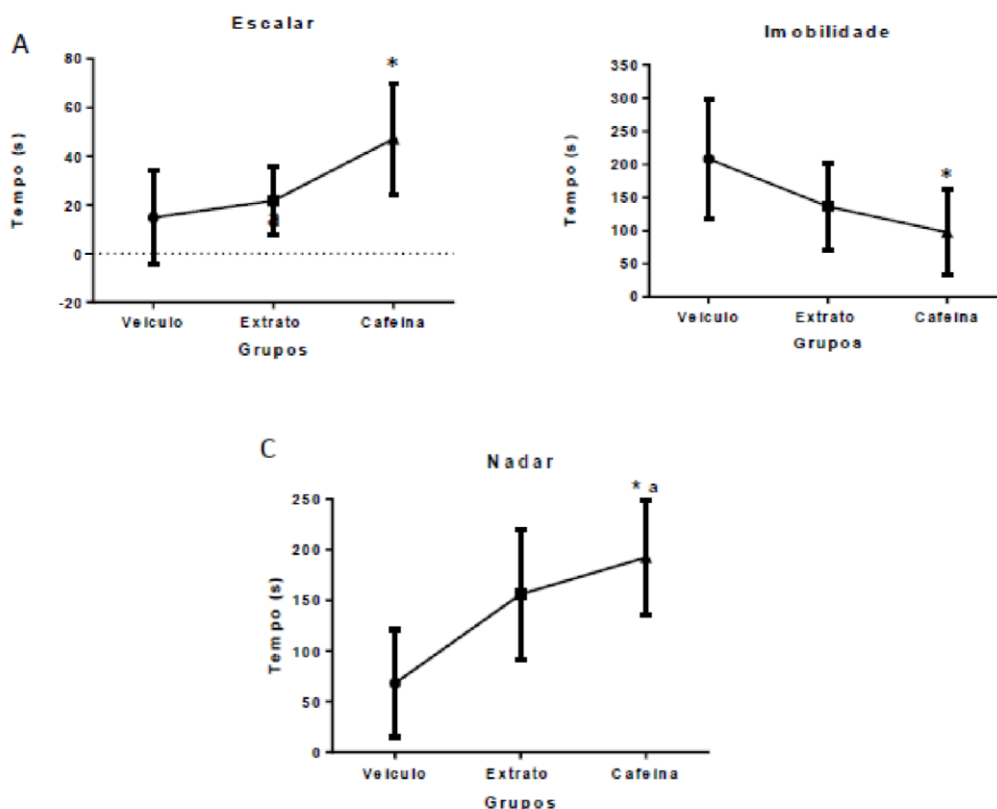


Figura 1- Tempo dispendido no comportamento de escalar (A), imobilidade (B) e nadar (C) (média e desvio padrão da média) em sessões de nado forçado.

* diferença com o veículo; ^a diferença com a cafeína, $p < 0,05$ (Tukey).

Conclusão

O extrato de *Ilex paraguariensis* na dose de 5mg/kg reduz o tempo de imobilidade mostrando efeito estimulante da atividade motora, parâmetro experimental associado à atividade antidepressiva.

Este resultado demonstra que o extrato seco de *Ilex paraguariensis* é bastante promissor na elaboração de um produto funcional desenvolvido e padronizado para atividade estimulante motora.

Agradecimentos

Financiamento da FAPERGS

Referências Bibliográficas

- ALBAS, C. S.; SOUZA, J. P.; NAI, G. A.; PARIZI, J. L.S. Avaliação da genotoxicidade da *Ilex paraguariensis* (erva mate) pelo teste do micronúcleo. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v.16, n.2, p.345-349, 2014.
- ANDRADE, L. B.; ZENARO, L. C.; LOCATELLI, C.; SANTOS, P. Efeitos metabólitos e comportamentais do extrato aquoso de erva mate (*Ilex paraguariensis*) em ratos Wistar submetidos a um dieta hipercalórica. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde**, v.3, p.16-19, 2014.
- ASSINI, F. L.; FABRÍCIO, E.J.; LANG, K. L. Efeitos farmacológicos do extrato aquoso de *Solidago chilensis* Meyen em camundongos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.15, n.1, p.130-134, 2013.
- BIASI, B.; GRAZZIOTIN, N. A.; HOFMANN Jr, A. E. Atividade antimicrobiana dos extratos de folhas e ramos da *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Abr./Jun., 2009.
- BORGES, A. C. P.; DARTORA, N. RIL, F. T.; GOLÇALVES, T. L. VALDUGA, A. T. Evaluación del contenido de cafeína em la oxidación em hojas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista de Ciência e Tecnologia**, n.20, p.38-43, 2013.
- CAMARGO, M. C. R.; TOLEDO, M. C. F. **Teor de cafeína em cafés brasileiros**. Campinas, SP, Brasil, 1998.
- CRYAN, J. F.; HOLMES, A. The ascent of mouse: advances in modelling human depression and anxiety. **Nature Reviews Drug Discovery**, v.4, p.775-90, 2005.
- CRYAN, J. F.; MOMBÉREAU, C.; VASSOUT, A. The tail suspension test as a model for assessing antidepressant activity: review of pharmacological and genetic studies in mice. **Neurosci Biobehav Rev**, v.29, n.4-5, p. 571-625, 2005.
- De MARIA, C. A. B; MOREIRA, R. F. A. Cafeína: revisão sobre métodos de análise. **Química Nova**, v. 30, n.1, p.99-105, 2007.
- FERNANDES, E. V.; RAMOS, S. P. R.; ESTANISLAU, C.; VENANCIO, J. Efeitos Comportamentais e Imunológicos da Fluoxetina em Ratos Submetidos ao Nado Forçado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 28, n.4, p. 409-415, 2012

- GUTIERRÉZ-GARCIA, A. G.; CONTRERAS, C.M. Stressors can affect imobility time and response to imipramine in rat forced swim test. **Pharmacology, Biochemistry and Behavior**. v. 91, p. 542-548, 2009.
- HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba mate tea (*Ilex paraguariensis*): A comprehensive review on chemistry, health implications and technological considerations. **Journal of Food Science**, v.72, p.138- 151, 2007.
- ITO, E.; CROZIER, A.; ASHIHARA, H. Theophylline metabolism in higher plants. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1336, p.323–330, 1997.
- LINO-DE-OLIVEIRA, C.; DE LIMA, T.C. M.; CAROBREZ, A.P. Structure of the rat behaviour in the forced swimming test. **Behavioural Brain Research**, v. 158, p. 243–250, 2005.
- MELO, S. S.; NUNES, N. S. I; BAUMGARTEN, C.; FACCIN, G.; ZANUZO, K.; MICHELS, M. K.; Da CUNHA, N.; SPECHT, S; Da SILVA, M. W.; Efeito da erbamate (*Ilex paraguariensis* A.ST.HIL.) sobre o perfil metabólico em ratos alimentados com dietas hiperlipídicas. **Alimentos e nutrição**, v.18, n.4, p.439-447, 2007.
- PRESTON WEST, A. Neurobehavioral studies of forced swimming: The role of learning and memory in the forced swim test. **Progress in NeuroPsychopharmacology and Biological Psychiatry**, v.14, n.6, p.63-877, 1990.
- PORSOLT, R.D. et al. Behavioral despair in rats: a new model sensitive to antidepressant treatments. **European Journal of Pharmacology**, v.47, n.4, p.379-91, 1978.
- SILVA, D. F.; GUIMARÃES, L. C.; Utilização da cafeína como ergogênico nutricional no exercício físico. **Conexão Científica**, v. 8, n. 1, p. 59-74, 2013.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK. P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. Ed. Florianópolis, 2010.
- SOUZA, M. M.; GAARBELOTO, M.; DENEZ, K. EGER-MANGRICH, I. Avaliação dos efeitos centrais dos fl orais de Bach em camundongos através de modelos farmacológicos específicos. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.16, n.3, p.365-371, 2006.
- VELLOSO, C. C.; ROCHA, C. A. Papel artesanal de fibra de erva-mate (*Ilex paraguariensis* st. hill.) e sabonete medicinal de erva-mate: uma proposta em educação ambiental. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, 2007.

EFEITO DO EXTRATO SECO DE *ILEX PARAGUARIENSIS* SOB O MODELO DE DOENÇA DE ALZHEIMER EM CAMUNDONGOS

Ana C. Konzen²; Mayara Breda², Julia L. Nonnenmacher², Helissara S. Diefenthaler¹; Juliana Roman¹; Alice T. Valduga¹; Luis C. Chicota¹; Neiva Grazziotin¹; Silvane S. Roman¹

¹ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: roman@uri.com.br

² Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: ana_konzen30@hotmail.com

Resumo: A *Ilex paraguariensis* St. Hil. conhecida popularmente de erva-mate apresenta em seu perfil fitoquímico flavonoides, vitaminas, metilxantinas e cafeína. A cafeína é um alcaloide farmacologicamente ativo pertencente ao grupo das metilxantinas e estudos indica que auxilia em algumas perturbações neurológicas agudas e crônicas, como acidente vascular cerebral, demência e doença de Alzheimer. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do extrato seco de *Ilex paraguariensis* St-Hil. na dose de 5 mg/kg, na memória de camundongos. 32 camundongos machos foram divididos em quatro grupos (n=8), a seguir: Veículo+ESC, Veículo+EXT, EXT+ESC e CAF+ESC. A administração do extrato ou veículo foi realizada 45 minutos anterior à primeira apresentação (aquisição) na tarefa de reconhecimento social. O grupo veículo+ESC recebeu, via gavagem, a água destilada e a escopolamina; o grupo Veículo+EXT recebeu, via gavagem, a água destilada e o extrato seco de erva-mate na dose de 5mg/kg; o grupo EXT+ESC recebeu, via gavagem, o extrato seco de erva-mate na dose de 5mg/kg e escopolamina; e o grupo CAF+ESC recebeu, por via oral a solução de cafeína na dose de 5mg/kg e escopolamina. Os dados foram analisados pelo ANOVA, seguido de Tukey e foram significativos quando $p < 0,05$. Observou-se que na sessão teste os animais do grupo EXT+ESC investigaram por mais tempo o animal intruso em relação aos animais do grupo CAF+ESC. Na sessão treino, os animais do grupo veículo+EXT e EXT+ESC obtiveram um tempo de investigação do animal intruso maior significativamente quando comparado com o grupo veículo+ESC. Frente à latência verificou-se que os animais do grupo veículo+EXT e CAF+ESC investigaram o animal intruso por menos tempo em relação ao grupo veículo+ESC. O extrato de *Ilex paraguariensis* protegeu o déficit de memória induzido pela escopolamina no teste de reconhecimento social mostrando ser uma alternativa no tratamento de doenças cognitivas.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*; Alzheimer; Reconhecimento social.

Introdução

A demência é uma doença mental caracterizada pelo declínio progressivo e global das funções cognitivas (ABREU, FORLENZA e BARROS, 2005). Existem mais de cinquenta doenças associadas à demência, sendo a mais comum a doença de Alzheimer. A doença de Alzheimer (DA) é um distúrbio degenerativo que atinge o Sistema Nervoso Central causando a morte das células cerebrais. Inicialmente apresenta-se através da perda de memória dos fatos recentes, e seguidamente, atinge outras funções cognitivas, como a orientação e linguagem, e seus sintomas se agravam ao passar do tempo. Assim, a DA prejudica as atividades sociais e funcionais do indivíduo e atinge, igualmente, homens e mulheres (OLIVEIRA et al. 2016; Alzheimer's Association, 2010; HAMDAN e BUENO, 2005). De

acordo com Kato et al. (2005) medidas que inclui a estimulação motora e cognitiva é de suma importância.

A cafeína é um alcaloide farmacologicamente ativo pertencente ao grupo das metilxantinas (CAMARGO e TOLEDO, 1998), é um composto químico lipossolúvel de fórmula $C_8H_{10}N_4O_2$, classificado como alcaloide designado quimicamente como 1,3,7-trimetilxantina pertencente ao grupo das metilxantinas, substâncias utilizadas com finalidade terapêutica e farmacológica. (SILVA e GUIMARÃES, 2013). Compõe inúmeros tipos de bebidas e alimentos, como café, chocolate, chás, bebidas energéticas, refrigerantes à base de cola e guaraná (MCARDLE, 2011). Apresenta ação farmacológica variada provocando, dentre outros efeitos, alterações no sistema nervoso central, sistema cardiovascular e homeostase de cálcio. Ainda estudos indicam que a cafeína, a curto prazo, quando administrada cronicamente, auxilia em algumas perturbações neurológicas agudas e crônicas, como acidente vascular cerebral, demência e doença de Alzheimer (PANZA et al. 2014). Estudos mostram que o consumo de cafeína como no café, chá e de outras fontes pode exercer um papel protetor contra o declínio cognitivo, doença de Alzheimer e demência. No entanto, esta associação não tem sido encontrada para todos os domínios cognitivos, por isso é necessário um consumo moderado de cafeína não ultrapassando as doses diárias recomendadas (MAIA e MEONÇA, 2002 e PANZA et al. 2014). O consumo de cafeína pode afetar negativamente o controle motor e a qualidade do sono, bem como causar irritabilidade em indivíduos com quadro de ansiedade (DE MARIA e MOREIRA, 2007).

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma espécie natural da América do Sul (BORGES et al. 2013), pertencendo à família *Aquifoliaceae* (ALBAS et al. 2014). Seu perfil fitoquímico apresenta várias classes incluindo flavonoides, metilxantinas (de BIASI, GRAZZIOTIN e HOFFMANN Jr, 2009), cafeína e vitaminas que exercem ações sobre o sistema cardiovascular, respiratório, muscular e gastrointestinal (MELO et al. 2007). Considerada um alimento quase completo, contém nutrientes necessários ao organismo tais como: vitamina A, vitamina B1, vitamina B2, vitamina C, sais minerais, alumínio, cálcio, fósforo, quase a totalidade de aminoácidos essenciais, glicídeos, lipídeos e outras substâncias (VELLOSO e ROCHA, 2007). Estudos sobre a erva-mate revelam diversas propriedades nutritivas e farmacêuticas tais como: antioxidante, antimicrobiana (BIASI, GRAZZIOTIN e HOFFMANN Jr, 2009), diurética digestiva, cicatricial e estimulante (ANDRADE et al. 2014). O uso da planta apresenta algumas contraindicações como em casos de ansiedade, taquicardia, hipertensão, gastrites, úlceras gastrintestinais e algumas doenças hepáticas (BIASI, GRAZZIOTIN e HOFFMANN Jr, 2009).

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do extrato seco de *Ilex paraguariensis* St-Hil. na dose de 5 mg/kg, na memória de camundongos, por meio do teste de reconhecimento social.

Metodologia

Coleta, identificação e obtenção do extrato

A progênie escolhida para obtenção do extrato apresentou concentração de cafeína no total de peso seco de 4,5%, coletada no município de Barão de Cotegipe, Erechim, RS. Após a coleta, as folhas foram secas à 35°C em estufa com circulação de ar até atingir peso constante e posterior, trituradas em moinho de facas. O método extrativo utilizado foi a percolação fracionada conforme descrito por Simões et al. 2010, usando o solvente etanol 70° GL. Após, a solução mãe foi ressuspensa em água destilada para obtenção da dose de 5,0mg/Kg.

Desenho experimental

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo CEUA da URI – Erechim. O projeto seguiu todos os preceitos éticos conforme a Diretriz Brasileira para o Cuidado e a Utilização de Animais para Fins Científicos e Didáticos – DBCA (2013).

Foram utilizados 32 camundongos machos provenientes do Laboratório de Experimentação Animal da URI – Erechim, acondicionados em caixas separadas, sob condições de temperatura de $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ e um ciclo de 12h luz/12h escuro, com acesso à água e ração *ad libitum* à vontade.

Os animais foram divididos em quatro grupos com 8 animais cada, conforme segue: Veículo+ESC, Veículo+EXT, EXT+ESC e CAF+ESC. A administração do extrato ou veículo foi realizada 45 minutos anterior à primeira apresentação (aquisição) na tarefa de reconhecimento social. O grupo veículo+ESC recebeu, via gavagem, a água destilada e a escopolamina; o grupo Veículo+EXT recebeu, via gavagem, a água destilada e o extrato seco de erva-mate na dose de 5mg/kg; o grupo EXT+ESC recebeu, via gavagem, o extrato seco de erva-mate na dose de 5mg/kg e escopolamina; e o grupo CAF+ESC recebeu, por via oral a solução de cafeína na dose de 5mg/kg e escopolamina. Os camundongos foram colocados na sala de experimentação, 1 hora antes do início do teste para habituação dos mesmos. Os camundongos adultos em teste foram isolados em gaiolas individuais 20 minutos antes do início do experimento para o início dos tratamentos.

Teste de Memória por reconhecimento social

O teste de reconhecimento social foi baseado no protocolo de Prediger, (2008) com modificações. O ensaio de reconhecimento social consistiu de duas apresentações sucessivas nas quais um animal jovem foi exposto ao animal em teste, num período de 10 minutos com intervalo de 1 minuto cada. Deste modo, os comportamentos sociais de investigar, cheirar, ficar de pé e brigar foram registrados. No final da primeira apresentação o camundongo jovem foi retirado e armazenado em uma gaiola individual, durante um período de 60 minutos, e, imediatamente após este período reexposto ao camundongo em teste.

Análise estatística

O tratamento estatístico dos dados foram realizadas pelo Programa GraphPad Prism 6.0 utilizando o teste de análise de variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey e expressos em média $\pm$ Desvio Padrão. Foram considerados significativos valores de $p<0,05$.

Resultados e Discussão

A capacidade dos animais em identificar ou distinguir odores e objetos está relacionado com as memórias de reconhecimento, enquanto a habilidade de identificar e reconhecer seres da mesma espécie é chamada de reconhecimento social. Reconhecer é importante para o comportamento adequado, seja agressiva, competitiva, cooperativa ou sexual (WILMER, GERMINE e NAKAYAMA, 2014).

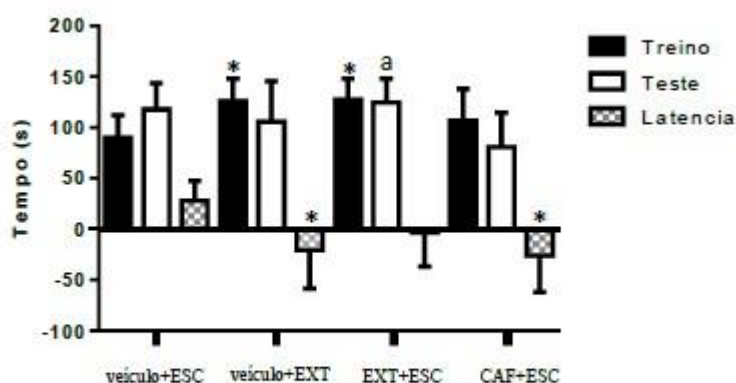
Analisando os resultados da **Figura 1** frente ao teste de reconhecimento social observou-se que durante a sessão treino os animais do grupo veículo+EXT e EXT+ESC obtiveram um tempo de investigação do animal intruso maior significativamente quando comparado com o grupo veículo+ESC. Este resultado mostra que o extrato da erva-mate possui potencial estimulante em função da cafeína.

Conforme a **Figura 1**, durante a sessão teste os animais do grupo EXT+ESC investigaram por mais tempo estatisticamente o animal intruso em relação aos animais do grupo CAF+ESC, o que indica que a cafeína protegeu o déficit cognitivo induzido pela escopolamina no teste de reconhecimento social. Estudos mostram que a cafeína é um

psicoestimulante e suas ações ocorrem por meio de antagonista não seletivo dos receptores de adenosina, por esta razão está sendo usada como medida profilática para déficit cognitivo, tal como para o Alzheimer (CRYAN, MOMBREAU e VASSOUT, 2005). A escopolamina age como um antagonista não seletivo para os receptores colinérgico muscarínicos e é usada para comprovar uma possível ação de fármacos para disfunção colinérgicas (KLINKENBERG e BLOKLAND, 2010). Desse modo, observamos em nossos resultados que a cafeína foi capaz de reverter os prejuízos que a escopolamina causou nos animais. No estudo de Szczepanik (2015) sugere que ambos os receptores de adenosina estão relacionados com a prevenção do déficit de memória de curto prazo induzido por um antagonista colinérgico, escopolamina. A *Ilex paraguariensis* é constituída por alcaloides purínicos (metilxantinas), flavonoides, taninos, ácido clorogênico e derivados, e um grande número de saponinas triterpênicas derivadas do ácido ursólico (metasaponinas) (HECK e DE MEJIA, 2007). De acordo com o estudo de Ito, Crozier e Ashihara (1997) sabe-se que a cafeína é xantina mais presente em um extrato de erva-mate, seguido por teobromina. Geralmente as metilxantinas estão relacionadas com as atividades farmacológicas.

A memória de curta duração como o próprio nome já diz, dura poucos segundos. Sua função está baseada em armazenar as informações naquele período que determina tarefa está sendo realizada (IZQUIERDO, 2002). Frente à latência de investigação durante a primeira e a segunda apresentação dos animais, verificou-se que os animais do grupo veículo+EXT e CAF+ESC investigaram o animal intruso por menos tempo em relação ao grupo veículo+ESC. Esta redução no número de investigações comprova a formação de memória de curta duração, pois geralmente o camundongo residente investiga vigorosamente o intruso durante o primeiro encontro e, no caso da formação de uma memória de reconhecimento social, há redução dos comportamentos sociais durante o segundo encontro com o mesmo intruso, a literatura da área assume que ela corresponde a um tipo de memória de curta duração (MOURA, 2010). Com isso, pode-se verificar que a administração de escopolamina induziu demência nos animais, exceto naqueles pré-tratados com o extrato de erva-mate na dose de 5mg/kg, mostrando a eficácia com maior redução no número de investigações sendo capaz de melhorar a memória social.

Figura 1- Efeitos do extrato de erva-mate sobre o déficit de memória induzido por escopolamina na tarefa de reconhecimento social em camundongo.



Os resultados são expressos em média $\pm$ desvio padrão (n=8). * diferença significativa em relação ao veículo+ESC; ^a diferença significativa em relação ao CAF+ESC.

Conclusão

O extrato de *Ilex paraguariensis* na dose de 5mg/kg protegeu o déficit de memória induzido pela escopolamina nos testes de reconhecimento social mostrando ser uma alternativa no tratamento de doenças cognitivas.

Agradecimentos

FAPERGS.

Referências Bibliográficas

- ABREU, I. D.; FORLENZA, O. V.; BAARROS, H. L. Demência de Alzheimer: correlação entre memória e autonomia. **Rev. Psiqu. Clín.**, v.32, n.3, p.131-136, 2005.
- ANDRADE, L. B.; ZENARO, L. C.; LOCATELLI, C.; SANTOS, P. Efeitos metabólicos e comportamentais do extrato aquoso de erva mate (*Ilex paraguariensis*) em ratos Wistar submetidos a uma dieta hipercalórica. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde**, v.3, p.16-19, 2014.
- BIASI, B.; GRAZZIOTIN, N. A.; HOFMANN Jr, A. E. Atividade antimicrobiana dos extratos de folhas e ramos da *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Abr./Jun., 2009.
- BORGES, A. C. P.; DARTORA, N. RIL, F. T.; GOLÇALVES, T. L. VALDUGA, A. T. Evaluación del contenido de cafeína em la oxidación em hojas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista de Ciência e Tecnologia**, n.20, p.38-43, 2013.
- CAMARGO, M. C. R.; TOLEDO, M. C. F. **Teor de cafeína em cafés brasileiros**. Campinas, SP, Brasil, 1998.
- CRYAN, J. F.; MOMBÉREAU, C.; VASSOUT, A. The tail suspension test as a model for assessing antidepressant activity: review of pharmacological and genetic studies in mice. **Neurosci Biobehav Rev**, v.29, n.4-5, p. 571-625, 2005.
- De MARIA, C. A. B; MOREIRA, R. F. A. Cafeína: revisão sobre métodos de análise. **Química Nova**, v. 30, n.1, p.99-105, 2007.
- HAMDAN, A. C.; BUENO, O. F. A. Relações entre controle executivo e memória episódica verbal no comprometimento cognitivo leve e na demência tipo Alzheimer. **Estudos de Psicologia**, v.10, n.1, p.63-71, 2005.
- HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba mate tea (*Ilex paraguariensis*): A comprehensive review on chemistry, health implications and technological considerations. **Journal of Food Science**, v.72, p.138- 151, 2007.
- KATO, E. M.; RADANOVIC, M.; SMID, J.; CARAMELLI, P.; BRUCKI, S. M.; NITRINI, R. Evaluation of the balance control in Alzheimer disease. **Arq Neuropsiquiatr**, v.63, n.2, p.110, 2005.

