UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI
E DAS MISSÕES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, EXTENSÃO E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

JANICE COMINETTI

REJUVENESCIMENTO E CAPACIDADE VEGETATIVA DE UM ERVAL ADULTO DEGRADADO

ERECHIM, AGOSTO DE 2021.

JANICE COMINETTI

REJUVENESCIMENTO E CAPACIDADE VEGETATIVA DE UM ERVAL ADULTO DEGRADADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ecologia. Linha de Pesquisa: Ambiente e Tecnologia.
Orientadora: Profª. Drª. Alice Teresa Valduga.
Co-orientadora: Profª. Drª. Elisabete Maria Zanin.

ERECHIM, AGOSTO DE 2021.

C733r Cominetti, Janice

Rejuvenescimento e capacidade vegetativa de um erval degradado / Janice Cominetti. – 2021.
51 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2021.

"Orientação: Profª Drª Alice Teresa Valduga, Profª Drª Elisabete Maria Zanin."

1. Erva-mate 2. Reconstituição vegetal 3. Poda da Erva-mate I. Título

C.D.U.: 633.77

Catalogação na fonte: bibliotecária Sandra Milbrath CRB 10/1278

JANICE COMINETTI

REJUVENESCIMENTO E CAPACIDADE VEGETATIVA DE UM ERVAL ADULTO DEGRADADO

BANCA EXAMINADORA

_____

Profª. Drª. Alice Teresa Valduga (Orientadora)
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Erechim (Programa de Pós Graduação em Ecologia).

_____

Profª. Drª. Elisabete Maria Zanin (Coorientadora)
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Erechim (Programa de Pós Graduação em Ecologia).

_____

Drº. Ederlan Magri
Universidade Federal do Paraná (Programa de Pós Graduação em Ciências do solo).

_____

Profº. Drº. Rogério Luis Cansian
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Erechim (Programa de Pós Graduação em Ecologia).

Erechim, agosto de 2021.

Dedico este trabalho aos meus pais Claudir e Generosa S. Cominetti que não mediram esforços pra me auxiliar quando necessário.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele nada existiria.

Agradeço a minha orientadora professora Alice Teresa Valduga pela orientação durante todo o processo, do início até a conclusão, por compartilhar todo seu conhecimento, e principalmente, pela paciência e dedicação em todos os momentos.

Agradeço a professora Elisabete Maria Zanin pela coorientação, pelas contribuições para o desenvolvimento e conclusão do estudo.

Agradeço também a CNPq e CAPES, pela oportunidade.

Aos demais professores do PPG Ecologia, que sempre estiveram presentes e prontos para auxiliar quando necessário.

Aos colegas de curso, pelo apoio e contruições no durante este processo. Gostaria de agradecer a Ana Paula Klein Rohr e a Edivânia Bampi por me auxiliarem nas