- KLINKENBERG, I.; BLOKLAND, A. The validity of scopolamine as a pharmacological model for cognitive impairment: a review of animal behavioral studies. **Neurosci Biobehav Rev**, v.34, n.8, p.1307-50, 2010.
- OLIVEIRA, J. S. C.; FERREIRA, A. O. M.; FONSECA, A. M.; PAES, G. O. Challenges met by family caregivers of elderly with alzheimer's disease enrolled in a support group. **J Nurs UFPE on line.**, v.10, n.2, p.539-544, 2016.
- ITO, E.; CROZIER, A.; ASHIHARA, H. Theophylline metabolism in higher plants. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1336, p.323-330, 1997.
- MAIA, L.; DE MENDONÇA, A. Does caffeine intake protect from Alzheimer's disease? **Eur J Neurol**, n.9, p.377-382, 2002.
- MELO, S. S.; NUNES, N. S. I; BAUMGARTEN, C.; FACCIN, G.; ZANUZO, K.; MICHELS, M. K.; Da CUNHA, N.; SPECHT, S; Da SILVA, M. W.; Efeito da erbamate (*Ilex paraguariensis* A.ST.HIL.) sobre o perfil metabólico em ratos alimentados com dietas hiperlipídicas. **Alimentos e nutrição**, v.18, n.4, p.439-447, 2007.
- MOURA, P.J.; XAVIER, G.F. Memória de reconhecimento social em ratos. **Psicologia USP**, v.21, n.2, p.355-389, 2010.
- PANZA, F.; SOLFRIZZI, V.; BONFIGLIO, C.; OSELLA, A.; SERIPA, D.; PILOTTO, A.LOGROSCINO, G. Coffee, Tea, And Caffeine Consumption And Prevention Of Late-Life Cognitive Decline And Dementia : A Systematic Review. **J Nutr Health Aging**, v.19, n.3, p.313-28, 2014.
- PREDIGER D. S. R.; FERNANDES S. M.; RIAL, D.; WOPEREIS. S.; PEREIRA V.; BOSSE, S. T.; SILVA, B. C.; CARRADORE R. S.; MACHADO, M. S.; FILHO, C. V.; CAMPOS, C. L.; Effects of acute administration of the hydroalcoholic extract of mate tea leaves (*Ilex paraguariensis*) in animal models of learning and memory. **Journal of Ethnopharmacology**, v.120, p.465-473, 2008.
- RAMOS, S. E. Efeito da condição claro/escuro e da intensidade luminosa na aprendizagem e memória de trabalho de camundongos swiss. **Dissertação** (Mestrado em Comportamento e Biologia Animal) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2011.
- SILVA, D. F.; GUIMARÃES, L. C.; Utilização da cafeína como ergogênico nutricional no exercício físico. **Conexão Científica**, v. 8, n. 1, p. 59-74, jan./jun., 2013.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK. P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. Ed. Florianópolis, 2010.
- SZCZEPANIK, J. C. INVESTIGAÇÃO DOS EFEITOS DA CAFEÍNA SOBRE AS ALTERAÇÕES COMPORTAMENTAIS E NEUROQUÍMICAS APRESENTADAS POR CAMUNDONGOS NOCAUTES PARA O RECEPTOR DE LIPOPROTEÍNAS DE BAIXA DENSIDADE (LDL). 87 f. **Dissertação** (Mestrado em Neurociências) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2015.

VELLOSO, C. C.; ROCHA, C. A. Papel artesanal de fibra de erva-mate (*Ilex paraguariensis* st. hill.) e sabonete medicinal de erva-mate: uma proposta em educação ambiental. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, fev., 2007.

WILMER, J. B.; GERMINE, L. T.; NAKAYAMA, K. Face recognition: a model specificability. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 8, p. 769, 2014.

BIODISPONIBILIDAD IN VIVO DEL HIERRO DE LA YERBA MATE Y SU INTERACCIÓN CON LOS POLIFENOLES

Lucila Sánchez Boado; María R. Fretes; Paola Novo y Luis A. Brumovsky

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. (UNaM) Félix de Azara 1552. (3300) Posadas, Misiones. Argentina. e-mail: lsboado@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: La yerba mate (YM) es una planta consumida en infusiones frías y calientes. Posee un elevado contenido de polifenoles, al igual que las infusiones de té y café. Las deficiencias nutricionales de Fe conducen a la anemia ferropénica, siendo los grupos más vulnerables las mujeres en edad fértil y los niños, debido a las pérdidas menstruales y los grandes requerimientos respectivamente. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la biodisponibilidad de Fe de las infusiones de yerba mate y el efecto inhibitorio de estas infusiones sobre la absorción del hierro no hemínico de la yerba consumida en su forma tradicional como mate caliente cebado. Para ello 10 voluntarias ingirieron primeramente 300 mL de una infusión de YM, en una segunda oportunidad 300 mL de una solución conteniendo 40 mg de Fe como sulfato ferroso y en una tercera oportunidad 40 mg de Fe disueltos en 300 mL de una infusión de YM. Se realizaron extracciones de sangre al tiempo 0 (inicial) y luego a los 20, 40, 60, 80, 100 y 120 minutos después de la ingesta aguda, analizándose la variación de la ferremia en cada caso. Se determinó que se absorbió en promedio el 44,6 % del hierro ingerido en los 300 mL de la infusión de YM constituyendo el 1% de la ingesta diaria recomendada para una mujer en edad fértil y con una dieta de biodisponibilidad alta del 15%. Se determinó que 300 mL de una infusión de YM, equivalente aproximadamente a 10 mates, inhibe un 76 % la absorción del hierro ingerido con la dieta. Conociendo la prevalencia de la anemia por deficiencia de hierro en las mujeres en edad fértil y el efecto inhibitorio sobre la absorción del Fe por parte de los polifenoles de las infusiones de yerba mate, es importante aconsejar su consumo alejado de las comidas, como así también para las infusiones de té y café.

Palabras clave: *Ilex paraguariensis*, polifenoles, in vivo, hierro, interacción

Introducción

La yerba mate es una planta autóctona de la región de Sudamérica ampliamente consumida en forma de infusiones por su población. Sus infusiones aportan compuestos tales como cafeína, teobromina, saponinas, vitaminas, glúcidos y compuestos fenólicos, principalmente ácido clorogénico y ácidos dicafeoilquínicos, además de minerales como Fe, Ca, K y Mg principalmente (Brascesco et al., 2011; Bravo et al., 2008).

Entre las deficiencias nutricionales más difundidas se encuentra la anemia ferropénica. Una de las causas de esta anemia es la falta de aporte de la dieta de cantidades suficientes de hierro para reponer las pérdidas. Especialmente vulnerables son los grupos de niños y mujeres en edad fértil. Según documentos del Ministerio de Salud Pública (ENNyS, 2008) en el Noroeste Argentino el 22,6 % de las mujeres de entre 18 y 49 años padecen anemia ferropénica, siendo este valor el más alto del país.

Las infusiones de yerba mate preparadas en su forma tradicional de mate caliente poseen aproximadamente 1,4 mg de Fe/L, esta cantidad en el caso de las mujeres en edad fértil puede alcanzar el 7,1 % de la Ingesta Diaria Recomendada, para una dieta de biodisponibilidad alta y el 15,4 % en el caso de los varones mayores de 18 años (FAO, 2004). Los requerimientos de Fe varían según cantidad de potenciadores e inhibidores presentes en

la dieta, así tenemos dietas de biodisponibilidad de Fe del 5 %, 10 %, 12 % ó 15 %. Para las dietas de biodisponibilidad del 15 % los requerimientos para las mujeres en edad fértil son de 55,8 mg; 29,4 mg; 24,5 mg y 19,6 mg (FAO, 2004).

Se sabe que los polifenoles tienen la propiedad de quelar metales disminuyendo la biodisponibilidad. La magnitud de esta interacción es diferente para cada polifenol. Está ampliamente estudiado y cuantificado en el caso del té, café y vino. Algunos trabajos han probado que una taza de té disminuía el 60 % y una de café el 40 % la absorción del Fe (Limet al., 2013; Nelson and Poulte, 2004; hasta se han ensayado algoritmos para prever los efectos de los inhibidores y potenciadores de la absorción del Fe (Rickard et al., 2009).

Hasta la fecha no se han hecho estudios *in vivo* acerca de la interacción de los polifenoles de la yerba mate sobre la absorción del Fe de la dieta. Siendo las infusiones de yerba mate de consumo masivo, sería de mucha utilidad, por un lado determinar cuánto Fe se absorbe durante una mateada y por otro lado evaluar la interacción de los polifenoles con la absorción de hierro, con el objetivo final de comprobar la eficacia de la fortificación de la yerba mate elaborada destinada a una población de riesgo de padecer anemia.

Metodología

a- Voluntarias

Se seleccionaron 10 mujeres voluntarias, aparentemente sanas en edad fértil para la participación en el estudio, luego de haber dado su consentimiento informado. Todas las voluntarias fueron normopesas, no fumadoras, entre 20 y 40 años, mantuvieron una dieta restringida en polifenoles durante las 24 horas previas al estudio y no consumieron suplementos vitamínicos ni medicamentos en la semana anterior al ensayo. A cada voluntaria se le realizaron las pruebas (con ayuno entre 10 y 12 horas) en tres oportunidades, en la primera ingirieron 300 mL de la infusión de yerba mate; en la segunda oportunidad 40 mg de hierro (como sulfato ferroso) disueltos en 300 mL de agua y en una tercera oportunidad ingirieron 40 mg de hierro disueltos en 300 mL de la infusión de yerba mate. En cada oportunidad se evaluó el estado nutricional del hierro. Todas las pruebas fueron hechas en la fase lútea del ciclo menstrual para evitar factores de confusión con la variación de la absorción del Fe durante el ciclo menstrual (Chandra et al, 2017). Luego de la primera extracción de sangre (tiempo 0), las voluntarias ingirieron la infusión de yerba mate, la solución de sulfato ferroso o la infusión de yerba mate con sulfato ferroso a 45 °C en no más de 5 minutos. Se les realizaron extracciones de sangre a los tiempos 20, 40, 60, 80, 100 y 120 minutos después de la ingesta.

b- Preparación de la infusión

La infusión se preparó por un método que simula una mateada tradicional (Brumovsky et al., 2009). Se colocaron en un vaso de vidrio $50 \pm 0,10$ g de yerba mate elaborada y una bombilla de acero inoxidable, conectada por una manguera de silicona a un kitasato y este a una trompa de vacío. Se vertieron 30 mL de agua destilada a 70 °C, al cabo de 20 segundos se aplicó vacío durante otros 20 segundos. Seguidamente se detuvo el vacío y se realizó un nuevo vertido. Este proceso se repitió hasta alcanzar un volumen de 500 mL.

c- Determinación de hierro en la infusión de yerba mate

La determinación de Fe en las infusiones se realizó utilizando el método 200.2 EPA 600/R-94. En un crisol tarado se llevan a sequedad 100 mL de la infusión de estufa de convección a 105 °C. Luego Se enfría en desecador y se pesa. Seguidamente se lo lleva 550 °C en una mufla por 6 h para obtener las cenizas. Las mismas se llevan a 100 mL con

HCl al 10 %. La concentración de Fe de esta disolución se determinó con un equipo de absorción atómica marca Perkin Elmer, Modelo AAnalyst 700 Spectrometer en modalidad de llama (aire- acetileno) con lámpara de cátodo hueco.

d- Determinación de hierro en sangre

Se utilizó un método colorimétrico directa de hierro sin desproteinización en suero humano. Se trabajó con un analizador ARCHITECT c-Systems 8000. A un pH de 4,8 el hierro se libera de la transferrina a la que está ligado y después se reduce de forma cuantitativa a un estado férrico. El hierro forma con el reactivo Ferene-S*, un complejo coloreado estable cuya intensidad de color es proporcional a la cantidad de hierro en la muestra. Se trabajó con el kit comercial para determinación de hierro marca ABBOTT.

e- Determinación de la concentración de polifenoles en la infusión

La CPT se determinó espectrofotométricamente según Norma ISO 14502-1, (2004) y se expresó como g equivalentes a ácido gálico/mL de infusión (g EAG/mL). Brevemente, 1,0 mL de la infusión de yerba mate se diluyó (1:5) y luego se diluyó (1:100) con agua destilada. Se tomó 1,0 mL de esta última solución y se lo colocó en un tubo de ensayo. Se agregaron 5,0 mL de una solución del reactivo de Folin-Ciocalteu y luego 4,0 mL de la solución de carbonato de sodio de concentración 7,5 % p/v. Los tubos se agitaron, se taparon y se dejaron reposar durante 60 minutos a temperatura ambiente en la oscuridad antes de realizar las lecturas de absorbancia a 765 nm. Como blanco de reactivos se reemplazó 1,0 mL de la infusión diluida por agua destilada.

Resultados y discusión

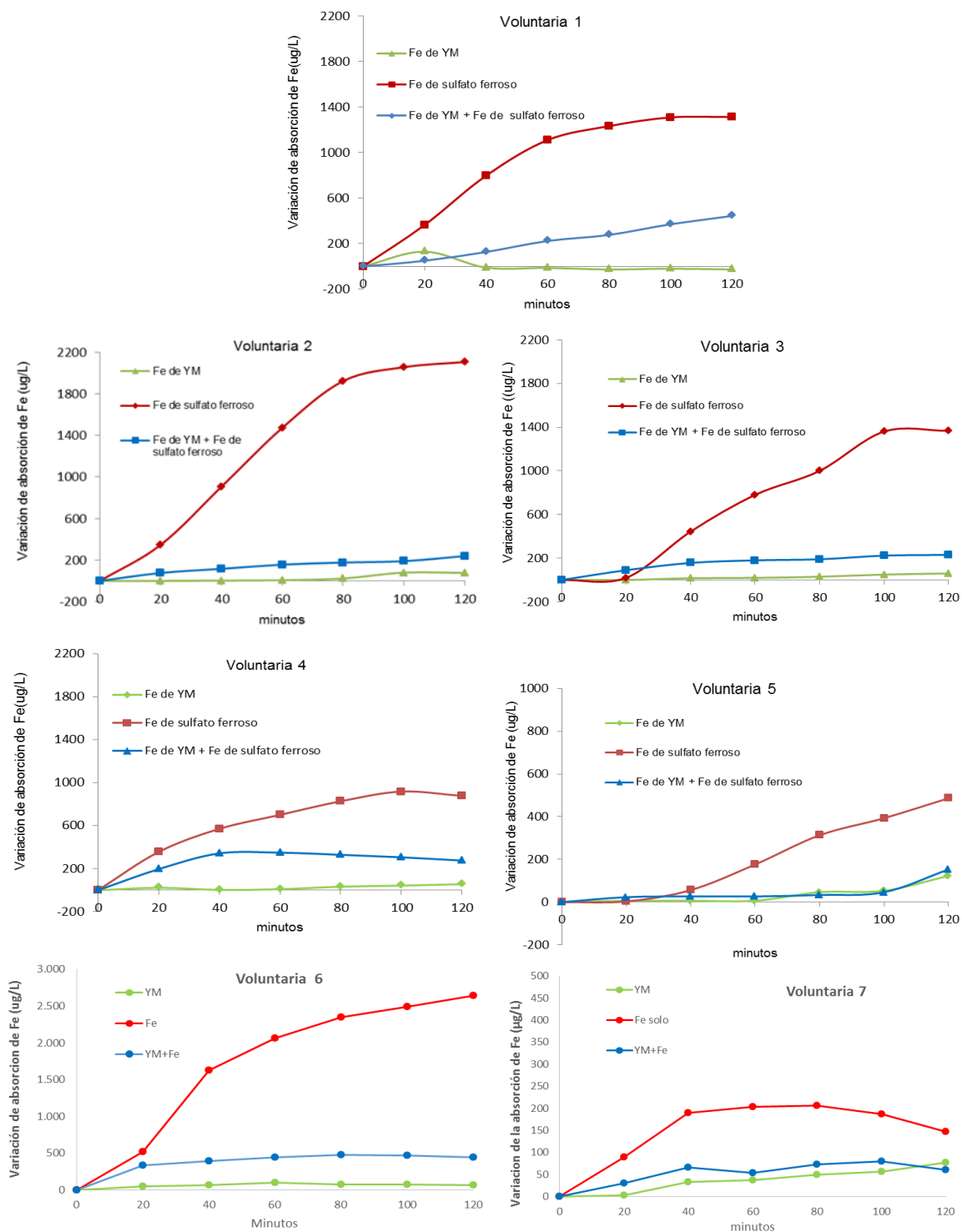
a- Caracterización de la infusión de yerba mate ingerida

Se determinó que 300 mL de una infusión de yerba mate (equivalentes a 10 mates cebados) que ingirieron las primeras 5 voluntarias contenía $325 \pm 18,7 \mu\text{g}$ de Fe y $1,52 \pm 0,04$ g EAG de polifenoles totales, mientras que las últimas 5 voluntarias ingirieron los 300 mL de la infusión de YM conteniendo $426 \pm 49 \mu\text{g}$ de Fe y $1,36 \pm 0,09$ g EAG de polifenoles totales.

b- Perfiles de absorción de hierro en suero

En la Figura 1 se puede observar en los perfiles de absorción de hierro de las 10 voluntarias la gran variabilidad inter-individual en la capacidad de absorción del Fe. Al comparar los perfiles de absorción del Fe (sulfato ferroso) con los del Fe (sulfato ferroso + Fe de YM) consumido conjuntamente con las infusiones de yerba mate se observó en todas las voluntarias una disminución de la absorción del Fe (**Figura 1**).

Se utilizó una prueba de hipótesis de muestras pareadas ($\alpha=0,05$) para comparar los perfiles de absorción del hierro de la yerba mate, del hierro. Se observó que existen diferencias significativas entre el perfil de absorción del hierro de la yerba mate y el perfil del hierro de sulfato ferroso con infusión de yerba mate con ($P<10^{-7}$) y también entre los perfiles de absorción del hierro de la yerba mate y el perfil del hierro del sulfato ferroso ($P=0,012$). Asimismo, se determinó que existen diferencias significativas entre el perfil de absorción del Fe del sulfato ferroso y el del Fe del sulfato ferroso más infusión de yerba mate ($P<10^{-7}$).



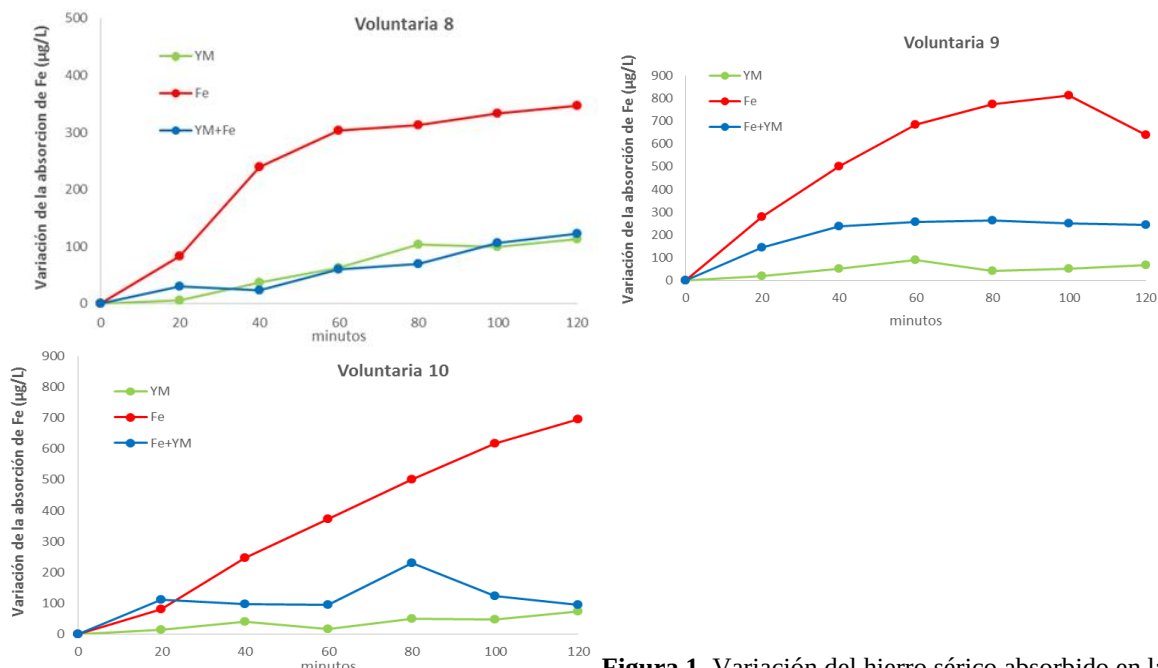


Figura 1. Variación del hierro sérico absorbido en las diferentes formas de consumo durante las dos primeras horas posteriores a la ingesta de las 10 voluntarias.

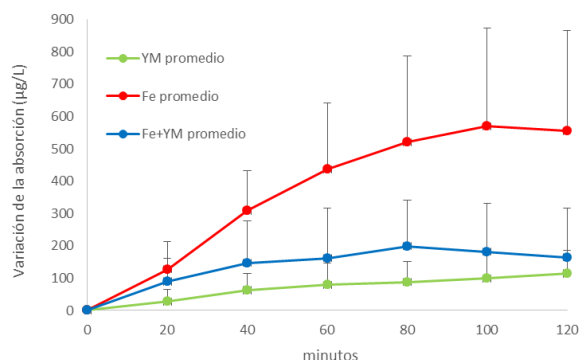


Figura 2. Variación promedio del hierro sérico absorbido (media + DS) de las 10 voluntarias en las diferentes formas de consumo.

Asimismo, se determinó que existen diferencias significativas entre el perfil de absorción del Fe del sulfato ferroso y el del Fe del sulfato ferroso más infusión de yerba mate ($P < 10^{-7}$). Para identificar el momento promedio en que se detectó la variación global de absorción de Fe se utilizó el test de la "diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher con un nivel del 95,0 % de confianza. Se comprobó que a los 40 minutos de la ingesta de la infusión de yerba mate comienza a detectarse un aumento en la absorción de Fe. En el caso de la ingesta de los 40 mg de Fe consumidos como sulfato ferroso, la absorción comenzó a detectarse a partir de los 20 minutos de la ingesta. Al ingerir la infusión de yerba mate con el sulfato ferroso, se observó que la absorción de hierro comienza a detectarse a los 25 minutos de la ingesta aguda.

Efecto de los polifenoles sobre la absorción del hierro

Se determinó que la variación porcentual promedio de la absorción del Fe proveniente de los 300 mL de la infusión de Yerba Mate ingerida es de $44,6 \pm 18,4$ %. También se observó que el Fe en forma de sulfato ferroso se absorbe en promedio un $8,3 \pm 6,1$ % de la ingesta total de 40 mg. Al ingerir conjuntamente estos 40 mg de Fe con 300 mL de la infusión de

yerba mate la absorción del Fe disminuyó al $2,0 \pm 1,3$ %. Se comprobó el efecto inhibitorio de los polifenoles totales contenidos en 300 mL de la infusión de yerba mate sobre la absorción del hierro. Cuando se consumió el Fe conjuntamente con la infusión se produjo una disminución de la absorción del Fe del 76 % respecto del absorbido cuando se ingirió el Fe solo (**Figura 2**).

Conclusiones

Se determinó que durante las dos horas que dura la prueba se absorbió en promedio el $44,6 \pm 18,4$ % del hierro ingerido en los 300 mL de la infusión de yerba mate, constituyendo aproximadamente el 1% de la ingesta diaria recomendada para una mujer en edad fértil y con una dieta de biodisponibilidad alta del 15%.

Se comprobó que de los 40 mg de hierro ingerido en forma de sulfato ferroso se absorbió en promedio un $8,3 \pm 6,1$ % de la ingesta total y que cuando se consumió conjuntamente con una infusión de yerba mate su absorción promedio descendió a $2,0 \pm 1,3$ % de la ingesta inicial.

Puede concluirse que las infusiones de yerba mate preparadas en su forma tradicional de mate caliente tienen un efecto inhibitorio sobre la absorción del Fe consumido en forma de sulfato ferroso de aproximadamente 76 %.

Se observa una gran variabilidad interindividual en lo que respecta a la absorción de Fe no hemínico.

Conociendo la prevalencia de la anemia por deficiencia de hierro en las mujeres en edad fértil y el efecto inhibitorio sobre la absorción del Fe por parte de los polifenoles de las infusiones de yerba mate caliente, es importante aconsejar su consumo alejado de las comidas, como también el de las infusiones de té y café.

Agradecimientos

Principalmente a las voluntarias que con tanta paciencia han colaborado con este trabajo, al Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM) por el financiamiento de este proyecto y a la Fundación para el Desarrollo e Investigación Científica y Tecnológica (DINCYT) que gentilmente ha cedido los laboratorios y equipamientos para la realización del trabajo.

Referencias bibliográficas

- ALLEN, L. H. AND AHLUWALIA, N. Improving Iron Status Through Diet. The Application of Knowledge Concerning Dietary Iron Bioavailability in Human Populations. Arlington: John Snow, Inc./OMNI Project.1997.
- BRACESCO, N.; SÁNCHEZ, A. G.; CONTRERAS, V.; MENINI, T. AND GUGLIUCCI, A. Recent Advances on *Ilex paraguariensis* research: mini review. Journal of Ethnopharmacology 136 (3): 378-84.2011.
- BRAVO, L.; GOYA, L. Y LECUMBERRI, E.LC/MS Characterization of Phenolic Constituents of Mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hil.) And Its Antioxidant Activity Compared To Commonly Consumed Beverages. Food Research International, 40(3):393-405. 2006.
- BRUMOVSKY, LUIS A; HARTWIG, VANESSA G; FRETES, RAQUEL M.; NOVO, PAOLA S. Evaluación del contenido de polifenoles totales en distintas formas de consumo de yerba mate producidas en Argentina XII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de los Alimentos CYTAL. 2009. Concordia. Entre Ríos, Argentina. ISBN 978-987-22165-3-5.

- ENCUESTA NACIONAL DE NUTRICIÓN Y SALUD. Resultados. Documento: Anemia. La de nutrición oculta. Ministerio de salud. Presidencia de la Nación. 2008.
- FAO. Dietary References Intakes. Satanding Committee on the Scientific Evaluation of Dietary References Intakes, Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National academy of Sciences, Washington, DC. 2004.
- CHANDRA, S.; GUPTA, N. AND KUMAR PATEL, S. Study of iron status indicators in different phases of menstrual cycle in first year medical college females. International Journal of Research in Medical Sciences. Int J Res Med Sci.; 5(1):46-49.2017 Jan
- HALLBERG, L. Bioavailability of Dietary Iron In Man. An. Rev. Nutr. 1:123-47.8. 1981
- LIM, H. C. K.; RIDDELL, L. J.; NOWSON, C.A.; BOOTH, A. O. AND SZYMLEK-GAY, A.; LIM, E. A. Iron and Zinc Nutrition in the Economically-Developed World: A Review. Nutrients. Aug; 5(8): 3184–3211. doi: 10.3390/nu5083184.2013.
- NELSON, M. AND POULTER, J. Impact of tea drinking on iron status in the UK: a review The British Dietetic Association Ltd 2004 J Hum Nutr. Dietet., 17, pp. 43–54 43.2004.
- PERES; R. G.; TONIN; F.G.; TAVARES; M. F. M., AND RODRÍGUEZ-AMAYA, D. B. HPLC DAD-ESI/MS. Identification and Quantification of Phenolic Compounds in Ilex paraguariensis Beverages and On-Line Evaluation of Individual Antioxidant Activity. 2013.
- RICKARD, A. P.; CHATFIELD, M. D.; CONWAY, R. E.; STEPHEN, A. M.; AND POWELL, J. J. An algorithm to assess intestinal iron availability for use in dietary surveys. Br. J. Nutr. 102(11): 1678–1685. doi:10.1017/S0007114509990894.2009.

CONSÓRCIO DE CULTURAS EM PLANTAÇÃO DE ERVA-MATE CONTRIBUI PARA O AUMENTO DA DIVERSIDADE DA ENTOMOFAUNA

Mayara Breda¹; Maiane B. de Oliveira¹; Rozane M. Restello²; Luiz U. Hepp²

¹ Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI
Erechim. Av. Sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: mayarabreda@hotmail.com

² Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI
Erechim. Av. Sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: lhepp@uricer.edu.br

Resumo: Os insetos são considerados bioindicadores, pois respondem às perturbações ambientais. A erva-mate é uma espécie que quando cultivada em locais abertos, fica sujeita a estresses fisiológicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição de insetos associados a diferentes fitofisionomias, entre elas a erva-mate. Os insetos foram coletados pelo método de varredura, e em cada ponto mensurados os valores de temperatura, umidade relativa do ar e heterogeneidade ambiental, que foi categorizada a partir da estrutura do componente vegetal. Para descrição da estrutura da comunidade entomológica foram calculados os valores de abundância, riqueza taxonômica e a diversidade de Shannon-Weaver. As unidades amostrais foram ordenadas a partir de uma NMDS e correlacionadas com variáveis ambientais. Foram coletados 483 insetos, as ordens mais abundantes foram Hymenoptera, Diptera e Coleoptera. Essas ordens foram também as mais abundantes na área com plantio de erva-mate, que apresentou 23% de organismos. Em sistemas de monoculturas, ocorre o aumento populacional de várias espécies de insetos, principalmente pela disponibilidade de alimento e refúgio. O cultivo de erva-mate apresentou elevados valores de abundância e diversidade de insetos. Nas três fitofisionomias mais abundantes houve maior incidência de luz, e menor umidade relativa, que favorece o desenvolvimento e reprodução de insetos. A composição da entomofauna foi segregada em relação a latitude e heterogeneidade ambiental, relacionadas com a área de mata nativa, que está afastada das áreas homogêneas. Para a manutenção da abundância e diversidade entomológica na área de erva-mate, sugere-se o plantio consorciado a outras culturas, que permite que a fauna realize o próprio controle de pragas.

Palavras-chave: Insetos. Biodiversidade. Fitofisionomias. Agrofloresta.

Introdução

Os insetos apresentam grande importância na estruturação e funcionamento de ecossistemas terrestres, são responsáveis pela decomposição de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, polinização e dispersão de sementes (HUMPHREY et al., 1999; LOPES, 2008). Insetos podem ser considerados indicadores da qualidade ambiental, pois respondem às perturbações ambientais como, mudanças no habitat, alterações climáticas, poluição, entre outras, refletindo em sua abundância diversidade (McGEOCH, 1998).

A dinâmica das comunidades de insetos é fortemente influenciada pela heterogeneidade ambiental dentro de um mesmo habitat, importante para conservação da biodiversidade, já que esse grupo apresenta adaptações às condições ambientais distintas, que permite sua ocorrência em praticamente todos os ambientes (THOMAZINI e THOMAZINI, 2000; LOPES, 2008). Desta maneira, a entomofauna de uma região irá depender das condições do habitat, temperatura, umidade relativa do ar, entre outras (BEGON et al., 2008).

O domínio Mata Atlântica é um dos mais ricos e ameaçados entre as formações florestais do Brasil, pois neste domínio existe uma grande variação de clima e vegetação

(BROWN JR e FREITAS, 2000). Porém este domínio está reduzido a poucos fragmentos devido a intensa remoção da vegetação por atividades antrópicas. A Mata Atlântica tem sido substituída por plantações agrícolas, e por florestas plantadas, normalmente com espécies exóticas na forma de monoculturas (FAO, 2005). A erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae), é uma espécie que cresce na Floresta Ombrófila Mista, um ecossistema associado à Mata Atlântica (MIRANDA & URBAN 1998). Quando a erva-mate for cultivada em locais abertos (sem cobertura florestal), fica sujeita a estresses fisiológicos que a predispõe ao aparecimento de pragas e doenças (CARPANEZZI 1995).

Florestas nativas apresentam qualidade de habitat superior à florestas plantadas (LINDENMAYER e HOBBS, 2004; VITAL, 2007). As plantações florestais causam danos à biodiversidade da fauna, uma vez que os animais tendem a acompanhar a riqueza vegetal (VITAL, 2007). Desta maneira, áreas monodominantes podem influenciar negativamente as comunidades de insetos, visto que a baixa diversidade vegetal influencia na disponibilidade de recursos nesses ambientes (ALTIERI, 1984). Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar a composição de insetos associados a diferentes fitofisionomias e verificar a composição estrutural da entomofauna na cultura da erva-mate.

Metodologia

O estudo foi realizado na área experimental da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (Erechim-RS), localizada entre as coordenadas 52°14'06" a 52°13'9"O e 27°36'57" a 27°36'44"S. O clima da região é subtropical, com temperaturas no inverno em torno de 15°C e no verão em torno de 26°C, com as quatro estações do ano bem definidas. A área total corresponde a 50 ha (**Figura 1**) onde foram selecionadas seis fitofisionomias: Capoeira (CAP), Mata Nativa (MN), Eucalipto (EUC), *Pinus* spp. (PIN), Erva Mate (EM) e Mata nativa com invasão de *Pinus* spp. (MNP).

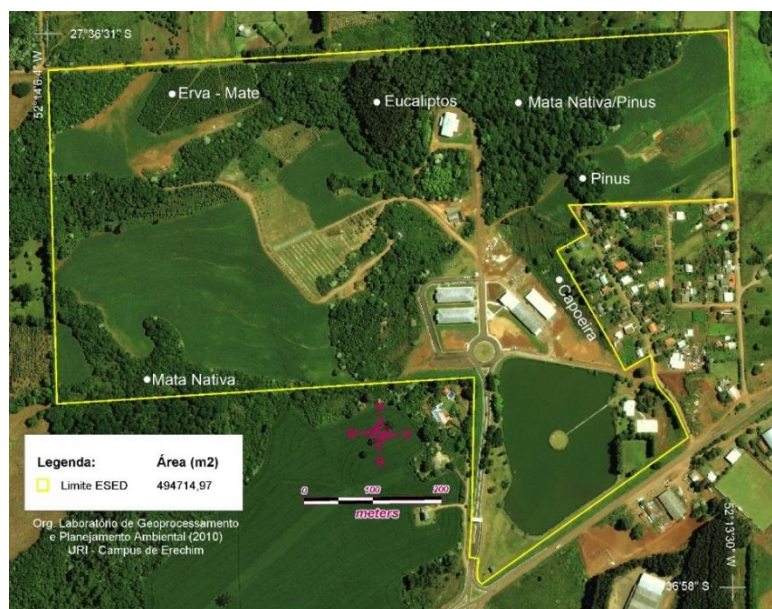


Figura 1. Área experimental da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (Erechim-RS) e a localização das fitofisionomias: Capoeira; Mata nativa; Eucalipto; *Pinus*; Erva mate e Mata Nativa com *Pinus*.

Em cada fitofisionomia foram realizadas coletas de insetos pelo método de varredura por cinco minutos, abrangendo quatro transectos. Em cada ponto de amostragem foram

mensuradas a temperatura e umidade relativa do ar com um termohigrômetro. A heterogeneidade foi categorizada a partir da estrutura do componente vegetal, dessa forma, locais com sub-bosques, arboretas, plântulas e gramíneas foram considerados mais heterogêneos. Os organismos coletados foram identificados até o nível taxonômico de ordem de acordo com GALLO et al. (2002).

Para descrição da estrutura da comunidade entomológica foram calculados os valores de (i) abundância, mensurados pelo número total de organismos amostrados, a (ii) riqueza taxonômica estimada pelo o número de ordens e a (iii) diversidade de Shannon-Weaver (MAGURRAN, 2004). Após a identificação dos organismos, a matriz biológica foi transformada em log (x+1) para evitar “outliers”. As unidades amostrais foram ordenadas a partir de uma NMDS (Análise de Escalonamento Multidimensional não-Métrico; Bray-Curtis; KRUSKAL, 1964), seguida de uma análise *envfit*. Esta análise utiliza os scores das duas primeiras dimensões da NMDS e correlaciona-os com os resultados das variáveis ambientais a partir de uma correlação de Spearman.

As análises foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2015) com o auxílio do pacote “vegan”.

Resultados e Discussão

Foram coletados 483 insetos de oito ordens, nas áreas estudadas (**Tabela 1**). As ordens mais representativas foram Hymenoptera (30%), Diptera (28,4%) e Coleoptera (20,5%). Essas ordens foram também as mais abundantes na área com plantio de erva-mate, que apresentou 23% de organismos, *Pinus* 19,9% e Capoeira 19,7%. A área de Eucalipto (8,07%) apresentou a menor abundância em relação às outras. (**Figura 2.A**).

Tabela 1. Ordens identificados da fauna entomológica coletados e as métricas nas seis fitofisionomias. CAP: Capoeira, MN: Mata nativa, EUC: Eucalipto, PIN: *Pinus*, EM: Erva mate, MNP: Mata nativa com invasão de *Pinus*. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (Erechim-RS).

Ordens de Insecta	CAP	MN	EUC	PIN	EM	MNP
Diptera	13	24	11	24	23	42
Coleoptera	39	10	0	25	17	8
Hymenoptera	22	22	13	26	49	13
Blattodea	0	0	0	0	1	0
Lepidoptera	0	4	1	0	0	0
Hemiptera-Homoptera	9	1	3	1	7	3
Hemiptera-Heteroptera	8	7	10	17	3	5
Orthoptera	4	2	1	3	11	1
Variáveis ambientais						
Temperatura (°C)	32,02	26,45	26,35	28,7	25	28,05
UR (%)	39,2	41,1	45,8	37,1	47,2	47,6
Heterogeneidade	5	4	2	3	1	5

Em sistemas de monoculturas, ocorre o aumento populacional de várias espécies de insetos, principalmente pela disponibilidade de alimento (PENTEADO, 1995). Muitos dos insetos das ordens descritas acima são consideradas pragas para monoculturas. Com isso se utiliza cada vez mais inseticidas, o que causa a redução ou eliminação total dos insetos considerados inimigos naturais, ou seja, os controladores biológicos (SPEIGHT et al., 1999).

Nas três fitofisionomias mais abundantes houve maior incidência de luz, e menor umidade relativa, que favorece o desenvolvimento e reprodução de insetos. A abundância no *Pinus* se justifica pois, em ambientes perturbados tendem a apresentar maior abundância em relação aos ecossistemas equitativos (Huston, 1979). As áreas de mata nativa e mata nativa

com *Pinus*, apresentam um dossel mais fechado, criando melhores condições para a entomofauna (SPEIGHT et al., 1999).

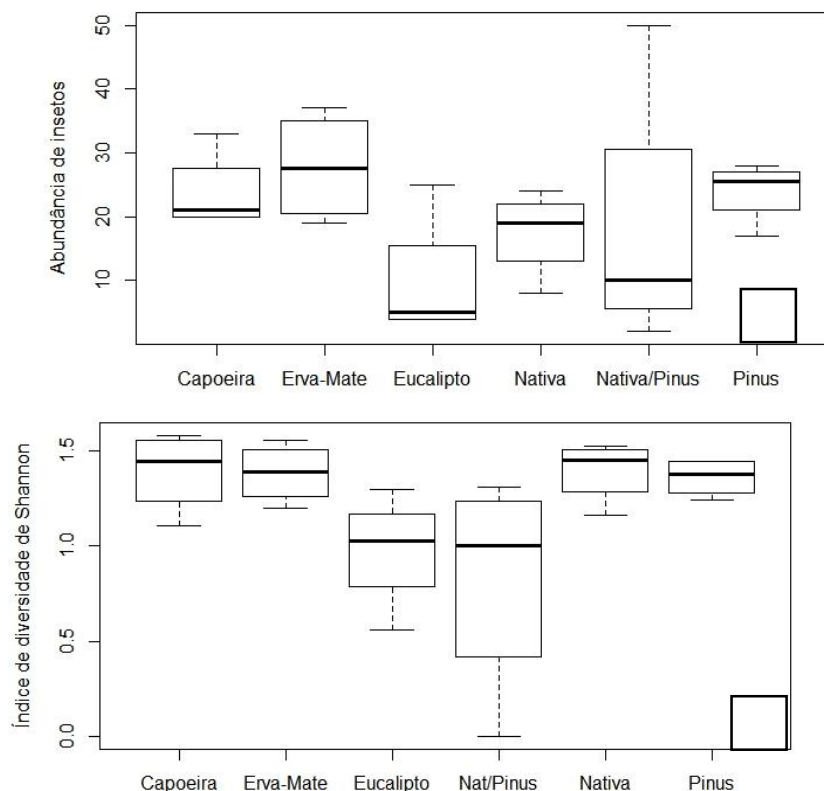


Figura 2.A. Boxplot da abundância de insetos nas diferentes fitofisionomias; B. Boxplot de diversidade de Shannon-Weaver nas diferentes fitofisionomias. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (Erechim-RS).

A maior diversidade de Shannon-Weaver ocorreu nas áreas de Mata nativa (1,45), Capoeira (1,44) e Erva-mate (1,39) (Figura 2.B). Os maiores valores de diversidade foram observados na Mata nativa e na capoeira, pois a alta complexidade ambiental fornece diversos habitats e recursos para a entomofauna. Ganho e Marinoni, (2005) relatam que áreas com estágios sucessionais menos avançados, (capoeira) podem ser mais diversos do que áreas preservadas (ARMBRECHT et al., 2004). A erva-mate apresentou alto índice de diversidade em comparação as outras, uma vez que proporciona diferentes recursos como, alimentação e refúgio para os insetos visitantes, através das folhas, flores e frutos.

A área de *Pinus* não é manejada, permitindo o desenvolvimento do sub-bosque. Florestas plantadas em forma de rotação longa, que não possuam um manejo silvicultural intenso, diferem pouco no valor do habitat em relação a florestas nativas (SUZUKI e OLSON, 2008). O microclima do sub-bosque e a complexidade estrutural da vegetação podem influenciar o estabelecimento de espécies nativas vegetais (CARNUS et al., 2006), e consequentemente a diversidade e abundância de insetos.

A composição da entomofauna foi segregada em relação a latitude e heterogeneidade ambiental (**Figura 3**). Esse resultado mostra que os insetos estão mais relacionados com a área de Mata Nativa, a qual encontra-se mais afastada das áreas homogêneas, além de apresentar uma alta heterogeneidade ambiental. Com isso podemos concluir que locais com maior diversidade de vegetação conseguem agregar de forma mais eficiente a entomofauna.

O cultivo de Erva-mate apresenta baixa heterogeneidade, porém foram observados elevados valores de abundância e diversidade de insetos. Verificou-se nessa cultura que os

Hymenoptera estão bem representados perfazendo um total de 44,1% da fauna coletada na erva-mate. Entre os representantes desta ordem, há os parasitoides que certamente realizam controle de outros insetos que poderiam se tornar pragas. Desta forma, a implementação de outras culturas em consórcio com a cultura de *Ilex paraguariensis*, em um sistema agroflorestal, estaria contribuindo para o aumento da diversidade nestas fitofisionomias (COSTA, 1995; PENTEADO et al., 2000).

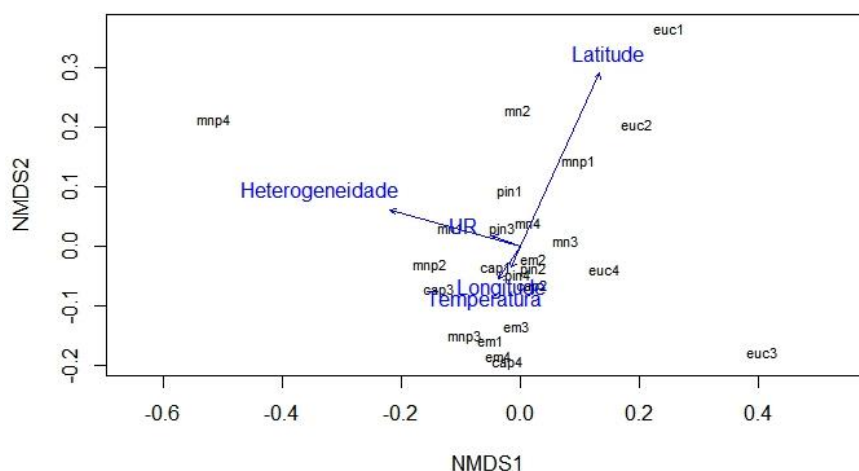


Figura 3. Análise de Escalonamento Multidimensional não-métrico (NMDS) para composição da comunidade de insetos. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (Erechim-RS).

Conclusões

Neste estudo foi possível observar que a entomofauna se encontra distribuída em diferentes fitofisionomias. O sistema de monoculturas, inclusive de Erva-mate, vem sendo estudado com o consórcio de outras plantas, o que garante renda extra para o produtor, através dos outros produtos cultivados e aumenta a diversidade de espécies coexistindo no mesmo local. Além disso, agregando maior diversidade de insetos, pode servir como controle biológico, não necessitando utilizar produtos químicos. O incentivo à produção de erva-mate contribui de maneira cultural, social e econômica, tanto para o produtor quanto para a sociedade.

Referências Bibliográficas

- ALTIERI, M.A. Patterns of insect diversity in monocultures and polycultures of Brussels sprouts. *Protection Ecology*, v.6, n.1, p.227-232, 1984.
- ARMBRECHT, L.; PERFECTO, L.; VADERMEEER, J. Enigmatic biodiversity correlations: ant diversity responds to diverse resources. *Science*, v. 304, p. 284-286, 2004.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 740, 2008.
- BROWN JR, K.S.; FREITAS, A.V.L. Atlantic Forest Butterflies: indicators for landscape conservation. *Biotropica*, v. 32, n. 4, p. 934-956, 2000.
- CARNUS, J.M.; PARROTTA, J.; BROCKERHOFF, E.; ARBEZ, M.; JACTEL, H.; KREMER, A.; LAMB, D.; O'HARA, K.; WALTERS, B. Planted forest and biodiversity. *Journal of Forestry*, v. 104, n. 2, p. 65-77, 2006.

- CARPANEZZI, A. A. Cultura do mate no Brasil: conflitos e lacunas, p. 43-47. In H. WINGE; A. G. FERREIRA; J. E. A. MARIATH & L. C. TARASCONI (eds.). Erva-mate: Biologia e Cultura no Cone Sul. Porto Alegre, Ed. Universidade, 1995.
- COSTA, S.G.da. A Erva-Mate. Curitiba: Coleção Farol do Saber, p. 132, 1995.
- FAO. Global Forest Resources Assessment - Progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper, v. 147, n. 1, p. 129-147, 2005.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G. C. V.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. Entomologia Agrícola. Piracicaba: FEALQ, p. 920, 2002.
- GANHO, N.G; MARINONI, R.C. A diversidade inventarial de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. Revista Brasileira de Entomologia. Curitiba, v. 49, n. 4, p. 535-543, 2005.
- HUMPHREY, J.W.; HAWESB, C.; PEACEB, A.J.; FERRIS-KAANB, R.; JUKESB, M.R. Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forest. Forest Ecology and Management, Amsterdã, v. 113, n. 1, p. 11-21, 1999.
- HUSTON, M.A. A general hypothesis of species diversity. American Naturalist, v. 113, p. 81-101, 1979.
- KRUSKAL, J.B. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. Psychometrika, v. 29, n. 1, p. 1-27, 1964.
- LINDENMAYER, D.B.; HOBBS, R.J. Fauna conservation in Australian plantation forests - a review. Biological Conservation, v. 119, n. 2, p. 151-168, 2004.
- LOPES, B.G.C. Levantamento da entomofauna bioindicadora da qualidade ambiental em diferentes áreas do alto Jequitinhonha- Minas Gerais. Monografia de Graduação, Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, Inconfidentes, p. 47, 2008.
- MAGURRAN, A.E. Ecological diversity and its measurement. London: Croon Helm, p. 189, 2004.
- McGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. Biological Reviews, v.73, p.181-201, 1998. In WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental, Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.
- MIRANDA, N. & T. URBAN.. Engenhos e barbaquás. Curitiba, Ed. Posigraf, p. 120, 1998.
- PENTEADO, S.R.C.; IEDE, E.T.; LEITE, M.S.P. Pragas da erva-mate: perspectivas de controle. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE,; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA-MATE, Anais, Porto Alegre: Ed. UFRGS, p. 27-34, 2000.
- PENTEADO, S.R.S. Principais pragas da erva-mate e medidas alternativas para o seu controle. In: WINGER, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. Erva-mate: Biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: Ed. UFRGS, p. 109-120, 1995.
- R Core Team, R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>. 2015.
- SPEIGHT, M.R.; HUNTER, M.D.; WATT, A.D. Ecology of insects: Concepts and Applications. New York: Blackwell Science, p. 227-294, 1999.
- SUZUKI, N.; OLSON, D.H. Options for biodiversity conservation in managed forest landscapes of multiple ownerships in Oregon and Washington, USA. Biodiversity and Conservation, v. 175, n. 5, p. 1017-1039, 2008.
- THOMAZINI, M.J., THOMAZINI, A.P.B.W. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: Embrapa/Acre, 2000.

VITAL, M.H.F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. Revista do BNDES, v. 14, n. 28, p. 235-276, 2007.

REVISÃO DA LITERATURA SOBRE A PLANTA *ILEX PARAGUARIENSIS* DE CULTIVO ORGÂNICO

Júlia O. Penteadó¹; Daniela F. Ramos²; Flávio M. R. Silva-Júnior³; Ana L. Muccilo-Baisch³

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Rua Visconde de Paranaguá, Rio Grande – RS, Brasil. Email: julia-penteadó@hotmail.com

² Docente da Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Rio Grande – FURG. Rua Visconde de Paranaguá, 102, Campus Saúde, Rio Grande-RS, Brasil.

³ Docentes do Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Av Itália, km 8, s/n, Campus Carreiros, Rio Grande-RS, Brasil.

Resumo: A *Ilex paraguariensis* produzida no Brasil é oriunda de duas formas distintas de manejo, uma denominada convencional, na qual é permitida a utilização de insumos sintetizados pelo homem, e outra denominada orgânica, na qual o uso de produtos químicos e/ou engenharia genética é proibido. Objetivou-se conhecer a produção científica acerca da *Ilex paraguariensis* orgânica. O presente trabalho tratou-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada através do Portal PubMed, sendo selecionados 6 artigos para o estudo. Com base nos poucos estudos existentes sobre a *Ilex paraguariensis* orgânica pode-se avaliar que os benefícios para saúde não difere entre as infusões orgânica e convencional. Porém, mais estudos tornam-se necessários em relação à *Ilex paraguariensis* orgânica, visto que ainda há poucas atividades analisadas.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. Erva-mate. Orgânica.

Introdução

A *Ilex paraguariensis* (St. Hilaire), conhecida como erva mate, é pertencente a família Aquifoliaceae e nativa e cultivada no Brasil, na Argentina, no Uruguai e Paraguai (Boomsma et al., 2014). Suas folhas são usadas para preparar diferentes bebidas, dentre as quais o chimarrão (infusão de folhas verdes e secas em água quente), o tererê (infusão de folhas verdes e secas em água fria) e o chá mate (infusão de folhas torradas em água quente) (Bracesco et al., 2011).

Diante disso, a *Ilex paraguariensis* possui grande importância do ponto de vista econômico e cultural. Anualmente, estima-se que sejam consumidos aproximadamente 5 kg de erva-mate por pessoa na Argentina, enquanto que o Uruguai registra 6-8 kg/pessoa/ano. No Brasil, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, cerca de 70% dos homens e 50% das mulheres são consumidores diários de erva-mate, totalizando um consumo anual de aproximadamente 1,2 kg por pessoa (Bracesco et al., 2011).

A *Ilex paraguariensis* produzida no Brasil é oriunda de duas formas distintas de manejo uma denominada convencional, na qual é permitida a utilização de insumos sintetizados pelo homem, e outra denominada orgânica, na qual o uso de produtos químicos e/ou engenharia genética é proibido. O cultivo orgânico da *Ilex paraguariensis* ainda é pouco difundido no Brasil, abrangendo pequenas áreas e totalizando um pequeno percentual da produção total comercializada no país (EMBRAPA, 2010). A literatura mostra que a adição de fitodefensivos pode aumentar ou diminuir a produção de polifenóis, compostos responsáveis pelo sistema de defesa vegetal (Heck et al., 2008; Soltoft et al., 2010). Já foi relatado que ameixas produzidas de forma orgânica possuem menores teores de polifenóis em relação àquelas cultivadas

sob manejo convencional (Lombardi-Boccia et al., 2004). Por outro lado, o cultivo orgânico aumentou a síntese de compostos fenólicos em uvas (Dani et al., 2007). No entanto, até o momento, são escassos os estudos que avaliam o perfil fitoquímico de *Ilex paraguariensis* proveniente de manejo orgânico.

A *Ilex paraguariensis* convencional possui uma diversidade em sua composição fitoquímica, trabalhos prévios mostraram a presença do teor elevado de polifenóis, metilxantinas, cafeína, teobromina. Além disso, a presença de numerosas saponinas, triterpenos, flavonóides, minerais e vitaminas como B1, B2, B5, C, E, β -caroteno e ácido fólico (Martin et al., 2013). Os compostos bioativos presentes na *Ilex paraguariensis* explicam os efeitos evidenciados na promoção da saúde, como a atividade anti-inflamatória, antimicrobiana, antitumoral, e principalmente a atividade antioxidante (Zielinski et al., 2014; Branco et al., 2013).

Conforme relatado se sabe que a utilização da *Ilex paraguariensis* vai além de um benefício social e econômico, tornando-se um bem para prevenção e promoção da saúde (Bracesco et al., 2011). Diante disso, esta pesquisa de revisão torna-se necessária para que se obtenha uma visão geral sobre a *Ilex paraguariensis* orgânica e possível realização de pesquisas *in vitro* e *in vivo* relacionadas ao tema. Posto que há uma deficiência no conhecimento sobre esta planta em sua forma de cultivo orgânico em comparação com o cultivo convencional. Logo, objetivou-se conhecer a produção científica acerca das atividades de *Ilex paraguariensis* orgânica relacionada à saúde humana.

Metodologia

O presente trabalho tratou-se de uma revisão integrativa da literatura. A busca dos artigos foi realizada em março de 2017, no Portal National Center for Biotechnology Information (NCBI) - PubMed, sem delimitação do tempo da publicação, podendo ser artigos de revisão ou original posto a escassez e dificuldade em encontrar artigos sobre o tema proposto.

Os critérios de inclusão das publicações definidos para esta revisão foram: artigos na íntegra indexados na base de dados referidos e que abordaram a temática do estudo; apresentação de resumo para primeira apreciação; procedência nacional ou internacional nos idiomas português, inglês e espanhol. Como critério de exclusão foi utilizado apenas artigos os quais não fossem possíveis a leitura na íntegra. Utilizaram-se como palavras-chave “*Ilex paraguariensis*” e organic, não sendo possível utilizar descritores conforme os descritores de ciências da saúde (DECS), pois não foi encontrado artigos disponíveis utilizando os descritores ali disponíveis sendo eles: “organic chemicals”, “organic matter” e “organic agriculture”.

Na busca realizada pelo presente trabalho foram encontrados 11 artigos, desses foi avaliado o título e o resumo. Após foi aplicado os critérios de inclusão nos mesmos e 4 artigos foram excluídos por não estarem de acordo com o tema proposto, 7 artigos permaneceram para serem lidos na íntegra. Dos 7 artigos, mais 2 foram excluídos pois não foram encontrados online. Por fim, foram selecionados 5 artigos para realização desta revisão os quais foram lidos na íntegra e de forma exaustiva (**Figura 1**).

O processo de análise e interpretação dos dados foi realizado através da leitura completa dos artigos na íntegra. Logo após foi realizado a elaboração um instrumento com as categorias: ano da publicação, base de dados, título e objetivo dos artigos selecionados (**Tabela 1**). Assim sendo, o objetivo e os resultados dos artigos selecionados fundamentaram esta revisão.

Tabela 1. Estado da arte dos artigos selecionados para revisão da literatura

N	ANO	REVISTA	TÍTULO	OBJETIVO
1	2013	Antioxidants (Basel)	Organic and Conventional Yerba Mate (<i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Improves Metabolic Redox Status of Liver and Serum in Wistar Rats	Avaliar se as <i>Ilex paraguariensis</i> orgânica e convencional podem ter efeitos protetores contra o dano oxidativo induzido por PTZ ¹ no fígado
2	2013	Brain Res Bull	Anticonvulsant, neuroprotective and behavioral effects of organic and conventional yerba mate (<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hil.) on pentylenetetrazol-induced seizures in Wistar rats	Investigar os efeitos anticonvulsivos e neuroprotetores das ervas mate orgânica e convencional (<i>Ilex paraguariensis</i>) sobre as convulsões induzidas por PTZ ¹ em ratos Wistar.
3	2012	Int J Mol Sci	Development of an innovative nutraceutical fermented beverage from herbal mate (<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.) extract	Desenvolver uma bebida inovadora, não-láctea, funcional, probiótica, fermentada usando extrato de <i>Ilex paraguariensis</i> como ingrediente natural.
4	2007	Molecules	Phenolic antioxidants identified by ESI-MS from Yerba maté (<i>Ilex paraguariensis</i>) and green tea (<i>Camelia sinensis</i>) extracts	Avaliar o perfil fenólico por espectrometria de massa por inserção de infusão direta dos extratos orgânicos de <i>Ilex paraguariensis</i> , verdes e torrados, e de chá verde. Bem como a sua atividade de eliminação de radicais livres determinada pelo ensaio de DPPH ² .
5	2007	Phytother Res	Evaluation of antiviral activity of South American plant extracts against herpes simplex virus type 1 and rabies virus.	Preparar extratos aquosos e orgânicos de plantas da América do Sul e testar as atividades antiherpéticas e antirraiva.

⁽¹⁾PTZ: pentilenotetrazol; ⁽²⁾DPPH: (1,1-difenil-2-picrilhidrazila)

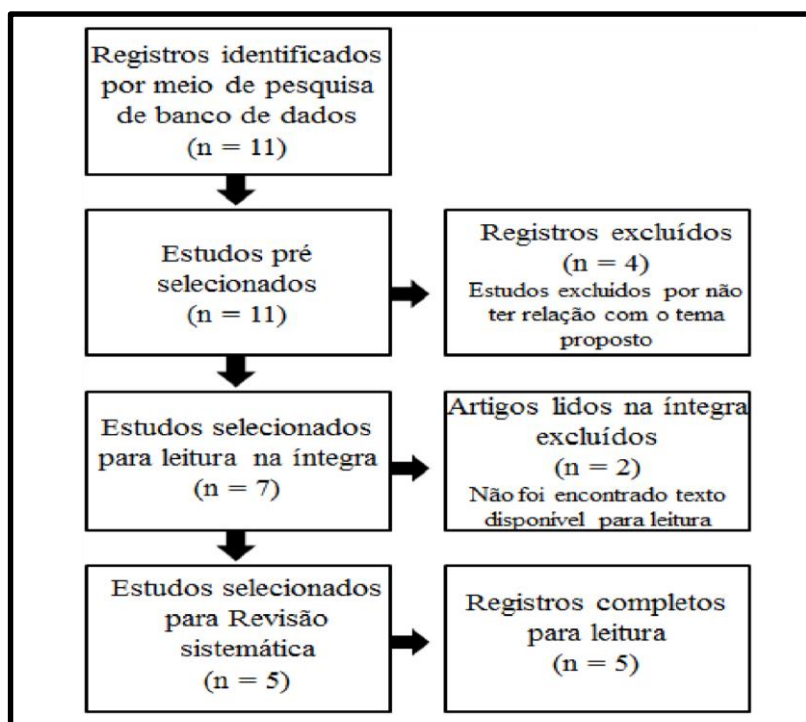


Fig Fluxograma do processo de seleção dos estudos

Resultados e Discussão

Foram encontrados poucos estudos sobre o tema, porém se pode dizer que o assunto vem se tornando de interesse cada vez mais recente. Isto porque os artigos selecionados foram realizados nos anos de 2007, 2012 e em 2013. Todos foram encontrados em periódicos internacionais, demonstrando que mesmo que esteja concentrada grande parte da produção da planta no Brasil este assunto é de interesse mundial.

Branco et al (2013) avaliaram se as *Ilex paraguariensis* orgânica e convencional podem ter efeitos protetores contra o dano oxidativo induzido por pentilenotetrazol (PTZ) no fígado e soro de ratos. O segundo artigo de Branco et al (2013) investigaram os efeitos anticonvulsivos e neuroprotetores das ervas mate orgânica e convencional (*Ilex paraguariensis*) sobre as convulsões induzidas por PTZ em ratos Wistar.

No primeiro trabalho seus resultados mostraram que ambas *Ilex paraguariensis* evitaram o dano oxidativo induzido por PTZ e a produção de óxido nítrico no fígado e no soro dos ratos. Além disso, impediram a diminuição das defesas enzimáticas e não enzimáticas no fígado e no soro. Em análise histopatológica do fígado mostrou a redução do dano celular induzido por PTZ.

Já em seu segundo estudo, revela que ambas *Ilex paraguariensis* foram capazes de reduzir a frequência de convulsões em relação ao grupo PTZ. Além disso, diminuíram o tempo de convulsões tônico-crônicas em relação ao grupo PTZ. Também foi relatado que as *Ilex paraguariensis* reduziram o dano oxidativo nos lipídeos, proteínas e nos níveis de óxido nítrico e, impediram a diminuição das atividades das enzimas antioxidantes superóxido dismutase, catalase e conteúdo de proteína sulfidrilada quando comparado ao grupo PTZ em todos os tecidos do sistema nervoso central. As amostras não alteraram o comportamento (locomotoção, exploração ou ansiedade) dos animais tratados.

A elevada concentração de polifenóis presentes no extrato aquoso poderia explicar os achados da redução de dano oxidativo, pois esses compostos neutralizam espécies reativas de oxigênio através da modulação da expressão gênica de enzimas antioxidantes e por sua capacidade de quelar metais (Fernandes et al., 2012), prevenindo assim, o estresse oxidativo.

Lima et al (2012), autores do terceiro estudo, objetivaram desenvolver uma bebida inovadora, não-láctea, funcional, probiótica, fermentada usando extrato de *Ilex paraguariensis* como ingrediente natural. Com seu trabalho, demonstraram que os extratos de *Ilex paraguariensis* incluíram xantinas, polifenóis, níveis aceitáveis de cafeína e grande capacidade antioxidante também foram observados para a formulação por eles proposta. Uma vantagem do produto foi a conformidade com as reivindicações orgânicas, pois não houve adição de componentes sintéticos ou conservantes na formulação.

A ação antioxidante encontrada das *Ilex paraguariensis* para as formulações possivelmente está relacionada com os compostos fitoquímicos encontrados, nos quais não divergem dos já relatados na literatura a respeito da *Ilex paraguariensis* convencional (Bracesco et al., 2011).

O quarto estudo avaliou o perfil fenólico por espectrometria de massa por inserção de infusão direta dos extratos orgânicos de *Ilex paraguariensis*, verdes e torrados, e de chá verde. Bem como a sua atividade de eliminação de radicais livres determinada pelo ensaio de DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazila). Os extratos de *Ilex*

paraguariensis, torrada e chá verde expressaram excelente atividade frente ao radical DPPH. Já extratos etéreos de *Ilex paraguariensis* verde e torrada exibiram uma fraca atividade antioxidante. Os extratos etanólicos de *Ilex paraguariensis*, tanto torrados como verdes demonstraram menor teor de compostos fenólicos e apresentaram alta atividade antioxidante, mesmo com concentrações fenólicas muito baixas, o extrato inibiu o radical DPPH em mais de 90%. (Bastos et al., 2007).

A variabilidade de compostos fenólicos e atividade antioxidante presentes na *Ilex paraguariensis* orgânica e convencional encontradas pelo autores do quarto artigo (Bastos et al., 2007) podem ser devido a diferença de solventes utilizados, pois esses extraem compostos diferentes da planta devido sua polaridade (Choze et al., 2010). Rivelli et al (2007) encontraram atividade no extrato de *Ilex paraguariensis* convencional frente ao radical DPPH e os autores avaliaram que a atividade estava relacionada com o ácido clorogênico, extraído com os solventes aquoso e hidroalcoólico da planta.

O estudo realizado por Muller et al (2007) prepararam extratos aquosos e orgânicos de plantas da América do Sul e testaram as atividades anti-herpéticas e antirraiva. Os extratos aquoso de *Ilex paraguariensis* e *Passiflora edulis* e metanólico de *Lafoensia pacari*, *Rubus imperialis* e *Sloanea guianensis* foram mais ativos contra as estirpes de HSV-1 (herpes simples vírus). Porém, a atividade do vírus antirraiva foi detectado apenas para o extrato de *Allamanda schottii*. Logo, estes extratos protegem contra a infecção viral, mas o mecanismo de ação antiviral e as substâncias ativas ainda não foram identificados.

Luckemeyer et al (2012) também evidenciaram a diminuição da replicação do vírus HSV-1 e, ainda, HSV-2 através dos extratos de *Ilex paraguariensis* convencional, sendo a fração mais ativa extraída com acetato de etila. Os autores sugerem que o sinergismo das saponinas, triterpenóides, ácidos cafeico, clorogênico e rutina são os responsáveis pela atividade anti-herpes já que foram os compostos encontrados pelos mesmos no extrato da planta.

A relação da exposição de forma crônica a agrotóxicos, seja no ambiente ou na alimentação, pode desencadear o desenvolvimento de doenças. Em geral, os riscos para a saúde humana decorrentes da exposição a agrotóxicos são o desenvolvimento de câncer, mau formação, danos para o sistema nervoso e funcionamento do sistema endócrino (Rangel et al., 2011). Logo, o cultivo orgânico da *Ilex paraguariensis* tem sido cada vez mais utilizado e estudado devido ao consumo da planta em sua forma convencional.

Conclusões

Diante dos estudos avaliados nesta revisão pode-se concluir que os poucos estudos existentes sobre a *Ilex paraguariensis* orgânica não difere da convencional. Porém, mais estudos tornam-se necessários em relação à *Ilex paraguariensis* orgânica, visto que poucas foram as atividades analisadas até o momento.

Referências Bibliográficas

BOOMSMA, J.; JENSEN, A.; MEYLING, N.; et al. Evolutionary interaction networks of insect pathogenic fungi. *Annu Rev Entomol.*, v. 59, p: 467-485, 2014.

- BRACESCO, N.; SANCHEZ, A.G.; CONTRERAS, V.; MENINI, T.; GUCLIUCCI, A. Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. J. Ethnopharmacol. v. 136, p. 378-384, 2011.
- BRANCO, C.S.; RODRIGUES, A.D.; CESIO, V.; HEINZEN, H.; GODOY, A.; FUNCHAL, C.; COITINHO, A.S.; SALVADOR, M. Organic and Conventional Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil) Improves Metabolic Redox Status of Liver and Serum in Wistar Rats. Antioxidants (Basel), v. 24, n. 3, p: 100-109, 2013.
- CHOZE, R.; DELPRETE, P.G.; LIÃO, L.M. Chemotaxonomic significance of flavonoids, cumarins and triterpenes of *Augusta longifolia* (Spreng.) Rehder, Rubiaceae-Ixoroideae, with new insights about its systematic position within the family. Rev. Bras. Farmacognesia, v. 20, n. 3, p: 295-299, 2010.
- DANI, C.; OLIBONI, L. S.; VANDERLINE, R.; BONATTO, D.; SALVADOR, M.; HENRIQUES, J. A. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally- produced grapes. Food Chem. Toxicol. v. 45, p. 2574–2580, 2007.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2010). Disponível (on line):
https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemaasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=3601&p_r_p_-996514994_topicoId=2901
 Acesso em: 23 de março de 2017.
- FERNANDES E.S.; MACHADO M.O.; BECKER A.M.; ANDRADE F.; MARASCHIN M.; SILVA EL. Yerba mate (*Ilex paraguariensis*) enhances the gene modulation and activity of paraoxonase-2: In vitro and in vivo studies, v. 28, p. 1157-1164, 2012.
- HECK, C.I.; SCHMALKO, M.; MEJIA, E. G. Effect of growing and drying conditions on the phenolic composition of mate teas (*Ilex paraguariensis*). J. Agric. Food Chem. v. 56, n. 18, p. 8394-8403, 2008.
- LOMBARDI-BOCCIA G.; LUCARINI M.; AGUZZI A.; CAPELLONI M. Nutrients and antioxidant molecules in yellow plums (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions: a comparative study. J. Agric. Food Chem. v. 52, n. 1, p. 90-4, 2004.
- LÜCKEMEYER D.D.; MULLER V.DM.; MORITZ M.I.G.; STOCO P.H.; SCHENKEL E.P.; BARARDI C.RM.; REGINATTO F.H.; SIMÕES C.M.O. Effects of *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. (yerba mate) on herpes simplex virus types 1 and 2 replication. Phytotherapy Research, v. 26, n. 4, p. 535–540, 2012.
- MARTIN, J.G.P.; PORTO, E.; ALENCAR, S.M.; et al. Antimicrobial activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) against food pathogens. Rev Argent Microbiol., v. 45, n. 2, p: 93-98, 2013.
- RANGEL C.F.; ROSA A.C.S.; SARCINELLI P.N. Uso de agrotóxicos e suas implicações na exposição ocupacional e contaminação ambiental. Cad. Saúde Colet., Rio de Janeiro, 19 (4): 435-42-435. 2011. Disponível em: <
http://www.iesc.ufrj.br/cadernos/imagens/csc/2011_4/artigos/csc_v19n4_435-442.pdf>. Acesso em: 21 março 2017

- RIVELLI D.P.; SILVA V.V.; ROPKE C.D.; MIRANDA D.V.; ALMEIDA R.L.; SAWADA T.C.H.; BARROS S.B.M. Determinação simultânea de ácido clorogênico, ácido cafeico e cafeína, no extrato aquoso e hidroalcoólico de *Ilex paraguariensis* por CLAE e correlação com a capacidade antioxidante dos extratos por redução do DPPH. Rev. Bras. Cienc. Farm., v. 43, n. 2, p. 215-222, 2007.
- SOLTOFT, M.; NIELSEN, J.; LAURSEN, H.K.; HUSTED, S.; HALEKOH, U.; KNUTHSEN, P. Effects of organic and conventional growth systems on the content of flavor onions and phenolic acids in carrots and potatoes. J. Agric. Food Chem. v. 58, p. 10323-9, 2010.
- ZIELINSKI, A.A.F.; HAMINIUK, C.W.I.; ALBERTI, A.; NOGUEIRA, A.; DEMIATE, I.M.; GRANATO, D. A comparative study of the phenolic compounds and the *in vitro* antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques. Food Research International, v. 60, p: 246-254, 2014.

PROJETO PILOTO DE INVESTIGAÇÃO DOS EFEITOS DO CHIMARRÃO SOBRE A GLICEMIA E O PERFIL LIPÍDICO DE PACIENTES DE UM LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS DA REGIÃO DO ALTO URUGUAI GAÚCHO

Emanuel C. Bertol¹; Ana C. Roginski²; Neiva A. Graziottin³; Alice T. Valduga⁴; Luiz C. Chicota⁵

¹ Bolsista IC/Graduando. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: emanuelbertol3@gmail.com

² Bolsista IC/Graduanda. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: ana_roginski@hotmail.com

³ Professora/Pesquisadora. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: neivagra@uri.com.br

⁴ Professora/Pesquisadora. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: valice@uricer.edu.br

⁵ Professor/Pesquisador. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. sete de setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: chicota@uricer.edu.br

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. HIL) tem recebido significativa atenção nas últimas duas décadas, devido a suas propriedades farmacológicas. Dentre estas, em especial, as propriedades antioxidante, hipocolesterolêmica, anti-hiperglicêmica, vasorelaxante, anti-inflamatória e emagrecedora. O presente estudo teve como objetivo investigar a possível influência do consumo de *Ilex paraguariensis* ST-HILL, na forma de infusão (chimarrão) sobre a glicemia de jejum e o perfil lipídico de pacientes com e sem o hábito do consumo do chimarrão. O presente estudo baseou-se em informações de 51 pacientes coletadas através de questionário para avaliação da glicemia de jejum e hábito de consumo do chimarrão. E 46 pacientes a respeito do perfil lipídico. O questionário foi aplicado nas dependências do laboratório de análises clínicas da UNIMED – Erechim, e os dados obtidos através da consulta dos laudos laboratoriais dos pacientes atendidos. Os mesmos só foram utilizados após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos pacientes. Os dados foram coletados no período de março de 2017. Não foram observadas diferenças nos parâmetros avaliados entre os pacientes consumidores e não consumidores de chimarrão. Este resultado possivelmente ocorreu devido ao pequeno n amostral e dificuldades metodológicas de obter dados fidedignos e padronizados sobre a dieta e exercício físico. Concluímos, portanto, que a confirmação ou refutação desta hipótese, virá da continuidade deste trabalho envolvendo um número maior de pacientes avaliados.

Palavras-chave: Glicemia. Perfil lipídico. Erva-Mate. Estresse Oxidativo.

Introdução

Define-se por perfil lipídico a quantificação sérica do colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade (HDL); lipoproteína de baixa densidade (LDL) e triglicilgliceróis (TG), após jejum de 12 horas.

As dislipidemias se caracterizam por aumento dos níveis séricos de CT e do LDL e diminuição de HDL sendo estes os principais fatores de risco para o desenvolvimento das doenças cardiovasculares, as quais correspondem a 24,9% das causas de óbito no Brasil (GUEDES, 2016).

Estudos randomizados demonstraram que a diminuição dos níveis do CT e do LDL está associada a uma menor incidência de infarto agudo do miocárdio e acidente vascular encefálico. (SIQUEIRA, PITITTO e FERREIRA, 2007).

Outra patologia de prevalência mundial é a diabetes mellitus (DM) (ROCHA, 2016). A Organização Mundial da Saúde (2012) estimou que 1,5 milhões de mortes tiveram como causa direta o diabetes (WHO, 2014). O número de indivíduos com DM aumentou de 153 milhões em 1980 para 382 milhões em 2014 (WILD et al., 2004).

Estudos experimentais em ratos têm demonstrado melhora nos níveis séricos de triacilgliceróis, colesterol e glicose após a administração de extratos de erva-mate (ARÇARI et al, 2009; SILVA et al, 2011; HUSSEN et al, 2011).

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. HIL) tem recebido a atenção significativa nas últimas duas décadas, devido a suas propriedades farmacológicas (CRUZ, 2016). Dentre estas, em especial, sobre as propriedades antioxidante, hipocolesterolêmica, anti-hiperglicêmica, vasorelaxante, anti-inflamatória e emagrecedora (BASTOS et al., 2007; HECK; DE MEJIA, 2007; BRACESCO et al., 2011).

Objetivos

Investigar a possível influência do consumo de *Ilex paraguariensis* ST-HILL. na forma de infusão (chimarrão) sobre a glicemia de jejum e o perfil lipídico de pacientes com e sem o hábito do consumo do chimarrão.

Metodologia

Delineamento experimental

Trata-se de um estudo longitudinal.

O presente estudo baseou-se em informações de 51 pacientes (34 femininos, idade média de $48,4 \pm 17,4$ anos e 17 masculinos, média de idade de $48,8 \pm 16,5$ anos) coletadas através de questionário para avaliação da glicemia de jejum e hábito de consumo do chimarrão. Também foram coletadas informações a respeito do perfil lipídico de 46 pacientes (35 femininos, idade média de $49,4 \pm 17,1$ anos e 11 masculinos, idade média de $50,1 \pm 15,5$ anos). O questionário foi aplicado nas dependências do laboratório de análises clínicas da UNIMED – Erechim, e os dados obtidos através da consulta dos laudos laboratoriais dos pacientes atendidos. Os dados foram coletados no período de março de 2017.

CrITÉRIOS de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão foram: realizar avaliação de glicemia de jejum (G); CT; HDL; LDL; TG e ser plenamente imputáveis.

Já os critérios de exclusão, uso de medicamentos para o controle da glicemia e/ou hipocolesterolêmico, foram os determinantes.

Aspectos legais

Os pacientes aptos a participar da pesquisa, foram convidados e informados sobre os objetivos do presente trabalho. Após esclarecidas todas as dúvidas dos pacientes e em caso de concordância, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Somente após a concordância dos pacientes e assinatura dos termos, os dados dos envolvidos foram coletados.

O presente projeto foi aprovado pela Comissão de Ética na Pesquisa em Humanos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Erechim.

Resultados e Discussão

Os pacientes foram inicialmente divididos em relação ao hábito ou não do consumo do chimarrão, conforme apresentado na **Tabela 1**. Foi avaliada paralelamente na **Tabela 2** a frequência de consumo do chimarrão dos pacientes classificados como consumidores.

Tabela 1. Avaliação do hábito de consumo de chimarrão nos pacientes avaliados.

Hábito de consumo de chimarrão		
Consumo	Glicemia	Perfil lipídico
Sim	44	41
Não	7	5
Total Os	autores 51	46

Tabela 2. Frequência de consumo de chimarrão. Dados apresentados em porcentagem (%).

Frequência de consumo (%)		
Vezez por semana	Glicemia	Perfil lipídico
1 a 2	13.6	14.6
2 a 3	9.1	7.3
3 a 5	15.9	17.1
Todos os dias	56.8	58.5
Esporadicamente	4.5	2.4

Fonte: Os autores (2017).

Não foram observadas diferenças nos parâmetros avaliados entre os pacientes consumidores e não consumidores de chimarrão, conforme demonstrado na **Tabela 3**.

Tabela 3. Resultados da avaliação da glicemia de jejum e perfil lipídico em pacientes consumidores e não consumidores de chimarrão. Dados apresentados em média $\pm$ desvio padrão.

Parâmetros avaliados	Consumidores	Não consumidores	Valores de referência (mg/dL)
Glicose (mg/dL)	92.1 $\pm$ 15.8	99.6 $\pm$ 25.1	70 – 99
Colesterol Total (mg/dL)	191.7 $\pm$ 51.2	192.8 $\pm$ 40.4	150 - 169
LDL (mg/dL)	115.2 $\pm$ 42.9	112.6 $\pm$ 36.4	100 - 129
HDL (mg/dL) *	55.1 $\pm$ 14.4	60.8 $\pm$ 9.3	$\geq$ 45
Triglicerídeos (mg/dL)	131.5 $\pm$ 61.5	105.6 $\pm$ 54.8	100 – 129

*Valores desejáveis.

Fonte: Os autores

(2017).

Com intuito de eliminar possíveis interferentes, foram avaliados mediante a aplicação de questionário sobre dieta, realização ou não de atividade física, frequência e natureza da atividade realizada. Não foram observadas diferenças sobre estes parâmetros entre os consumidores e não consumidores de chimarrão.

Conclusões

Não foram encontradas diferenças quanto a glicemia de jejum e perfil lipídico entre consumidores e não consumidores de chimarrão. Este resultado possivelmente ocorreu devido ao pequeno n amostral e dificuldades metodológicas de obter dados fidedignos, padronizados sobre a dieta e exercício físico. Concluimos, portanto, que a confirmação ou refutação desta hipótese, virá da continuidade deste trabalho envolvendo um número maior de pacientes avaliados.

Agradecimentos

A URI – Erechim pelo apoio institucional e a UNIMED – Erechim, por permitir a realização deste estudo.

Referências Bibliográficas

- ARÇARI, D. P. *et al.* Antiobesity effects of yerba maté extract (*Ilex paraguariensis*) in High-fat Diet-induced Obese Mice. **Obesity**. v. 17, n. 12, p. 2127-2133, 2009.
- BASTOS, D. H. M., *et al.* Yerba maté : Pharmacological properties, research and biotechnology. **Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 37-46, 2007.
- BRACESCO, N., *et al.* Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 136, n. 3, p. 378-384, 2011.
- CRUZ, F. A. **Identificação dos ácidos ursólicos e oleanólico no plasma de indivíduos saudáveis após a ingestão aguda de erva-mate (*Ilex paraguariensis*, A. St. -Hil.)**. 2016. 125 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia) - Programa de Pós-Graduação em Farmácia, Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- GUEDES, R. F. *et al.* Análise do perfil lipídico e dos fatores de risco associados a doenças cardiovasculares em acadêmicos da área da saúde de Juiz de Fora. **H. U. Revista**, Juiz de Fora, v. 42, n. 2, p. 159-164, 2016.
- HECK, C. I.; DE MEJIA, E. G. Yerba mate tea (*Ilex paraguariensis*): A comprehensive review on chemistry, health implications, and technological considerations. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 9, 2007.
- HUSSEIN, G. M. E. *et al.* Mate tea (*Ilex paraguariensis*) promotes satiety and body weight lowering in mice: involvement of glucagon-like peptide-1. **Biol. Pharm. Bull.** v. 34, n. 12, p. 1849-1855, 2011.
- ROCHA, D. S. **Estudo do metabolismo de ratos diabéticos submetidos ao tratamento com erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia) - Instituto de ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- SILVA, R. D. *et al.* The effect of aqueous extract of gross and commercial yerba mate (*Ilex paraguariensis*) on intra-abdominal and epididymal fat and glucose levels in male Wistar rats. **Fitoterapia**. v. 82, n. 6, p. 818-826, 2011.
- SIQUEIRA, A. F. A.; PITITTO, B. A.; FERREIRA, S. R. G. Doença cardiovascular no diabetes mellitus: análise dos fatores de risco clássicos e não-clássicos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v.51, n.2, p.257-267, 2007.
- WILD, S. *et al.* Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. **Diabetes Care**. v. 27, n. 5, p. 1047-1053, 2004.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global health estimates: deaths by cause, age, sex and country, 2000-2012. 2014.

EXTRATO SECO DE *Ilex paraguariensis* St. Hil. PREVINE DÉFICIT DE MEMÓRIA INDUZIDO POR ESCOPOLAMINA EM CAMUNDONGOS

Julia L. Nonnenmacher¹; Ana C. Konzen¹; Mayara Breda²; Helissara S. Diefenthaler⁴; Juliana Roman⁴; Alice T. Valduga⁵; Luis C. Chicota⁵; Neiva Grazziotin⁴; Silvana S. Roman⁵

¹ Bolsista IC/Graduando Curso de Farmácia. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. Sete de Setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: julia_nonnenmacher@outlook.com

² Bolsista IC/Graduando Curso de Ciências Biológicas. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. Av. Sete de Setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil. Email: mayarabreda@hotmail.com

⁴ Mestre, Docente da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. . Av. Sete de Setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil.

⁵ Doutor, Docente da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, URI Erechim. . Av. Sete de Setembro, 1621, Erechim-RS, Brasil.

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma espécie natural da América do Sul, pertencente à família Aquifoliaceae e possui um importante papel econômico, social e ecológico para as regiões produtivas como o Sul do Brasil. O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial estimulante psicomotor do extrato seco de *I. paraguariensis*, na dose de 5mg.Kg⁻¹ por via oral em camundongos pelo teste da esQUIVA inibitória. Utilizou-se 24 camundongos machos, divididos em 4 grupos: EXT+ESC, recebeu via oral a dose de 5mg.Kg⁻¹ do extrato de erva mate e pela via intraperitoneal escopolamina (3mg.Kg⁻¹); veículo+EXT; CAF+ESC que recebeu pela via oral solução de cafeína na dose de 5mg/kg e pela via intraperitoneal escopolamina e veículo+ESC. A administração do extrato ou veículo foi realizada 45 minutos anteriores à sessão treino. As administrações intraperitoneais de escopolamina e/ou solução aquosa (veículo) foram realizadas 15 minutos após o pré-tratamento com extrato ou veículo, ou seja, 30 minutos antecedendo a tarefa comportamental. O tratamento estatístico dos dados foi realizado pelo teste da análise de variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey. Durante a sessão treino na memória de curta duração os animais do grupo EXT+ESC e CAF+ESC ficaram menos tempo na plataforma quando comparado com os animais do grupo veículo+ESC. A latência da sessão treino e teste mostrou que o grupo CAF+ESC permaneceu menor tempo na plataforma quando comparado ao grupo veículo+ESC. Na memória de longa duração, não foram encontradas diferenças significativas entre os animais dos diferentes grupos durante o treino, teste e latência de descida. O extrato de erva mate na dose de 5mg.Kg⁻¹ protegeu o déficit de memória induzido pela escopolamina no teste de esQUIVA inibitória de curta duração, mostrando uma alternativa no tratamento de doenças cognitivas.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*. EsQUIVA inibitória. Déficit cognitivo.

Introdução

O uso de plantas medicinais tem sido relatado em muitas comunidades e tornou-se prática muito comum na medicina popular, sendo considerada um tratamento adicional ou alternativo para a melhoria da saúde (BALBINOT, 2013). A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma espécie natural da América do Sul (BORGES et al., 2013), pertencente à família Aquifoliaceae (ALBAS et al., 2014) e que possui um importante papel econômico, social e ecológico para as regiões produtivas como o Sul do Brasil, o Norte e o Leste da Argentina e do Paraguai. Através da industrialização das folhas e ramos da erva-mate obtém-se o produto destinado à preparação de bebidas tônicas conhecidas como chimarrão (infusão de folhas verdes e secas em água quente), tererê (MELO et al., 2007) (infusão de folhas verdes e secas

em água fria) e na forma de chá preto (BORGES et al., 2013) (infusão de folhas torradas em água quente). A infusão de erva-mate é uma bebida estimulante; elimina a fadiga, estimula a atividade física e mental, atuando benéficamente sobre os nervos e músculos e favorecendo o trabalho intelectual. Possui vitaminas do complexo B, que atuam nos músculos, nervos e atividade cerebral, e vitaminas C e E, que agem como defesa antioxidante e apresentam benefícios sobre os tecidos do organismo (SERAFIM, 2016). Segundo Andrade et al. (2014), o extrato da erva-mate preparado na forma de chimarrão tem potencial emagrecedor, hipoglicemiante, hipolipemiante, ansiogênico leve, além de aumentar o HDL-colesterol e o peristaltismo intestinal quando utilizado subcronicamente. Estudos sobre a erva-mate revelam diversas propriedades nutritivas e farmacêuticas tais como: antioxidante, antimicrobiana (BIASI; GRAZZIOTIN; HOFFMANN Jr, 2009), diurética, digestiva, cicatrizial e estimulante (ANDRADE et al., 2014).

O perfil fotoquímico da *Ilex paraguariensis* apresenta várias classes incluindo flavonóides, metilxantinas (BIASI; GRAZZIOTIN; HOFFMANN Jr, 2009), cafeína (xantina) e vitaminas (MELO et al., 2007). Dentre estes compostos, a cafeína é um dos mais estudados e hoje é uma das substâncias mais utilizadas no mundo e compõe inúmeros tipos de bebidas e alimentos. Está presente principalmente no café, chocolate, chás, bebidas energéticas, refrigerantes à base de cola e guaraná (MCARDLE, 2011). Apresenta ação farmacológica variada provocando, dentre outros efeitos o aumento da disponibilidade energética, melhora do desempenho cognitivo e aumento da capacidade de concentração, devido estimulação do sistema nervoso central (POSSANI et al., 2013).

Com base no exposto acima, os produtos naturais claramente consistem em importantes fontes de novas moléculas para o tratamento farmacológico de diversas doenças. As doenças relacionadas a déficits de memória, como a doença de Alzheimer e a doença de Parkinson, tem se tornado prevalente na população, decorrente, dentre outros fatores, de uma maior expectativa de vida da mesma. Não existe na atualidade nenhuma droga eficaz na reversão da doença de Alzheimer, fazendo com que as drogas disponíveis sejam paliativas. Sendo assim, são necessários estudos para a identificação de novas moléculas com atividades biológicas relevantes para a prevenção de doenças neurodegenerativas. Considerando que a *Ilex paraguariensis* Saint Hilair é amplamente produzida em nossa região e tendo o conhecimento de suas propriedades estimulantes pela presença de altas concentrações de cafeína, o objetivo do estudo foi avaliar o potencial estimulante de extrato seco de *I. paraguariensis*, na dose de 5mg.Kg⁻¹ por via oral em camundongos.

Metodologia

Coleta da planta

A escolha da planta foi realizada de acordo com os resultados obtidos do estudo realizado pelo grupo de pesquisa da Dr. Alice Valduga que avaliou a concentração de cafeína em diferentes progênies de *Ilex paraguariensis* A. ST. HIL. Desta forma, a progênie escolhida foi a que apresentou maior concentração de cafeína no total de peso seco, sendo 4,5%.

A coleta da progênie selecionada foi realizada no município de Barão de Cotegipe (latitude: 27° 37' 15" S; longitude: 52° 22' 47" W; altitude: 687m) em janeiro de 2014. A planta foi submetida à secagem à 35°C em estufa com circulação de ar até peso constante e triturado.

Preparação do extrato

O método extrativo utilizado foi a percolação fracionada conforme descrito por Simões et al. 2010.

Para o preparo do extrato foram utilizadas 5g de folhas secas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. com 50 ml do solvente etanol 70° GL. O solvente com a planta foi deixado no percolador por um período de 24h. Após, foi realizado o fracionamento e levado ao dessecador para obtenção do extrato seco. Em seguida, foi determinada a quantidade de extrato necessária para a obtenção da dose de 5mg.Kg⁻¹ e, em seguida, o pó seco foi ressuspenso em água destilada e administrado nos animais conforme o peso individual de cada animal.

Delineamento experimental

A dose do extrato de erva mate de 5mg.Kg⁻¹ foi definida após testes de toxicidade. Para a realização da tarefa comportamental, foram utilizados 24 camundongos machos, os quais foram divididos em 4 grupos com 8 animais cada: o grupo EXT+ESC que recebeu via oral a dose de 5mg.Kg⁻¹ do extrato de erva mate e pela via intraperitoneal escopolamina na dose de 3mg.Kg⁻¹; o grupo veículo+EXT, o qual recebeu via oral o extrato de erva mate e pela via intraperitoneal solução aquosa (veículo); o grupo CAF+ESC que recebeu pela via oral solução de cafeína na dose de 5mg.Kg⁻¹ e pela via intraperitoneal escopolamina e o grupo veículo+ESC, o qual recebeu pela via intraperitoneal escopolamina na dose de 3mg.Kg⁻¹ e pela via oral a solução aquosa (veículo).

A administração do extrato ou veículo foi realizada 45 minutos anteriores à sessão treino (aquisição). As administrações intraperitoneais de escopolamina e/ou solução aquosa foram realizadas 15 minutos após o pré-tratamento com extrato ou veículo, ou seja, 30 minutos antecedendo a tarefa comportamental.

Teste Comportamental de Memória Aversiva

A memória aversiva de curta e longa duração foi verificada pelo teste da esquiiva inibitória, conforme protocolo de Marques (2004). O teste de esquiiva inibitória foi realizado em uma caixa de condicionamento, com face frontal de vidro. Na extremidade esquerda da caixa encontra-se uma plataforma de madeira de 8 cm de largura e 25 cm de comprimento, situada a 5 cm do chão da caixa. No restante da caixa o assoalho é formado por uma grade de barras de inox, as quais apresentam 0,2 cm de diâmetro e encontram-se separadas umas das outras por um espaço de 1 cm (**Figura 1**). Na sessão treino os animais foram colocados delicadamente de frente para o fundo da caixa, e ao descer com as quatro patas nas grades de inox receberam um choque elétrico de 0,4 mA, durante 2 segundos e a latência de descida foi registrada. Logo após os animais eram retirados do equipamento e colocados em suas caixas de origem. Nas sessões teste (24 horas pós-treino para memória de longa duração e 90 minutos pós-treino para memória de curta duração) o animal foi reexposto ao equipamento, mas com a extinção do choque elétrico. A diferença entre o tempo de descida (latência) da sessão teste e da sessão treino foi tomada como medida de memória. Foi estabelecido um teto máximo de latência de descida da plataforma correspondente a 60 segundos na sessão treino e 180 segundos na sessão teste, igualmente para todos os grupos de modo que as latências superiores a estes padrões foram consideradas como tais (ROESLER et al., 2003).



Fonte: ZANELLA, 2011.

Figura 1: Aparato de Esquiva Inibitória

Análise estatística

A análise dos dados foi realizada no Programa GraphPad Prism 6.0 utilizando o teste da análise de variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey e expressos em média±Desvio Padrão. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$.

Resultados e Discussão

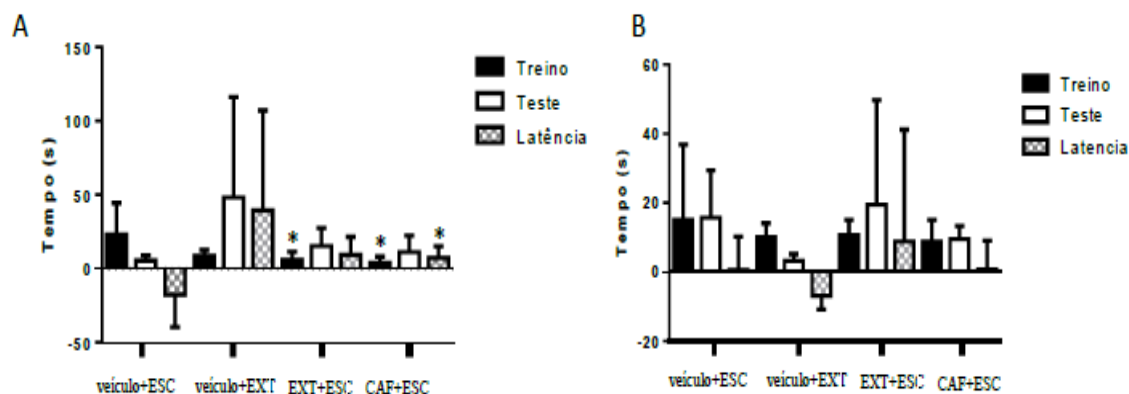
Memória aversiva pelo Teste da Esquiva Inibitória

A esquiva inibitória é uma tarefa caracterizada como aversiva, na qual o animal aprende a inibir uma resposta (descer da plataforma), a fim de evitar um estímulo aversivo (o choque elétrico 0,4 mA). Uma vez que há uma punição para a atividade exploratória natural de um roedor, por meio do choque, a sessão treino é capaz de induzir a formação de uma memória de curta ou de longa duração. A memória pode ser medida na sessão teste, na qual o animal é reexposto ao aparelho com a ausência do choque (PIERI, 2015).

A **Figura 2A** mostra que durante a sessão treino na memória de curta duração os animais do grupo EXT+ESC e CAF+ESC ficaram menos tempo na plataforma quando comparado com os animais do grupo veículo+ESC, mostrando que tanto o extrato de erva mate, assim como a cafeína, protegeu o déficit causado pela escopolamina, sugerindo um efeito neuroprotetor neste modelo de déficit cognitivo. A cafeína, composto presente na erva-mate, é o psicoestimulante mais consumido no mundo, e sabe-se que afeta os processos humanos básicos e fundamentais, como sono, excitação, cognição e aprendizagem e memória. Funciona como um bloqueador não seletivo de receptores de adenosina e tem relação com a sinalização neural no sistema nervoso central. Estudos em que são utilizados antagonistas de receptores de adenosina, como a cafeína, para bloquear os subtipos de receptores A1 e A2a da adenosina mostraram reduzir os danos físicos, celulares e moleculares causados por doenças neurodegenerativas tais como as doenças de Parkinson e de Alzheimer. Interessantemente, outros estudos utilizando agonistas dos receptores de adenosina também demonstraram proporcionar um efeito neuroprotetor em vários modelos de doenças neurodegenerativas através da redução da liberação excitatória de neurotransmissores, apoptose e respostas inflamatórias, entre outros (RIVERA-OLIVER e DÍAZ-RIOS, 2014).

Avaliando a latência da sessão treino e teste observou-se que o grupo CAF+ESC permaneceu menor tempo na plataforma quando comparado ao grupo veículo+ESC (**Figura 2A**), resultado já esperado, pois o grupo veículo+EXT não foi induzido ao déficit cognitivo.

Analisando os resultados da memória de longa duração na **Figura 2B**, pode-se observar que os animais do grupo EXT+ESC permaneceram mais tempo na plataforma durante o teste quando comparado ao treino, porém sem diferenças significativas. Este resultado vem de encontro com os dados encontrados para a memória de curta duração, indicando o possível efeito positivo sobre déficit causado pela escopolamina.



Os resultados são expressos em média $\pm$ desvio padrão (n=8). * diferença em relação ao veículo+ESC.

Figura 2: Efeitos do extrato de erva mate sobre o déficit de memória induzido por escopolamina na tarefa de esquiva inibitória de curta duração (A) e de longa duração (B).

Conclusão

O extrato de erva mate na dose de 5mg.Kg^{-1} protegeu o déficit de memória induzido pela escopolamina no teste de esquiva inibitória de curta duração, mostrando uma alternativa no tratamento de doenças cognitivas.

Agradecimentos

FAPERGS.

Referências

- ALBAS, C. S.; SOUZA, J. P.; NAI, G. A.; PARIZI, J. L.S. Avaliação da genotoxicidade da *Ilex paraguariensis* (erva mate) pelo teste do micronúcleo. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v.16, n.2, p.345-349, 2014.
- ANDRADE, L. B.; ZENARO, L. C.; LOCATELLI, C.; SANTOS, P. Efeitos metabólitos e comportamentais do extrato aquoso de erva mate (*Ilex paraguariensis*) em ratos Wistar submetidos a um dieta hipercalórica. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde**, v.3, p.16-19, 2014.
- BALBINOT, S.; VELASQUEZ, P. G.; DÜSMAN, E. Reconhecimento e uso de plantas medicinais pelos idosos do Município de Marmeleiro – Paraná. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, SP, v.15, n.4, supl.I, p.632-638, 2013.
- BIASI, B.; GRAZZIOTIN, N. A.; HOFMANN Jr, A. E. Atividade antimicrobiana dos extratos de folhas e ramos da *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Abr./Jun., 2009.

- BORGES, A. C. P.; DARTORA, N. RIL, F. T.; GOLÇALVES, T. L. VALDUGA, A. T. Evaluación del contenido de cafeína em la oxidación em hojas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista de Ciência e Tecnologia**, n.20, p.38-43, 2013..
- MARQUES, C. P. **Análise dos efeitos da morina sobre a memória de reconhecimento e esquivia inibitória em ratos**. 50 f. Dissertação (Mestrado em Gerontologia Biomédica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Porto Alegre-RS, 2004.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutriçãoe desempenho humano**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- MELO, S. S. et al. Efeito da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A.ST.HIL.) sobre o perfil metabólico em ratos alimentados com dietas hiperlipídicas. **Alimentos e nutrição**, v.18, n.4, p.439-447, 2007.
- PIERI, C. H. **Avaliação da atividade mnemônica das frações butanólica e rica em saponinas de *Ilex paraguariensis***. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas - Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.
- POSSANI, L. M. M et al. Cafeína previne a inibição causada pela fenilalanina sobre a piruvatocinase em córtex cerebral de ratos. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 145-151, 2013.
- RIVERA-OLIVER, M; DÍAZ-RÍOS, M. Using caffeine and other adenosine receptor antagonists and agonists as therapeutic tools against neurodegenerative diseases: **A review. Life Sci**, p.1-9, 2014.
- ROESLER, R.; SCHRÖDER, N.; VIANNA, M. R. Differential involvement of hippocampal and amygdalar NMDA receptors in contextual and aversive aspects of inhibitory avoidance memory in rats. **Brain Res.**, v.975, p.207-213, 2003.
- SERAFIM, R. A. **Efeito da aplicação de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) assitido por ultrassom na estabilidade oxidativa de linguiça suína**. Dissertação – Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Londrina, 2016.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK. P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. Ed. Florianópolis, 2010.

HIDROGRAFIA DA REGIÃO PRODUTORA DE ERVA-MATE: SUBSÍDIO PARA DELIMITAÇÃO GEOGRÁFICA

Valci Francisco Viera¹; Denilson Dortzbach¹; Adriano M. de Souza¹; Kleber Trabaquini¹; Wilian da Silva Ricce¹

¹ Pesquisador. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Epagri/Ciram. Rod. Admar Gonzaga, 1347, Florianópolis-SC, Brasil. Email: denilson@epagri.sc.gov.br

Resumo: A caracterização da rede hidrográfica pode ser um importante fator para a tomada de decisão na delimitação geográfica de uma área. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo é realizar a caracterização da hidrografia da região do Planalto Norte Catarinense como subsidio para delimitação geográfica desse território. O estudo foi realizado por meio de levantamentos históricos e relacionado com o número de produtores de erva-mate na região, na qual se observa na área de estudo três das principais bacias hidrográficas da região sul do Brasil. Posteriormente no ArcGis, utilizando a base hidrográfica do IBGE na escala 1:000.000, o modelo digital de terreno da região e definição dos divisores de água, foi proposta a divisão da área com base na hidrografia. A maior parte da área de estudo pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, com destaque para o rio Negro, afluente da margem esquerda do rio Iguaçu, e divide os estados do Paraná e de Santa Catarina em todo seu percurso. Seus principais tributários no lado catarinense são os rios Negrinho, Preto, São João e Canoinhas. Os demais afluentes do Rio Iguaçu ocorrentes na área são os rios Paciência, Rio Preto, Timbó e Tamanduá. Além do rio Iguaçu, são observadas na área de estudo redes de drenagem pertencente a bacias costeiras que estão situadas no leste do Estado, que correspondem as cabeceiras do Rio Itajaí do Norte. Na parte oeste da área de estudo, encontram-se as nascentes do Rio do Peixe em Calmon, entre as serras da Taquara Verde e do Espigão, pertencente a Bacia do Rio Uruguai. Assim a área do Rio Iguaçu é uma proposta para delimitação do território, entretanto, devem ser consideradas outras variáveis para a delimitação de uma IG, sendo essa apenas uma variável para a definição do território.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica. Planalto Norte Catarinense. Bacia do Paraná.

Introdução

A Rede Hidrográfica do estado de Santa Catarina é constituída por dois sistemas independentes de drenagem: sistema integrado da vertente do interior (Bacia Paraná-Uruguai) e o sistema de vertente atlântica, formada por um conjunto de bacias isoladas. A região da IG do Planalto Norte de Santa Catarina se refere a área onde se delimitam três das principais bacias hidrográficas da região sul do Brasil: (i) rio Itajaí-Açu-Açu, maior rio costeiro do estado de Santa Catarina; (ii) rio Paraná, representado pela sua sub-bacia do rio Iguaçu e; (iii) o rio Uruguai, representado pela sub-bacia do Rio do Peixe (Sordi et al., 2015).

A erva-mate é endêmica do Sul da América e a área de ocorrência é coincidente com bacias hidrográficas dos rios Paraná, Paraguai, Iguaçu e Uruguai (Gerhardt, 2013). As formações naturais se concentram ao norte do Estado de Santa Catarina (Planalto Norte) e segundo Klein (1969), a espécie é rara na mata pluvial atlântica, não sendo encontrada no litoral. Já nas matas subtropicais do Alto Uruguai, ocorre somente nos pontos de contato com os pinhais, sendo ausente na mata sem ocorrência da Araucária (Klein, 1972).

Nesse sentido, busca-se a implantação de uma indicação geográfica no intuito de proporcionar a valorização do espaço de produção e produtos. Além disso, tem-se a proteção do nome geográfico em relação a outros produtores não vinculados à área delimitada,

preservação de particularidades de produtos regionais, estímulo a melhoria qualitativa dos produtos devido aos controles sobre a produção ou elaboração e investimentos no local de produção (Silveira e Vargas, 2007).

Para isso são necessários subsídios que possam colaborar para a delimitação geográfica da área, que deve ser respaldada por argumentos técnicos, devendo considerar-se sempre o levantamento histórico-cultural e os fatores naturais presentes na região. É o conjunto dessas relações que convêm elucidar e articular para se chegar à delimitação desejada (Silva et al., 2009).

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi realizar a caracterização da hidrografia da região do Planalto Norte Catarinense como subsidio para delimitação geográfica desse território.

Metodologia

A região de estudo foi baseada em levantamentos históricos e relacionada com o número de produtores de erva-mate na região (**Figura 1**). A região encontra-se sobre contextos geológicos distintos. O alto curso do rio Negro e toda porção Leste da bacia estão assentados sobre o Complexo Granulítico de Santa Catarina que é uma unidade geotectônica constituída por rochas metamórficas de alto grau. Já o médio e baixo cursos do rio Negro encontram-se sobre as rochas da borda oriental da Bacia Sedimentar do Paraná com litologias como: argilitos várvidos, ritmitos, diamictitos, arenitos, conglomerados, folhelhos várvidos e siltitos (Scheibe, 1986). Estes dois contextos geológicos também refletem em dois tipos de relevo. A leste encontram-se os derrames de lavas básicas, intermédias e ácidas da Serra Geral (Marques e Ernesto, 2004).

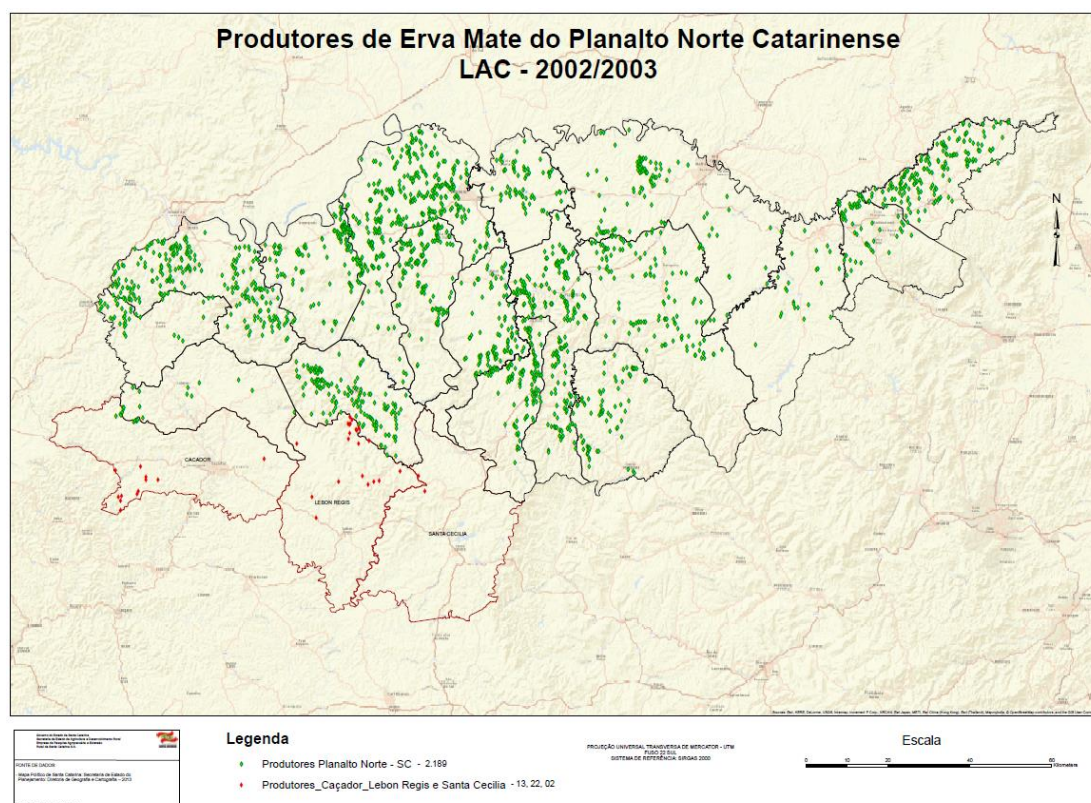


Figura 1. Mapa com os produtores de erva-mate do Planalto Norte Catarinense.

Foi utilizada a base hidrográfica do IBGE (2016) na escala 1:1.000.000, com auxílio do SRTM - Shuttle Radar Topography Mission para a caracterização da altitude da região e definição dos divisores de água, processados no ArcGis.

Resultados e Discussão

A maior parte da área de estudo pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, sendo a segunda região com menor densidade demográfica do Estado de Santa Catarina, com destaque para o rio Negro, afluente da margem esquerda do rio Iguaçu, e divide os estados do Paraná e de Santa Catarina em todo seu percurso. Suas nascentes na Serra do Mar estão a aproximadamente 1.200 metros de altitude (Peluso Jr., 1986). Tem suas nascentes nos municípios catarinenses de Campo Alegre, São Bento do Sul, Rio Negrinho, Mafra, Itaiópolis, Papanduva, Três Barras, Monte Castelo, Major Vieira e sua foz localiza-se no município de Canoinhas. De acordo com dados de Santa Catarina (1986) a sub-bacia hidrográfica do rio Negro possui 9.580 km², sendo 5.944 km² em território catarinense. Estes afluentes exibem perfis longos e suaves, de baixa declividade. Em geral, possuem baixa amplitude altimétrica e são contínuos, não apresentam rupturas de declividade, o que reforça que esses canais apresentam-se bem equilibrados.

O rio Negro apresenta gradiente altimétrico aproximado de 400 m. Porém, cerca de 350 m do total do gradiente é alcançado já nos primeiros 50 km percorridos, restando aos outros 300 km apenas 50 m de amplitude altimétrica. A altimetria da bacia apresenta um relevo suave no interior da bacia com altitudes predominantes entre as cotas 750 e 950 m (Koene, 2012).

Seus principais tributários no lado catarinense são os rios Negrinho, Preto, São João e Canoinhas. O rio Canoinhas é o mais importante afluente do rio Negro, possui área territorial de 1.443 km² e extensão de 143 km, com suas nascentes no município de Monte Castelo, mais especificamente na serra do Espigão; vários afluentes compõem a sua bacia, destacando-se o rio Bonito e Rio da Serra. Além do rio Negro os demais afluentes do rio Iguaçu ocorrentes nas IG são os rios Paciência, Rio Preto, Timbó e Tamanduá.

O rio Paciência tem suas nascentes no município de Bela Vista do Toldo e sua Foz em Canoinhas. O rio Preto é afluente do Rio Iguaçu e tem suas nascentes no município de Canoinhas e a foz na divisa entre os municípios de Ireneópolis e Canoinhas. O rio Timbó nasce nas encostas da Serra do Espigão, subcadeia da Serra Geral nos municípios de Santa Cecília e Lebon Regis, tem como afluentes na margem esquerda os rios Caçador Grande, rio Bonito e rio dos Pardos e na margem direita os rios da Areia, afluente do rio Tamanduá e rio Timbozinho. Estende-se do sudeste para o noroeste por aproximadamente 100 quilômetros até encontrar o rio Tamanduá, que lhe é paralelo, prosseguindo até sua foz no rio Iguaçu do qual é um dos mais importantes tributários. O rio Tamanduá no seu curso passa pelo município de Timbó Grande, onde faz fronteira deste com os municípios de Major Vieira, Bela Vista do Toldo e Canoinhas, encontrando o rio Timbó na divisa entre Ireneópolis e Porto União. O rio Tamanduá possui suas nascentes e foz localizadas no município de Porto União.

Além das drenagens que seguem para o rio Iguaçu, são observadas na área de estudo redes de drenagem pertencente a bacias costeiras que estão situadas no leste do Estado e tem na bacia do rio Itajaí-Açu seu curso de drenagem mais importante. Na área da IG abrange parte das nascentes, que correspondem as cabeceiras do Rio Itajaí do Norte localizado nos municípios de Papanduva, Itaiópolis e Santa Terezinha, situado entre as serras do Espigão, Iraputã e Moema, com uma área de drenagem dentro da área.

Taquara Verde e do Espigão, pertencente a Bacia do Rio Uruguai.

único para a delimitação, sendo esse apenas mais uma variável para a definição do território.

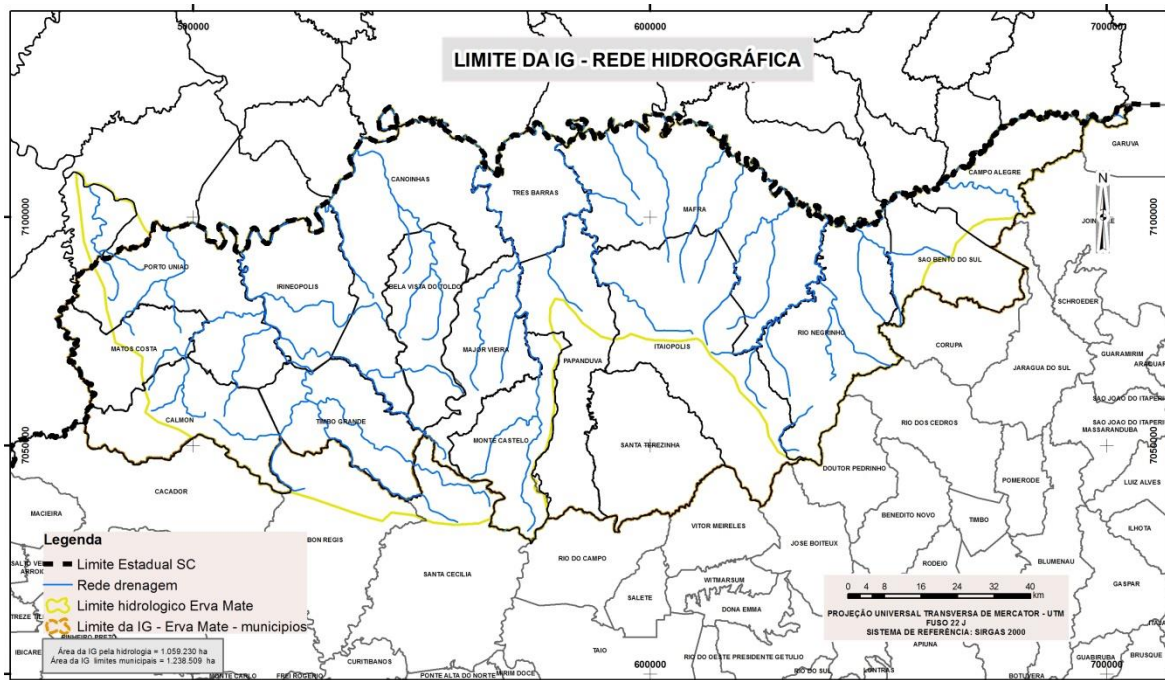


Figura 2. Mapa hidrográfico da região do Planalto Norte Catarinense

Conclusões

da IG da erva-mate.

Agradecimentos

Ao Ministério de Agricultura, Pesca e Abastecimento (MAPA) pelo apoio no projeto de indicação geográfica.

Referências Bibliográficas

- GERHARDT, M. História Ambiental da erva-mate. Tese (Doutorado em História), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2013, 290p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de vegetação do Brasil, escala 1:1.000.000. Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de Recursos Naturais: Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/acervo_radam_brasil/ Acesso em 22 de setembro de 2016.
- KLEIN, R.M. Árvores nativas da ilha de Santa Catarina. *Insula*, Florianópolis, (3): 12, 1969.
- KLEIN, R.M. Árvores nativas da floresta subtropical do Alto Uruguai. *Sellowia*, Itajaí, 24 (24) : 17, 1972.
- KÖENE, R. A influência do relevo da bacia hidrográfica do rio Negro nas inundações graduais ocorridas na cidade de Rio Negro/PR. In: IX Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012, Rio de Janeiro, Anais... 2012.
- MARQUES, L.S.; ERNESTO, M. O Magmatismo Toleítico da Bacia do Paraná. In: NETO, V.M.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.; BRITO-NEVES, B.B.de. (Coordenadores), *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Editora Beca, 2004, p. 245-263.
- SANTA CATARINA - GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL, SUBCHEFIA DE ESTATÍSTICA, GEOGRAFIA E INFORMÁTICA. *Atlas de Santa Catarina*. Florianópolis, 1986. 173p.
- SCHEIBE, L. F. Geologia de Santa Catarina. *Revista Geosul*, No. 1. Ano I. Departamento de Geociências, CFH, UFSC. Florianópolis. 1986.
- SILVA, A.L.; CERDAN, C.; VELLOSO C.Q.; DELPHINE, V. Delimitação geográfica da área: Homen, história e natureza. In: *Curso de propriedade intelectual e inovação no agronegócio: Módulo II. Indicação geográfica*. Pimentel Otavio Luiz (ed.). Brasília: MAPA p. 164-190, 2009.
- SILVEIRA, V.C.P.; VARGAS, I.C.S. Indicações Geográficas no Brasil: possibilidades para os produtores da área de produção ambiental do Ibirapuitã, Rio Grande do Sul. In: *Congresso da SOBER*. 2007.
- SORDI, M.V; SALGADO, A.A.R.; PAISANI, J.C. Evolução do relevo em áreas de tríplice divisor regional de águas - o caso do Planalto de Santa Catarina: análise da rede hidrográfica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, nº 3, p. 435-447, 2015.

O RELEVO COMO FATOR NA DELIMITAÇÃO DA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA DA ERVA-MATE

Valci Francisco Viera¹; Denilson Dortzbach¹; Adriano M. de Souza¹; Kleber Trabaquini¹; Wilian da Silva Ricce¹

¹ Pesquisador. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Epagri/Ciram. Rod. Admar Gonzaga, 1347, Florianópolis-SC, Brasil. Email: valci@epagri.sc.gov.br

Resumo: A definição de parâmetros para a delimitação da área de uma indicação geográfica é de extrema importância. Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi de caracterizar geomorfológicamente a região produtora de erva-mate do Planalto Norte Catarinense, no intuito de verificar a possibilidade de auxiliar na delimitação geográfica da área da Indicação geográfica. O estudo baseou-se no mapa Geomorfológico do estado de Santa Catarina, que foi georreferenciado. Foi também gerado o mapa de declividade que teve como base o SRTM. Os resultados demonstraram que a área de estudo apresenta sete regiões geomorfológicas, das quais se destacam o Patamar Oriental da Bacia do Paraná (Unidade Patamar de Mafra), que representa 50,5 % do total da área e o Planalto das Araucárias, composto pelas unidades Planalto dos Campos Gerais e Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai que correspondem juntos a 25,67 % do total da área. Predomina na área relevo ondulado (41,5 %), suave ondulado (26,81 %) e forte ondulado (21,18 %). O estudo permite separar regiões homogêneas na área, entretanto com a heterogeneidade observada destaca-se a necessidade de utilização de outros parâmetros que possam melhor caracterizar ambientalmente esse território. Considerando-se apenas as diferenças apresentadas em relação a relevo, sugere-se para a delimitação da área de estudo a exclusão das unidades geomorfológicas da Serras do Tabuleiro/Itajaí e os Patamares do Alto Rio Itajaí.

Palavras-chave: Geomorfologia. Declividade. Planalto Norte Catarinense.

Introdução

A erva-mate é endêmica e existiu na forma silvestre exclusivamente no Sul da América, com concentração que corresponde hoje a maior parte da Região Sul do Brasil e parte do Estado do Mato Grosso do Sul, à província de Misiones na Argentina e ao Leste do Paraguai (Gerhardt, 2013). Em Santa Catarina, ocorre principalmente no Planalto Norte Catarinense, desde Campo Alegre, até o Extremo Oeste, com destaque para o Planalto Norte Catarinense que produz a erva-mate em sistema agroflorestal. Nesse sentido, buscando a valorização da erva-mate na região, planeja-se a instituição de uma indicação geográfica para a região (Oliveira e Rotta, 1985). Estudos vêm sendo realizados para reconhecimento da região como produtora de erva-mate em sistema agroflorestal.

Nesse sentido, a caracterização ambiental é uma das etapas fundamentais nesse processo, e a geomorfologia, juntamente com a declividade pode ser uma ferramenta fundamental para delimitação dessa região. O relevo do estado de Santa Catarina é caracterizado pela existência de duas grandes unidades morfoestruturais separadas entre si pela Serra do Mar e pela Serra Geral (Peluso-Júnior, 1986). O litoral abrange a planície litorânea e as escarpas das serras. A área do planalto, por sua vez, pode ser dividida entre região nordeste (onde os canais drenam para o rio Iguaçu) e região sudeste e oeste (onde os rios drenam para o Uruguai).

Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi de caracterizar geomorfologicamente a região produtora de erva-mate do Planalto Norte Catarinense, no intuito de dar subsídios como suporte para delimitação geográfica da Indicação geográfica.

Metodologia

A área de estudo foi delimitada com base em levantamentos históricos e relacionada com o número de produtores de erva-mate na região. A maior parte da área de estudo se localiza na borda leste da Bacia do Paraná, onde aflora uma sucessão de rochas sedimentares gondwânicas e os derrames de lavas básicas, intermédias e ácidas da Serra Geral (Marques e Ernesto, 2004). Afloram os sedimentos quaternários e uma faixa de rochas magmáticas e metamórficas pré-cambrianas no leste, que constituem a Serra do Mar (Almeida e Carneiro, 1998).

A área do planalto pode ser dividida entre região nordeste (onde os canais drenam para o rio Iguaçu) e região sudeste e oeste (onde os rios drenam para o Uruguai). A principal formação vegetal é a Floresta Ombrófila Mista e enquadra-se no clima mesotérmico Cfb, com verões mais úmidos que os invernos, chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo do ano, no mês mais quente a temperatura média é inferior a 22 °C (Santa Catarina, 1986).

O mapa geomorfológico do estado de Santa Catarina foi baseado nos estudos de Santa Catarina (1986), na escala 1:1.000.000, scanneado na resolução de 600 dpi e georreferenciado no ArcGis 10.4, com posterior digitalização das unidades geomorfológicas. O mapa de declividade foi gerado a partir do mosaico das cenas do radar interferométrico (SRTM), com resolução espacial de 30 x 30 m (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>). O MDE, no formato raster, foi trabalhado no módulo ArcMap do ArcGIS, na extensão Spatial Analyst, resultando no mapa clinográfico (declividade).

Resultados e Discussão

A área da IG situa-se no contexto das principais áreas serranas do estado de Santa Catarina: A Serra Geral, Serra do Repartimento/Espigão e Serra do Mar, que possuem feições orográficas de grande importância para a dinâmica morfológica, hídrica e até mesmo urbana e social no estado de Santa Catarina (Sordi et al., 2015). Essas Serras constituem o divisor entre as três das maiores bacias hidrográficas da região sul do Brasil: i) a Serra Geral se constitui no limite entre as bacias costeiras e oceânicas (Itajaí-Açu/Paraná (Iguaçu) e Itajaí-Açu/ Uruguai); ii) Serra do Mar se constitui no limite entre as bacias costeiras e oceânicas (Iguaçu/Itapocu e Rio Cachoeira) e iii) as Serras do Repartimento e Espigão dividem as bacias hidrográficas do Paraná (Iguaçu)/Uruguai.

Nesse artigo são destacadas as regiões geomorfológicas da região de estudo baseadas nos trabalhos de Santa Catarina (1986) que destaca na área de estudo, a ocorrência as regiões geomorfológicas do Planalto das Araucárias; Patamar Oriental da Bacia do Paraná; Planalto Centro Oriental de Santa Catarina; Escarpas e Reversos da Serra do Mar e Serras do Leste Catarinense (**Figura 1**).

A principal unidade geomorfológica é o Patamar de Mafra que pertence a Região Oriental da Bacia do Paraná que corresponde a 50% da área total (**Tabela 1**). Nessa unidade o relevo é uma superfície regular, quase plana, que no conjunto é individualizado como um patamar intermediário, predominantemente constituído por uma superfície colinosa. O limite desta unidade com o Planalto dos Campos Gerais é, em alguns pontos, a costa da Serra Geral, com um desnível de cerca de 300m em média (Santa Catarina, 1986).

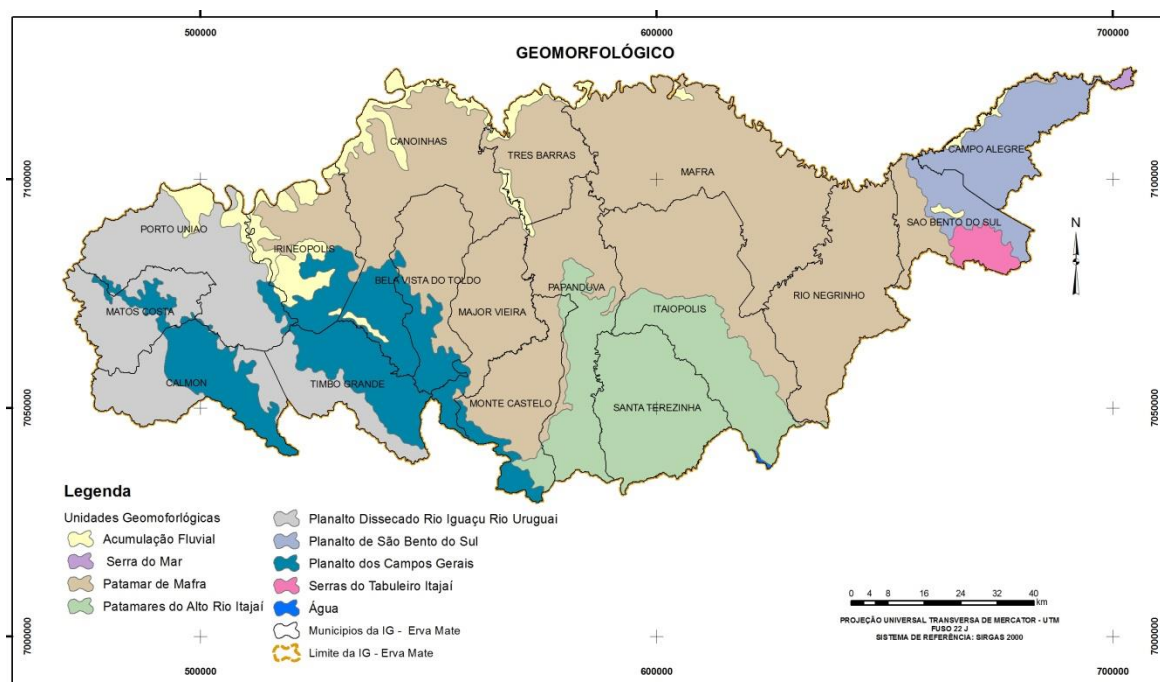


Figura 1. Mapa geomorfológico da região do Planalto Norte Catarinense.

Tabela 1. Área das regiões e unidades geomorfológicas na região do Planalto Catarinense.

Região	Unidade	Área (km ²)	%
Escarpas e Reversos da Serra do Mar	Serra do Mar	14,59	0,12
Serras do Leste Catarinense	Planalto de São Bento do Sul	663,73	5,34
Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina	Serras do Tabuleiro/Itajaí	110,07	0,89
Patamar Oriental da Bacia do Paraná	Patamares do Alto Rio Itajaí	1.727,61	13,91
Planalto das Araucárias	Patamar de Mafra	6.234,11	50,20
	Planalto dos Campos Gerais	1.449,84	11,67
	Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai	1.738,66	14,00
Depósitos Sedimentares	Acumulação Fluvial	477,19	3,84

Na região do Planalto das Araucárias destaca a Unidade Geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai, que corresponde a 14 % da área total, disseminada em áreas descontínuas e caracterizadas por um relevo muito dissecado, com vales profundos e encostas em patamares, e com cotas altimétricas que ultrapassam os 1.000 m na borda leste.

Ainda nesta região, Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais, apresenta-se distribuída em blocos isolados pela unidade geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai, estando topograficamente situada acima desta unidade circundante. Corresponde a restos de uma superfície de aplainamento e à fragmentação em blocos ou compartimentos, regionalmente conhecidos como Planalto de Palmas, Planalto do Capanema,

Planalto de Campos Novos, e é consequência de processos de dissecação desenvolvidos ao longo dos principais rios.

A Região das Escarpas e Reversos da Serra do Mar compreende a Unidade Geomorfológica Serra do Mar que ocorre apenas no extremo nordeste do estado, desde o limite com o Paraná até aproximadamente o município de Joinville, com um conjunto de cristas e picos separados por vales em forma de “V” e com cotas de até 1.500 m. A amplitude altimétrica é elevada devido à profundidade dos vales, chegando, em alguns pontos, a mais de 400 m. A Unidade Geomorfológica Planalto de São Bento do Sul ocorre no extremo norte do estado, junto à fronteira com o Paraná, entre a Serra do Mar e o Patamar de Mafra, tendo como principal centro urbano São Bento do Sul. O relevo é de formas colinosas, que localmente mostram certa concordância topográfica e parecem corresponder a restos de uma superfície de aplanamento. As cotas altimétricas estão entre 850 e 950 m e as características gerais desta unidade se prolongam através do Estado do Paraná (Santa Catarina, 1986).

As Planícies Colúvio-aluvionares correspondem a uma superfície plana, rampeada suavemente para leste em alguns trechos descontínuos. Sob o ponto de vista de origem de formação, pode ser enquadrada como área de transição entre influências continentais e marinhas (Thomé et al., 1999).

Na região do Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina - Unidade Geomorfológica Patamares do Alto Rio Itajaí, a adaptação da rede de drenagem à estrutura monoclinial da bacia do Paraná é responsável pela intensa dissecação que ocorre nesta unidade, cujo maior exemplo é o vale do Rio Itajaí do Norte ou Hercílio.

Na **Figura 2** observa-se predominância de relevo plano e suave ondulado na parte centro norte que representa a unidade geomorfológica do Planalto de Mafra.

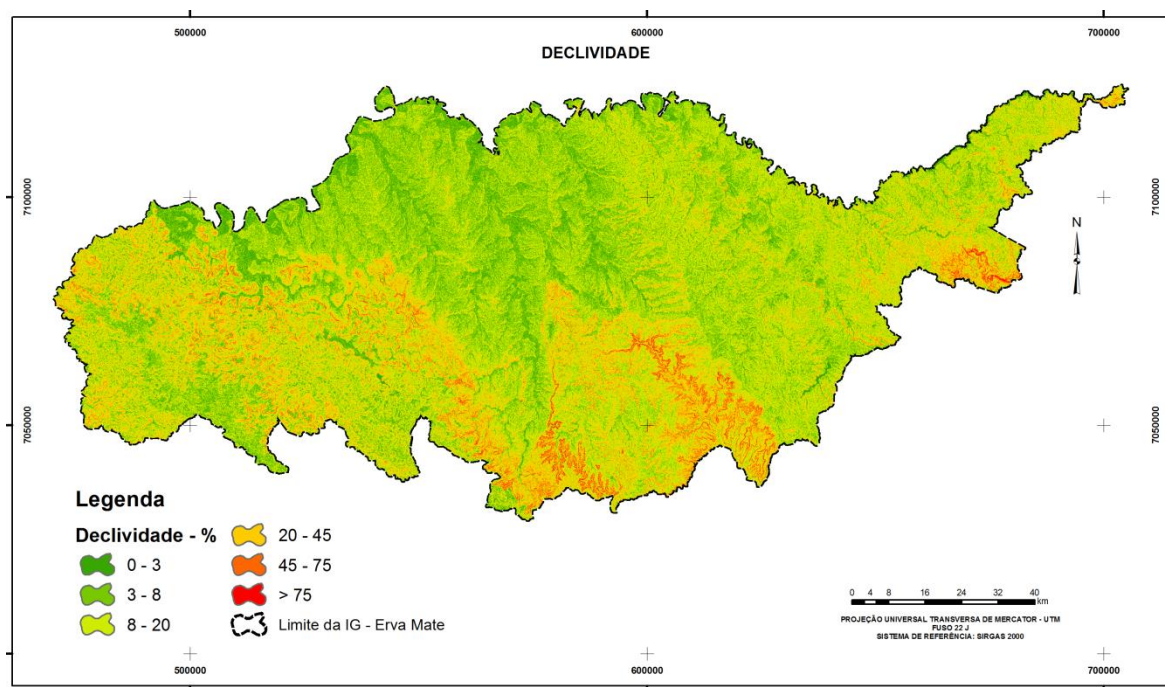


Figura 2. Mapa geomorfológico da região do Planalto Norte Catarinense.

Predomina na área relevo ondulado (41,5 %), suave ondulado (26,81 %) e forte ondulado (21,18 %), conforme observado na **Tabela 2**. As maiores declividades são observadas na parte centro sul da região, correspondendo aos municípios de Santa Terezinha e parte de Papanduva e Itaiópolis. Além da região sul do município de São Bento do Sul.

Tabela 2. Classes de relevo de ocorrência região do Planalto Catarinense.

Classe de relevo	Declividade (%)	Área (km²)	%
Plano	0 – 3	877,97	7,09
Suave Ondulado	3 – 8	3319,96	26,81
Ondulado	8 – 20	5139,36	41,50
Forte Ondulado	20 – 45	2622,56	21,18
Montanhoso	45 – 75	385,76	3,11
Escarpado	>75	39,41	0,32

Conclusões

O estudo permite separar regiões homogêneas na área, entretanto com a heterogeneidade observada destaca-se a necessidade de utilização de outros parâmetros que possam melhor caracterizar ambientalmente esse território. Considerando-se apenas as diferenças apresentadas em relação a relevo, sugere-se para a delimitação da área de estudo a exclusão das unidades geomorfológicas da Serras do Tabuleiro/Itajaí e os Patamares do Alto Rio Itajaí.

Agradecimentos

Ao Ministério de Agricultura, Pesca e Abastecimento (MAPA) pelo apoio no projeto de indicação geográfica.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, F.F.M., CARNEIRO, C.D.R. Origem e evolução da Serra do Mar. Revista Brasileira de Geociências, 28, n. 2. p. 135-150, 1998.
- GERHARDT, M. História Ambiental da erva-mate. Tese (Doutorado em História), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2013, 290p.
- MARQUES, L.S.; ERNESTO, M. O Magmatismo Toleítico da Bacia do Paraná. In: NETO, V.M.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.; BRITO-NEVES, B.B.de. (Coordenadores), Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Editora Beca, 2004, p. 245-263.
- OLIVEIRA, Y.M.; ROTTA, E. Área de distribuição natural da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). EMBRAPA/IBDF. Documentos, 15, 17-35, 1985.
- PELUSO JUNIOR, V.A. Entrevista. Revista Geosul, nº 1, ano 1, Florianópolis, Editora da UFSC, 1986, p. 90-105.
- SANTA CATARINA - GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL, SUBCHEFIA DE ESTATÍSTICA, GEOGRAFIA E INFORMÁTICA. Atlas de Santa Catarina. Florianópolis, 1986. 173p.
- SORDI, M.V; SALGADO, A.A.R.; PAISANI, J.C. Evolução do relevo em áreas de tríplex divisor regional de águas - o caso do Planalto de Santa Catarina: análise da rede hidrográfica. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 16, nº 3, p. 435-447, 2015.
- THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H.J.; PANDOLFO, C.; SILVA JÚNIOR, V.P.; BACIC, I.L.Z.; LAUS NETO, J.A.; GEBLER, E.F.; DALLE ORE, J.A.; ECHEVERRIA, L.C.R.; RAMOS, M.G.; CAVALHEIRO, C.N.R.; DEEKE, M.; MATTOS, J.F.; SUSKI, P.P. Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina:(versão

preliminar). Florianópolis:1999. In: XI Congresso Brasileiro de 144 144
Agrometeorologia.(1999:Florianópolis). Anais. CD-ROM Florianópolis:
SBA/EPAGRI/UFSM/UDESC, 1999. p. 414-423.

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs) DURANTE LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROCESAMIENTO DE LA YERBA MATE (*I. paraguariensis* St. Hil.)

Ana E. Thea¹; Darío Ferreira²; Luis A. Brumovsky³, Miguel E. Schmalko⁴

¹ Becaria Postdoctoral CONICET. FCEQyN - Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones (Argentina) Email: anaeugeniathea@gmail.com

² Profesor/Investigador. FCEQyN - Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones (Argentina) Email: darioferre@arnet.com.ar

³ Profesor/Investigador. FCEQyN - Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones (Argentina) Email: lab@fceqyn.unam.edu.ar

⁴ Profesor/Investigador. FCEQyN - Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1552, Posadas, Misiones (Argentina) Email: mesh@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: El objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de HAPs en la yerba mate durante el proceso de manufactura e identificar la(s) etapa(s) donde se incorporan al producto. Para ello, se estudió la presencia de cuatro HAPs (benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b)fluoranteno y benzo(a)pireno, denominados en conjunto PAH4) en muestras de yerba mate sin procesar, yerba mate zapecada y yerba mate canchada (secada) provenientes de 13 establecimientos industriales que cuentan con diferentes sistemas de procesamiento. La identificación y cuantificación de los PAH4 fue realizada mediante cromatografía líquida de alta resolución con detección de fluorescencia (HPLC-FLD). El contenido de PAH4 de la yerba mate sin procesar osciló entre no detectable y 2,8 µg/kg de la materia seca, mientras que en la yerba mate zapecada los niveles de PAH4 variaron entre no cuantificable y 222,0 µg/kg de la materia seca y en la yerba mate canchada entre 9,5 y 227,5 µg/kg de la materia seca. En los establecimientos en los que se utilizaron métodos de secado directo en la manufactura de la yerba mate, se observó que el producto fue incrementando el contenido de HAPs de manera significativa ($p < 0,05$) a lo largo del procesamiento (yerba mate sin procesar < yerba mate zapecada < yerba mate secada). Se estudiaron dos establecimientos en los que la yerba mate fue secada utilizando aire caliente (secado indirecto). En estos casos, se observó una reducción del contenido total de HAPs luego de la etapa de secado. Los resultados indican que los tratamientos térmicos directos aplicados a la materia prima son los responsables de la incorporación de HAPs al producto.

Palabras clave: yerba mate, hidrocarburos aromáticos policíclicos, manufactura.

Introducción

El procesamiento primario de la yerba mate (*I. paraguariensis* St. Hil.) incluye tres etapas: el zapecado, el secado y la molienda gruesa o canchado. Durante el zapecado, las ramas de *I. paraguariensis* son expuestas a la acción directa de la llama y gases de combustión provenientes del quemado de leña, chips, virutas y/o aserrín de madera, a altas temperaturas (500 °C) durante unos pocos minutos (2-4 min). Luego del zapecado, el material es secado entrando en contacto con una mezcla de aire y gases de combustión producto del quemado de diversos tipos de biomasa forestal. Las condiciones de secado, principalmente la temperatura de entrada de los gases de combustión y el tiempo de contacto entre éstos y las ramas de yerba mate varían de acuerdo al tipo de secadero; a) en los secaderos rotatorios, la temperatura de entrada de los gases supera los 200 °C y el tiempo de residencia del material es menor a 1 h; b) en los secaderos de cinta, la temperatura de entrada de los gases varía entre 80 °C y 120 °C y los tiempos de residencia del material entre 3 h y 6 h; y c) en los secaderos

de tipo barbacuá (de lecho fijo), las ramas se secan a temperaturas cercanas a los 80 °C, durante un período de tiempo que varía entre 6 y 24 h (Schmalko, 2005).

Muchos contaminantes químicos se forman durante la combustión incompleta de la materia orgánica utilizada como combustible en el procesamiento de los alimentos, entre los que se encuentran los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) (IARC, 2010). En el año 2015, la Comunidad Europea legisló los límites máximos permitidos para los HAPs en diversos alimentos, entre ellos, complementos alimenticios que contengan sustancias botánicas y sus preparados, hierbas y especies secas (Reglamento N° 1933, 2015). Estos requerimientos se expresan en términos de benzo[a] pireno (BaP), único HAP considerado carcinogénico para el hombre, y de PAH4 (suma de benzo[a] antraceno (BaA), criseno (Chry), benzo[b] fluoranteno (BbF) y BaP).

Durante las etapas de zapecado y secado, la exposición de las ramas de yerba mate al contacto directo con los gases de combustión provenientes de la quema de biomasa lignocelulósica, contribuye significativamente a la contaminación del producto con HAPs (Camargo y Toledo, 2002; Zuin et al., 2005; Kamangar et al., 2008; Ziegenhals et al., 2008; Vieira et al., 2010; Golozar et al., 2012; García Londoño et al., 2014). Para evitar la contaminación de las ramas de *I. paraguariensis* con HAPs durante el proceso de elaboración de la yerba mate, las condiciones de procesamiento deben ser estrictamente controladas. Es por esto que, el estudio de cada uno de los procesos involucrados durante la manufactura, desde el cultivo hasta la obtención del producto final, es de suma importancia para identificar los sitios probables de contaminación, con el fin de recomendar prácticas que reduzcan la concentración de HAPs en la yerba mate elaborada.

El objetivo principal del presente trabajo fue determinar la presencia de HAPs en la yerba mate durante el proceso de manufactura en diferentes establecimientos industriales e identificar la(s) etapa(s) donde se incorporan al producto.

Materiales y métodos

Reactivos: Se utilizó una mezcla patrón de los 4 HAPs (BaA, Chry, BbF, BaP) de concentración 10 ng/μL (Supelco, Bellefonte, PA, USA). Los solventes (ciclohexano y acetonitrilo) y el agua grado HPLC fueron adquiridos de Merck Chemicals (Buenos Aires, Argentina).

Muestras: Las muestras de yerba mate durante las etapas de elaboración del producto fueron obtenidas de 13 establecimientos industriales diferentes, cuyas características se resumen en la **Tabla 1**. Se tomaron muestras de ramas de *I. paraguariensis* a lo largo de las etapas de manufactura de la yerba mate, a saber: 1) yerba mate sin procesar (en la playa de recepción del producto), 2) yerba mate zapecada y 3) yerba mate canchada.

Determinación de HAPs: Se realizó una extracción asistida con ultrasonido utilizando ciclohexano como disolvente, con una posterior purificación del extracto con cartuchos comerciales de extracción en fase sólida (SPE) (Bond Elut SI, 3 mL, 500 mg) (Agilent Technologies, Lake Forest, CA, USA) (Agilent Technologies). Una alícuota del extracto (5 μL) fue inyectada en un cromatógrafo Shimadzu Prominence equipado con un detector de fluorescencia (RF-10A XL). Para la separación de los compuestos se utilizó una columna Supelcosil™ LC-PAH column (250 x 4,6 mm, 5 μm) (Supelco, Bellefonte, PA, USA). La fase móvil utilizada fue una mezcla acetonitrilo/agua en gradiente. Cabe destacar que, el método analítico propuesto para la determinación de los 4 HAPs estudiados, fue validado y se verificó su ajuste a los criterios mínimos de rendimiento establecidos en el Reglamento N° 836/2011 de la Comunidad Europea para los métodos de determinación del contenido de HAPs en matrices alimentarias.

Análisis estadístico: El análisis estadístico se realizó utilizando el software Statgraphics Centurion XV (2009). Los niveles de HAPs en las diferentes etapas del procesamiento primario de la yerba mate fueron comparados utilizando el test de Wilcoxon para muestras relacionadas. Para evaluar la influencia de las condiciones de operación de cada etapa en la contaminación de la yerba mate con HAPs, se utilizó el test de Kruskal-Wallis. Todas las pruebas estadísticas se realizaron con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 1. Características de los establecimientos yerbateros estudiados

Establecimiento	Combustible zapecado	Secado				
		Secadero	Tiempo	Temperatura	Combustible	Presecado
A	Leña	De cinta	4,5 horas	100-120 °C	Leña	Sí
B	Leña	De cinta	3 horas	80-100 °C	Leña	Sí
C	Leña	De cinta	4 horas	100-125 °C	Leña	Sí
D	Leña	De cinta	3 horas	80-100 °C	Leña	Sí
E	Chips	De cinta	5,5 horas	90-120 °C	Chips	Sí
F	Chips	De cinta	5 horas	100-140 °C	Chips	No
G	Chips	De cinta	3,25 horas	110-120 °C	Chips	Sí
H	Chips	De cinta	3,5 horas	110 °C	Chips	No
I	Viruta y aserrín	De cinta	4,5 horas	110-115 °C	Aire caliente	Sí
J	Chips	De cinta	5 horas	90-100 °C	Aire caliente	No
K	Leña	De catre	18 horas	90-100 °C	Leña	No
L	Chips	De catre	18 horas	85-100 °C	Chips	No
M	Viruta y aserrín	Rotatorio (3 tambores)	Tambora 1: 15 min Tambora 2: 15 min Tambora 3: 20 min	Tambora 1: 90 °C Tambora 2: 90 °C Tambora 3: 120 °C	Tambora 1: Chips Tambora 2: Leña Tambora 3: Chips	No

Resultados y Discusión

Los niveles de cada uno de los HAPs estudiados en las muestras de yerba mate sin procesar, yerba mate zapecada y yerba mate canchada provenientes de 13 establecimientos yerbateros de Argentina se presentan en la Tabla 2.

Si bien la presencia de HAPs fue demostrada en las ramas de yerba mate sin procesar, el contenido de HAPs fue incrementándose con el avance a través del proceso, excepto en los establecimientos I y J (establecimientos con método indirecto de secado) en los que se observó una reducción del contenido total de HAPs luego de la etapa de secado.

Las posibles fuentes de contaminación de los alimentos de origen vegetal con HAPs, son los HAPs medioambientales, por simple deposición atmosférica (Camargo y Toledo, 2003; Bishnoi et al., 2006) o los HAPs formados durante la manipulación y/o procesamiento de los mismos. Los procesos industriales de los alimentos de origen vegetal que incluyen una etapa de secado, contribuyen a la contaminación del producto final con HAPs, específicamente procesamientos en los que se aplica el secado directo, donde el material vegetal entra en contacto con gases de combustión. Existen numerosos trabajos científicos que demuestran la presencia de altos niveles de HAPs en té (Lin et al., 2005; Duedahl-Olesen et al., 2015; García Londoño et al., 2015), café (Camargo y Toledo, 2002; Tfouni et al., 2013; Duedahl-Olesen et al., 2015), aceites vegetales (Camargo et al., 2012; Tfouni et al., 2014), entre otros.

A lo largo de las diferentes etapas de elaboración, las ramas de yerba mate son expuestas a la acción directa de la llama y gases de combustión provenientes del quemado de diferentes tipos de biomasa forestal. Así, los HAPs formados, se acumulan sobre las ramas de yerba mate que ofrecen una gran área superficial, contaminándolas (Ziegenhals et al., 2008; Vieira et al., 2010; Golozar et al., 2012; García Londoño et al., 2014).

Como puede observarse, los niveles de contaminación en cada una de las etapas del procesamiento primario de *I. paraguariensis* fueron altamente variables. El contenido de PAH4 de las muestras de yerba mate sin procesar varió entre no detectable y 2,8 µg/kg de la materia seca, indicando distintos niveles de contaminación de la materia prima utilizada en la elaboración de la yerba mate. Asimismo, el contenido de PAH4 de las muestras de yerba mate en cada una de las etapas de elaboración mostró una gran dispersión, indicando distintos niveles de contaminación del producto en los diferentes establecimientos industriales a lo largo del procesamiento primario. En las muestras de yerba mate zapecada, las concentraciones totales de los 4 HAPs estudiados se ubicaron entre no cuantificable y 222,0 µg/kg de la materia seca. En el caso de la yerba mate canchada, el contenido de PAH4 varió entre 9,5 y 227,5 µg/kg de la materia seca. La Unión Europea, en su Reglamento N° 1933 (UE, 2015) vigente a partir de abril del 2016, establece los niveles máximos permitidos para BaP (10 µg/kg) y PAH4 (50 µg/kg) en ciertos alimentos de origen vegetal deshidratados. Cabe destacar que 3 de las muestras de yerba mate zapecada (establecimientos B, G y J) superaron los límites máximos permitidos por la Comunidad Europea respecto al contenido de HAPs. Refiriéndonos a la yerba mate canchada, las muestras provenientes de 9 de los 13 establecimientos estudiados (B, D, E, G, H, J, K, L y M) no consiguieron ajustarse a dichos requerimientos.

Tabla 2. Contenido de HAPs (µg/kg de la materia seca) (media±desvío estándar, n = 2) de la yerba mate a lo largo de la manufactura.

Establecimientos	YERBA MATE SIN PROCESAR											
	BaA			Chry			BbF			BaP		PAH4
A	<LOQ	±	-	ND	±	-	<LOQ	±	-	<LOQ	±	NC
B	ND	±	-	ND	±	-	ND	±	-	<LOQ	±	NC
C	ND	±	-	ND	±	-	0,7	±	0,04	<LOQ	±	0,7
D	ND	±	-	ND	±	-	ND	±	-	ND	±	ND
E	<LOQ	±	-	<LOQ	±	-	<LOQ	±	-	0,4	±	0,05
F	ND	±	-	ND	±	-	ND	±	-	ND	±	ND
G	ND	±	-	ND	±	-	<LOQ	±	-	<LOQ	±	NC
H	ND	±	-	ND	±	-	<LOQ	±	-	ND	±	NC
I	0,6	±	-	<LOQ	±	-	1,3	±	-	0,4	±	0,04
J	ND	±	-	ND	±	-	ND	±	-	0,3	±	0,07
K	0,9	±	0,04	1,0	±	0,02	0,6	±	0,02	0,3	±	0,05
L	<LOQ	±	-	<LOQ	±	-	1,4	±	0,06	ND	±	1,4
M	<LOQ	±	-	ND	±	-	<LOQ	±	-	<LOQ	±	NC
Establecimientos	YERBA MATE ZAPECADA											
	BaA			Chry			BbF			BaP		PAH4
A	<LOQ	±	-	<LOQ	±	-	<LOQ	±	-	<LOQ	±	NC
B	16,9	±	2,88	32,5	±	4,77	21,6	±	3,52	23,3	±	3,83
C	1,0	±	0,08	10,3	±	0,13	4,0	±	0,07	2,7	±	0,25
D	1,2	±	0,10	24,9	±	0,62	5,2	±	0,51	1,2	±	0,02
E	0,7	±	0,00	<LOQ	±	-	0,8	±	0,04	0,9	±	0,12
F	2,4	±	0,43	2,0	±	0,08	2,5	±	0,47	2,8	±	0,20
G	4,9	±	0,07	9,2	±	0,22	8,5	±	0,21	13,8	±	0,24
H	<LOQ	±	-	<LOQ	±	-	<LOQ	±	-	<LOQ	±	NC
I	2,3	±	0,31	4,0	±	0,21	2,0	±	0,24	1,5	±	0,11
J	40,1	±	4,73	50,6	±	4,09	53,7	±	6,61	77,6	±	9,92
K	0,9	±	0,04	1,0	±	0,02	0,6	±	0,02	0,3	±	0,05
L	ND	±	-	1,4	±	0,03	0,9	±	0,07	ND	±	-
M	0,9	±	0,06	4,5	±	0,33	3,6	±	0,25	6,6	±	0,51
Establecimientos	YERBA MATE CANCHADA											
	BaA			Chry			BbF			BaP		PAH4
A	12,3	±	1,70	6,5	±	0,43	9,1	±	1,40	3,8	±	0,58
B	31,8	±	1,94	60,7	±	4,37	41,9	±	2,01	40,1	±	1,98
C	7,3	±	0,06	16,9	±	0,28	8,0	±	0,02	6,7	±	0,02
D	12,3	±	0,74	42,7	±	4,67	13,3	±	1,41	14,7	±	1,82
E	20,0	±	1,67	14,4	±	2,98	15,3	±	0,62	23,6	±	1,10
F	3,7	±	0,31	2,0	±	0,10	3,2	±	0,42	4,2	±	0,09
G	44,4	±	2,96	47,5	±	2,06	58,3	±	2,14	77,3	±	1,53
H	9,9	±	0,66	13,3	±	0,40	14,7	±	1,31	16,5	±	1,58
I	2,9	±	0,07	3,1	±	0,09	2,0	±	0,04	1,5	±	0,16
J	21,8	±	0,60	30,0	±	0,30	31,5	±	0,05	33,1	±	0,42
K	68,6	±	0,63	82,6	±	0,10	24,8	±	0,85	17,5	±	0,61
L	8,4	±	0,41	44,1	±	3,04	16,9	±	0,27	11,3	±	0,11
M	37,4	±	0,42	41,8	±	0,28	35,9	±	0,91	32,0	±	1,63

<LOQ: Menor al límite de cuantificación; ND: no detectado; NC: no cuantificable

En los 11 establecimientos que utilizan métodos de secado directo, se comprobaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en los contenidos de PAH4 de la yerba mate antes del zapecado y después del zapecado y antes del secado y después del secado. Esto revela que los niveles de contaminación de la yerba mate zapecada y canchada fueron aumentando a lo largo del proceso, siendo significativamente superiores luego de cada tratamiento sucesivo y en concordancia con lo expuesto por Vieira et al. (2010). Si bien existe una gran uniformidad en los equipos utilizados en la etapa de zapecado en los 11 establecimientos estudiados, la biomasa forestal utilizada como combustible durante el proceso fue de diversos tipos (véase la Tabla 1). Se estudió la influencia del tipo de combustible en el contenido de PAH4 de la yerba mate zapecada, no hallándose diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). En cuanto a los niveles de contaminación de la yerba mate canchada, los parámetros estudiados también presentaron un alto grado de dispersión. La alta variabilidad observada, puede ser debida a la heterogeneidad existente en los equipos de secado utilizados (cinta, catre, rotatorio), al tiempo de residencia del producto, los diferentes combustibles, y la inclusión o no de la etapa de presecado en el proceso global. Se estudió la influencia de estos factores comprobándose que ninguno influye de manera significativa en los niveles de contaminación con HAPs de la yerba mate canchada obtenida por secado directo ($p > 0,05$). En las muestras de yerba mate provenientes de los establecimientos I y J, en los que se utiliza el método indirecto en la etapa de secado, se pudo observar un aumento en el contenido de PAH4 en la yerba mate tras la etapa de zapecado y una reducción del contenido total de HAPs luego de la etapa de secado (nótese que el establecimiento I incluye la etapa de *pre-secado* en el proceso de manufactura, por esta razón debemos tener en cuenta que la yerba mate ingresó a la etapa de secado indirecto con un contenido de PAH4 de 31,2 $\mu\text{g/kg}$). La reducción observada pudo ser debida a procesos de degradación térmica y química que sufren los HAPs al ser sometidos a ciertas condiciones ambientales, dando como resultado la formación de oxi-derivados y nitro-derivados de los HAPs, compuestos poliaromáticos que exhiben en muchos casos, mayor potencial mutagénico y carcinogénico que los HAPs de los que derivan (Keyte et al., 2013).

Conclusiones

Se determinó el contenido de 4 HAPs en muestras de yerba mate a lo largo del procesamiento primario del producto. Los resultados obtenidos demostraron que el contenido de HAPs fue incrementándose con el avance en el proceso de manufactura en los establecimientos industriales que utilizan métodos de secado directo, hallándose altos niveles de contaminación en la yerba mate al final del proceso. Esto pone en manifiesto que el contacto de las ramas de *I. paraguariensis* con los gases de combustión provenientes del quemado de leña, virutas, aserrín y /o chips de madera agregan HAPs al producto, siendo este hecho el causante de la contaminación de la yerba mate.

Agradecimientos

Agradecemos al CONICET y al Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM) el apoyo financiero para realizar la presente investigación.

Referencias Bibliográficas

- BISHNOI, N. R., MEHTA, U. y PANDIT, G. G. (2006). Quantification of polycyclic aromatic hydrocarbons in fruits and vegetables using high performance liquid chromatography. *Indian J Chem Techn*, 13, 30-35.
- CAMARGO L.S. Y TOLEDO M.C.F. (2002). Chá mate e café como fontes de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) na dieta da população de Campinas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22, 49-53.
- CAMARGO, M. C. R. y TOLEDO, M. C. F. (2003). Polycyclic aromatic hydrocarbons in Brazilians vegetables and fruits. *Food Control*, 14, 49-53.
- CAMARGO, M. C. R., ANTONIOLLI, P. R. y VICENTE, E. (2012). Evaluation of polycyclic aromatic hydrocarbons content in different stages of soybean oils processing. *Food Chem*, 135, 937-942.
- CE - COMUNIDAD EUROPEA (2011). Reglamento (UE) No 836/2011 DE LA COMISIÓN de 19 de Agosto de 2011. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 215, 9-16.
- DUEDAHL-OLESEN, L., NAVARATNAM, M. A., JEWULA, J. y JENSEN, A. H. (2015). PAH in some Brands of Tea and Coffee. *Polycycl Aromat Comp*, 35 (1), 74-90.
- GARCÍA LONDOÑO, V. A., REYNOSO, C. M. y RESNIK, S. L. (2015). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) survey on tea (*Camellia sinensis*) commercialized in Argentina. *Food Control* 50, 31-37.
- GARCÍA LONDOÑO, V. A., REYNOSO, M., y RESNIK, S. (2014). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in yerba mate (*Ilex paraguariensis*) from the Argentinean market. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 7(4), 1-7.
- GOLOZAR, A., FAGUNDES, R. B., ETEMADI, A., SCHANTZ, M. M., KAMANGAR F., ABNET, C. C., y DAWSEY, S. M. (2012). Significant variation in the concentration of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in yerba maté samples by brand, batch and processing method. *Environmental Science Technology*, 46, 13488-13493.
- IARC- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (2010). Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures. *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans* (Vol. 92, 42).
- KAMANGAR F., SCHANTZ M., ABNET C., FAGUNDES R, y DAWSEY S. (2008). High levels of carcinogenic polycyclic aromatic hidrocarbons in mate drinks. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, 17(5), 1262-68.
- KEYTE, I. J., HARRISON, R. M. y LAMMEL, G. (2013). Chemical reactivity and long-range transport potential of polycyclic aromatic hydrocarbons – a review. *Chem Soc Rev*, 42, 9333—9391.
- LIN D., TU, Y., y ZHU, L. (2005) Concentrations and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons in tea. *Food and Chemical Toxicology*, 43, 41-48.
- SCHMALKO, M.E. (2005). Estudio del Procesamiento Primario del Procesamiento de la Yerba Mate. Tesis del Doctorado en Ciencias Químicas - Universidad de Buenos Aires.
- STATGRAPHICS (2009). Centurion XV. Statpoint Technol, Inc. Warrenton VA, U.S.A.
- TFOUNI, S. A. V., PADOVANI, G. R., REIS, R. M., FURLANI, R. P. Z. y CAMARGO, M. C. R. (2014). Incidence of polycyclic aromatic hydrocarbons in vegetable oil blends. *Food Control*, 46, 539-543.
- TFOUNI, S.A.V., SERRATE, C.S., LEME, F.M., CAMARGO, M.C.R, TELES, C.R.A, CIPOLLI, K.M.V.A.B., REGINA, P.Z. y FURLANI, R. P. Z (2013). Polycyclic aromatic hydrocarbons in coffee brew: Influence of roasting and brewing procedures in two Coffea cultivars. *LWT- Food Sci Technol*, 50, 526-530.

- UE - UNIÓN EUROPEA (2015). Reglamento (UE) No 1933/2015 DE LA COMISIÓN de 27 de Octubre de 2015. Diario Oficial de la Unión Europea, L 282, 11-13.
- VIEIRA, M. A., MARASCHIN, M., ROVARIS, A. A., AMBONI, R. D. D. M. C., PAGLIOSA, C. M., XAVIER, J. J. M., y AMANTE, E. R. (2010). Occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons throughout the processing stages of erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Food Additives and Contaminants: Part A, 27(6), 776-782.
- ZIEGENHALS, K., JIRA, W., y SPEER K. (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in various types of tea. European Food Research and Technology, 228, 83-91.
- ZUIN, V. G., MONTERO, L., BAUER, C., y POPP, P. (2005). Stir bar sorptive extraction and high-performance liquid chromatography–fluorescence detection for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in Mate teas. Journal of Chromatography A, 1091, 2-10.

BIODISPONIBILIDAD IN VIVO DEL MAGNESIO DE LA YERBA MATE EN HUMANOS

Lucila Sánchez Boado; Raquel M. Fretes; Tamara N. Brumovsky y Luis A. Brumovsky

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. (UNaM) Félix de Azara 1552. (3300) Posadas, Misiones. Argentina. e-mail: lsboado@fceqyn.unam.edu.ar

Resumen: Debido al incremento del consumo de alimentos refinados y a la disminución en la ingesta de vegetales y frutas se observa hipomagnesemia en varias poblaciones. Entre el 80-90 % de Mg se pierde durante el procesamiento de alimentos. El Mg interviene en más de 600 reacciones enzimáticas. Es esencial para mantener las funciones fisiológicas del cerebro, corazón y músculo esquelético. Se observan niveles disminuidos de Mg sérico en convulsiones, epilepsia, migrañas, enfermedad de Parkinson, daño cerebral y accidente cerebrovascular. El objetivo de este trabajo fue evaluar la biodisponibilidad del Mg presente en las infusiones de yerba mate, de manera de estudiar la potencialidad de las infusiones como posibles fuentes de Mg a la dieta habitual. Se seleccionaron 12 mujeres voluntarias. Cada voluntaria ingirió 300 mL de la infusión de yerba mate a 45 °C en no más de 5 minutos. Antes de la ingesta aguda de la infusión se realizó la primera extracción de sangre (tiempo 0), permanecieron sentadas, en reposo, a una temperatura confortable durante todo el tiempo que duró la experiencia. Se realizaron extracciones de sangre a los tiempos 20, 40, 60, 80, 100 y 120 minutos después de la ingesta. Se determinó que durante las dos horas que duró la prueba se absorbió en promedio el $3,7 \pm 3,2$ % (3,9 mg) del magnesio ingerido ($105 \pm 9,1$ mg). Se observa una gran variabilidad interindividual en lo que respecta a la dinámica de absorción, observándose que el 42 % de la población comienza a absorber el Mg a los 20 minutos posteriores a la ingesta aguda. Si bien la ingesta de 300 mL de infusiones de YM contienen el 34 % de IDR de Mg, sólo se llega a absorber el equivalente al 1,2 % de la IDR.

Palabras clave: *Ilex paraguariensis*, magnesio, *in vivo*, biodisponibilidad

Introducción

El Mg es esencial para mantener la salud, juega un importante rol en las funciones fisiológicas del cerebro, corazón y músculo esquelético. También posee propiedades anti-inflamatorias y actúa como antagonista del calcio (Dibada et al, 2014). Se sabe que hay cerca de 600 enzimas en las cuales el Mg interviene (Bairoch, 2000). El Mg forma parte esencial de la estructura terciaria del ADN y del ARN (Jeroen, 2014). El cuerpo humano contiene entre 20 y 30 g de Mg, entre el 50 el 60 % se encuentra en los huesos y el resto distribuido en los tejidos blandos (Abraham, 1977).

Las ingestas diarias recomendadas (IDR) de magnesio son de 420 mg para los hombres y 310 mg para mujeres entre 10 y 30 años y 320 mg para mujeres mayores de 31 años (FAO/OMS, 1998, Portela, 2015). Se absorbe en intestino delgado, en yeyuno e íleon. La homeostasis del Mg depende de la absorción intestinal, del contenido presente en los alimentos, del depósito en la superficie ósea y de los riñones, que regulan la excreción. En intestino se absorbe entre un 30 % y un 50 % del Mg de la dieta (Jeroen et al, 2014). Se observa deficiencia de Mg en malnutrición crónica, diarrea, diabetes, alcoholismo, acidosis, enfermedad renal y en pacientes que consumen diuréticos.

La evaluación del estado nutricional del magnesio resulta difícil debido a la distribución del magnesio en el cuerpo, ya que el hueso actúa como depósito intercambiando el Mg con el plasma según la necesidad metabólica. En sujetos sanos, existe un balance entre

la absorción intestinal y la excreción urinaria de magnesio, siendo esta última la más relevante. La excreción urinaria se incrementa cuando su ingesta dietética se encuentra en exceso, mientras que un incremento de la reabsorción en el riñón conserva el magnesio en estado de privación. De ahí que la excreción urinaria de magnesio es señalada por reflejar la ingesta del mismo y puede proporcionar información sobre su estado en el individuo. Factores que afecten la filtración renal, tales como diabetes, diuréticos, y diálisis, son considerados que influyen fuertemente en el magnesio urinario, limitando su valor en algunas condiciones fisiopatológicas. La homeostasis del magnesio es principalmente mantenida por las reservas óseas. Aproximadamente un tercio del magnesio contenido en el hueso es libremente intercambiable y actúa como una reserva para el mantenimiento de las concentraciones extracelulares de este catión. Se ha estimado que la vida media del magnesio se encuentra entre 41 y 181 días. Esto indica que, en casos de deficiencia crónica de magnesio, existe un retardo necesario para equilibrar las reservas del mismo (Rondón et al, 2014).

La depleción severa de Mg conlleva a alteraciones metabólicas y síntomas clínicos. Los niveles séricos disminuidos de Mg se observan en convulsiones, epilepsia, migrañas, enfermedad de Parkinson, daño cerebral y accidente cerebrovascular (Jeroen et al, 2014). El principal síntoma es la hiper-excitabilidad neuromuscular. A pesar de que la deficiencia crónica de magnesio parece ser altamente prevalente, en especial en países industrializados, raramente se registran los síntomas de deficiencia de magnesio. Numerosas publicaciones apuntan hacia la relación entre la ingesta baja de magnesio y el síndrome metabólico, obesidad y diabetes tipo 2 (King et al, 2005; Bo et al, 2006; Chacko et al, 2010). Varios estudios han reportado un estado deficitario de magnesio (Kao et al, 1999; Guerrero-Romero et al, 2011). Los efectos patológicos de la deficiencia nutricional primaria de magnesio son infrecuentes en los lactantes (Adalat et al, 2009). La susceptibilidad a los efectos de la deficiencia de magnesio aumenta con el aumento de las demandas de magnesio durante la rehabilitación de la desnutrición.

El magnesio está ampliamente distribuido en alimentos vegetales y animales. La mayoría de las verduras, semillas de leguminosas, frijoles y nueces son ricas en magnesio, al igual que algunos mariscos, especias y harina de soja, los cuales contienen generalmente más de 500 mg/kg de peso fresco. Aunque la mayoría de los cereales no refinados son fuentes razonables, muchas de las harinas altamente refinadas, tubérculos, frutas, hongos y la mayoría de los aceites y grasas aportan poco magnesio en la dieta (<100 mg/kg de peso fresco). La harina de maíz, almidón de mandioca y la harina de arroz pulido tienen un contenido de magnesio extremadamente bajo (Jeroen et al, 2014). Parte del problema es que los suelos se están convirtiendo en deficitarios de minerales. En los últimos 60 años el Mg en el contenido de frutas y hortalizas disminuyó en un 20-30 % (Worthington, 2001). Además, la dieta occidental contiene granos más refinados y alimentos procesados. Las estimaciones son que el 80 % al 90 % de Mg se pierde durante el procesamiento de alimentos. Como resultado, un número significativo de personas son deficientes en Mg, los que puede comprender hasta un 60 % de la población americana (King et al, 2005).

La yerba mate es una planta autóctona de la región de Sudamérica ampliamente consumida en forma de infusiones por su población desde la época de la colonización y que continúa hasta nuestros días. Esto se debe a sus incontables propiedades beneficiosas. Sus infusiones aportan compuestos tales como cafeína, teobromina, saponinas, vitaminas, glúcidos y compuestos fenólicos, principalmente ácido clorogénico y ácidos dicafeoilquínicos, además de minerales como Fe, Ca, K y Mg principalmente (Heck and Mejia, 2007; Bravo et al., 2008; Brasesco et al., 2011).

Las infusiones de yerba mate preparadas en su forma tradicional de mate caliente poseen aproximadamente 105 mg de Mg cada 300 mL de infusión, esta cantidad en el caso

de las mujeres entre los 18 y 30 años puede alcanzar el 34 % de la Ingesta Diaria Recomendada de 310 mg Mg/d.

El objetivo de este trabajo fue evaluar *in vivo* la biodisponibilidad del Mg presente en las infusiones de yerba mate, de manera de estudiar la potencialidad de las infusiones como posibles fuentes de Mg a la dieta habitual.

Metodologia

a- Voluntarias

El Protocolo de Estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Dr. Ramón Madariaga de la ciudad de Posadas, Misiones (Argentina). Se seleccionaron 12 mujeres voluntarias, aparentemente sanas en edad fértil luego de haber dado su consentimiento informado. Antes de realizarles las pruebas se verificó su estado de salud mediante evaluación clínica y análisis de laboratorio. Todas las voluntarias fueron normopesas, no fumadoras, entre 20 y 40 años, mantuvieron una dieta restringida en alimentos de alto contenido en polifenoles durante las 24 horas previas al estudio y no consumieron suplementos vitamínicos ni medicamentos en la semana anterior al ensayo. Concurrieron al laboratorio para las pruebas con un ayuno de entre 10 a 12 horas.

Cada voluntaria ingirió 300 mL de la infusión de yerba mate a 45 °C en no más de 5 minutos. Antes de la ingesta aguda de la infusión se realizó la primera extracción de sangre (tiempo 0), permanecieron sentadas, en reposo, a una temperatura confortable durante todo el tiempo que duró la experiencia. Se realizaron extracciones de sangre a los tiempos 20, 40, 60, 80, 100 y 120 minutos después de la ingesta.

b- Preparación de la infusión

La infusión se preparó por un método que simula una mateada tradicional (Hartwig et al, 2012). Se colocaron en un vaso de vidrio 50 ± 0,10 g de yerba mate elaborada y una bombilla de acero inoxidable, conectada por una manguera de silicona a un kitasato y éste a una trompa de vacío. A continuación se vertieron 30 mL de agua destilada a 70 °C, al cabo de 20 segundos se aplicó vacío durante otros 20 segundos. Seguidamente se detuvo el vacío y realizó un nuevo vertido. Este proceso se repitió hasta alcanzar un volumen de 500 mL. La infusión se ingirió inmediatamente.

c- Determinación de Magnesio en la infusión de yerba mate

Se llevó a cabo utilizando el método 200.2 EPA 600/R-94. Brevemente, se toman 100 mL de la infusión y se colocan en un crisol tarado, a continuación se lleva a estufa de convección a 105 °C hasta sequedad (16 horas aproximadamente), luego se retira de la estufa, se enfría en desecador y se pesa. A continuación se coloca en una mufla a 550 °C por 6 h para convertir la muestra en cenizas. Luego se realiza una dilución donde el volumen final tiene una concentración de 0,1% Lantano (La_2O_3) para mejorar las lecturas. Como patrón se utilizó $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Al patrón y al blanco se les agregó 0,1 % de Lantano. El equipo que se utilizó fue un Perkin Elmer AAnalyst 700 en modalidad de llama (Aire- Acetileno), con lámpara de cátodo hueco Ca-Mg.

d- Determinación de Mg en sangre

Se utilizó un método colorimétrico para medir el magnesio sérico, el Mg se compleja con colorante arsenazo y se mide su absorbancia a 572 nm siendo proporcional a la concentración del Mg. Se trabajó con un analizador ARCHITECT c-Systems 8000 y con el kit comercial para determinación de Magnesio marca ABBOTT.

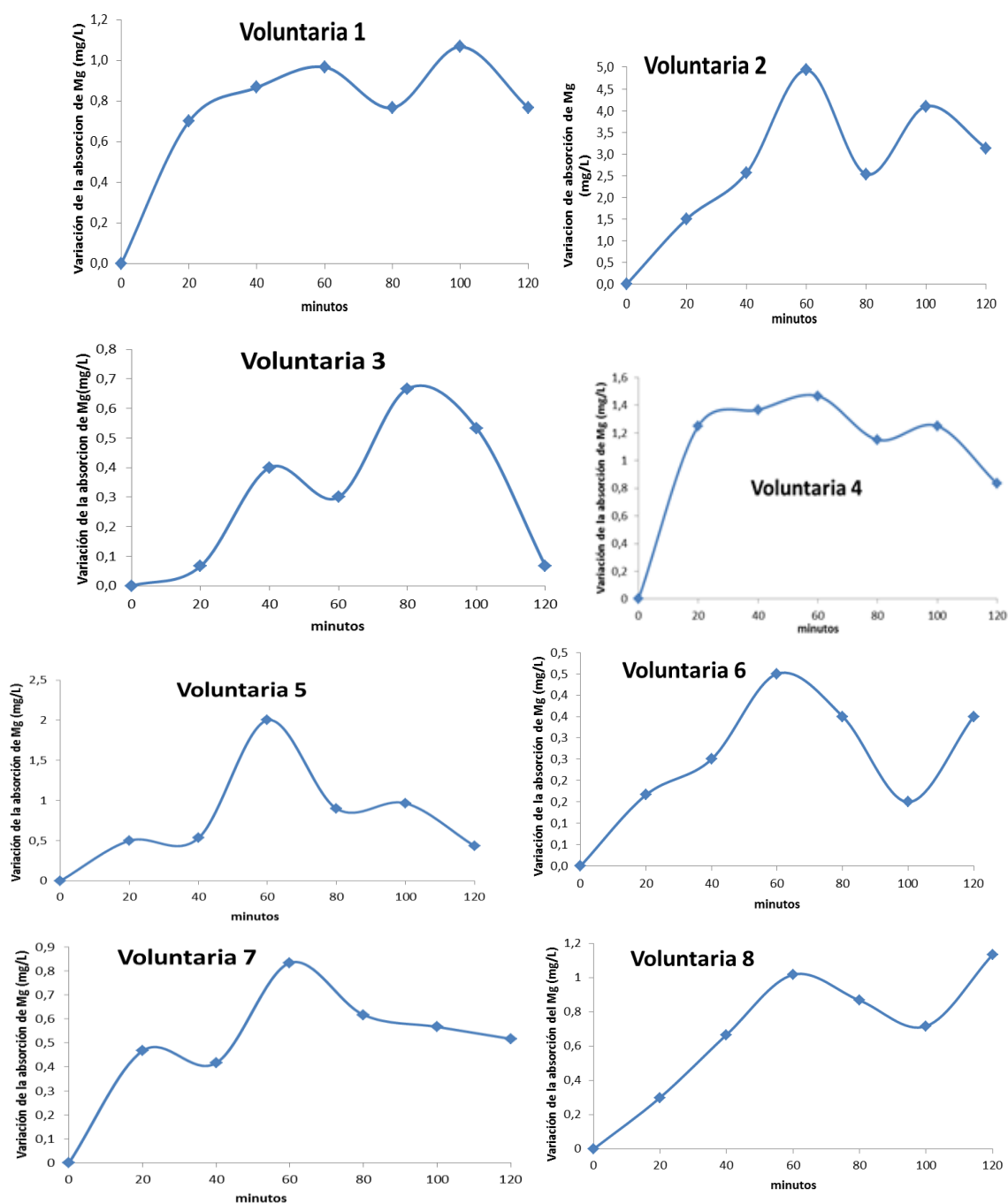
Resultados y discusión

a- Caracterización de la infusión de yerba mate ingerida

Se determinó que 300 mL de una infusión de yerba mate caliente (equivalentes a 10 mates cebados) contienen $105 \pm 9,1$ mg de Mg.

b- Perfiles de absorción de Magnesio sérico

En la Figura 1 se puede observar en los perfiles de absorción de magnesio de las 12 voluntarias, la gran variabilidad inter-individual en la absorción del mismo.



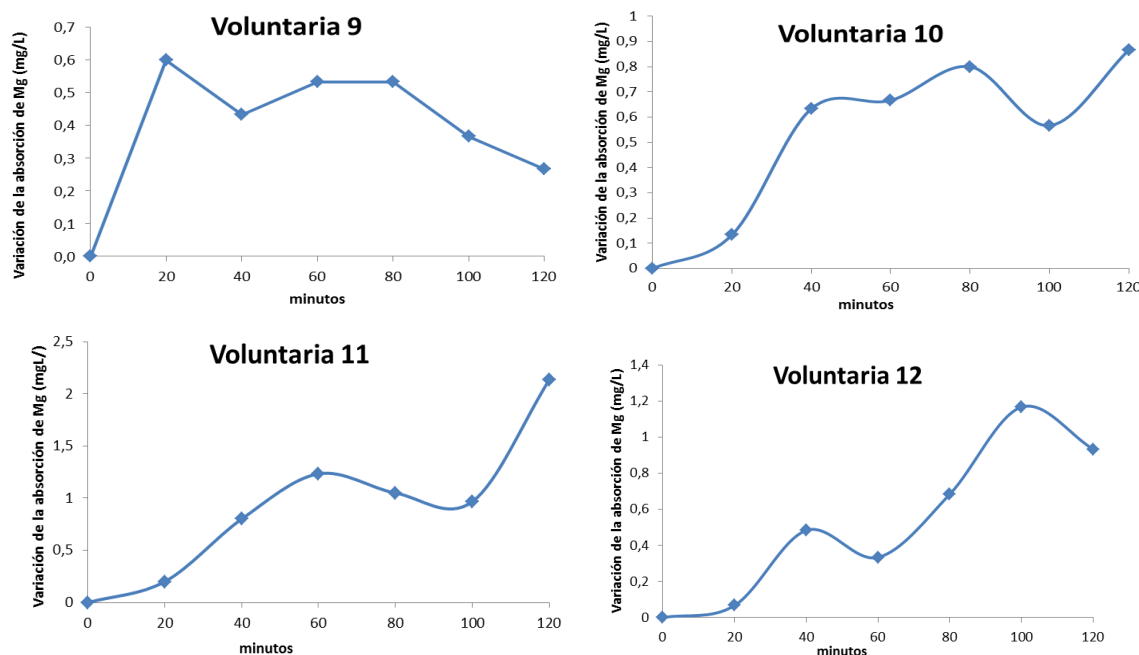


Figura 1: Variación en suero del magnesio absorbido durante las dos primeras horas posteriores a la ingesta de las 12 voluntarias.

Se determinó que en promedio comienza a haber un aumento de la absorción de Mg a partir de los 40 minutos posteriores a la ingesta.

Si bien cada 300 mL de infusiones de yerba mate, se ingiere un 34 % de la IDR de Mg, sólo se absorbe el 1,2 % de la IDR, un 3,7 % de lo ingerido. En la Figura 2 se observa que de los $105 \pm 9,1$ mg de Mg proveniente de los 300 mL de las infusiones de yerba mate se absorben solo 3,9 mg en promedio.

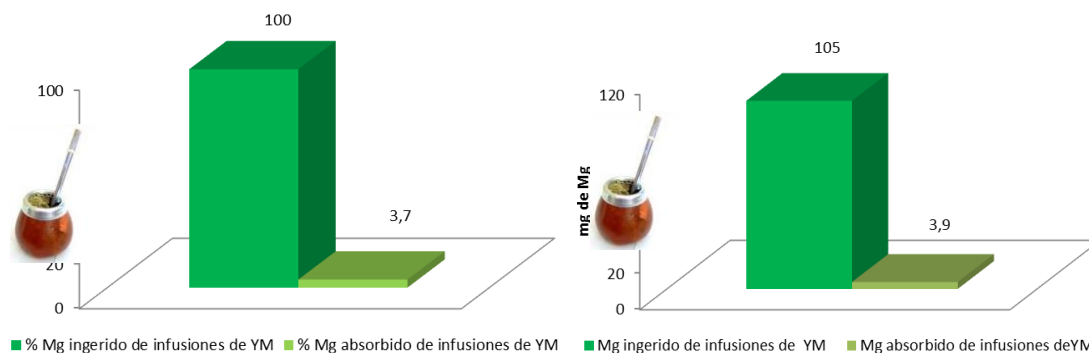


Figura 2: Cantidad promedio de Mg absorbido posteriormente a la ingesta de 300 mL de una infusión de yerba mate caliente.

Conclusiones

1. Se determinó que durante las dos horas que dura la prueba se absorbió en promedio el $3,7 \pm 3,2$ % (3,9 mg) del magnesio ingerido ($105 \pm 9,1$ mg) en los 300 mL de la infusión de yerba mate.
2. Se observa una gran variabilidad interindividual en lo que respecta a la dinámica de absorción, observándose que el 42 % de la población comienza a absorber el Mg a los 20 minutos posteriores a la ingesta aguda.

3. Si bien la ingesta de 300 mL de infusiones de YM contienen el 34 % de IDR de Mg, solo se llega a absorber el 1,2 % de la IDR.

Referencias bibliográficas

- ABRAHAM, A. S.; EYLATH, U.; WEINSTEIN, M.; CZACZKES, E. Serum magnesium levels in patients with acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 296: 862–863, 1977.
- ADALAT, S., WOOLF, A. S., JOHNSTONE, K. A., WIRSING, A., HARRIES, L. W., LONG, D. A., HENNEKAM, R. C., LEDERMANN, S. E., REES, L., VAN'T HOFF, W., MARKS, S. D., TROMPETER, R. S., TULLUS, K., WINYARD, P. J., CANSICK, J., MUSHTAQ, I., DHILLON, H. K., BINGHAM, C., EDGHILL, E. L., SHROFF, R., STANESCU, H., RYFFELGU, ELLARD, S., BOCKENHAUER, D. HNF1B mutations associate with hypomagnesemia and renal magnesium wasting. *J Am Soc Nephrol* 20: 1123–1131, 2009.
- BAIROCH, A. The enzyme database in 2000. *Nucleic Acids Res* 28: 304–305, 2000.
- BO, S.; DURAZZO, M.; GUIDI, S.; CARELLO, M.; SACERDOTE, C. and SILLI, B. Dietary magnesium and fiber intakes and inflammatory and metabolic indicators in middle-aged subjects from a population-based cohort. *Am J Clin Nutr*; 84 (5): 1062-9. 2006.
- CHACKO, S. A., SONG, Y., NATHAN, L., TINKER, L., DE BOER, I. H., TYLAVSKY, F., ET, A. L. Relations of dietary magnesium intake to biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction in an ethnically diverse cohort of postmenopausal women. *Diabetes Care*; 33 (2): 304-10. 29. 2010.
- DANIEL, T. DIBABA, D. T. XUN, P.; AND KAHE, M. D., Dietary Magnesium Intake is Inversely Associated with Serum C-reactive Protein Levels: Meta-analysis and Systematic Review. *Eur J Clin Nutr*; 68 (4): 510–516. doi:10.1038/ejcn. 2014.
- GUERRERO-ROMERO, F., BERMUDEZ-PENA, C. and RODRIGUEZ-MORAN, M. Severe hypomagnesemia and low-grade inflammation in metabolic syndrome. *Magn Res*; 24(2): 45-53. 2011.
- HARTWIG, V. G.; BRUMOVSKY, L. A.; & FRETES, R. M. “A Total Polyphenol Content of Mate (*Ilex paraguariensis*) and Other Plants-derived Beverages”. *Journal of Food Research*; Vol. 1, No. 3; 2012. P. 58 -67. Published by Canadian Center of Science and Education. ISSN 1927-0887 E-ISSN 1927-0895. 2012.
- HENROTTE, J. G., PLA M., DAUSSET, J. HLA- and H-2-associated variations of intra- and extracellular magnesium content. *Proc Natl Acad Sci U S A*; 87(5): 1894-8. 1990
- JEROEN, H. F. DE BAAIJ, JOOST G. J. HOENDEROP, AND RENÉ J. M. BINDELS. Magnesium in man: implications for Health and disease. *Physiol Rev* 95: 1–46, doi:10.1152/physrev.00012.2014. 2015.
- JOINT FAO/WHO Expert Consultation on Human Vitamin and Mineral Requirements (1998: Bangkok, Thailand). Vitamin and mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok, Thailand, 21–30. 1998.
- JÜRGENVORMANN, J. Magnesium: nutrition and metabolism. *Molecular Aspects of Medicine* 24 27–37. 2003.
- KAO, W. H.; FOLSOM, A. R.; NIETO, F. J., MO, J. P.; WATSON, R. L. and BRANCATI, F. L. Serum and dietary magnesium and the risk for type 2 diabetes mellitus: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Arch Intern Med*; 159 (18): 1999.
- PORTELA, M. L. Aspectos nutricionales de vitaminas y minerales en el siglo XXI. Ed. Asociación Argentina de Tecnólogos. P. 236-239. 2015

RONDÓN, L. J.; RAYSSIGUIER, Y., NOWACKI, W. y ANDRZEJ, M. Métodos para la determinación del estado del magnesio en humanos. Acta Bioquím Clín Latinoam; 48 (3): 319-28. 2014.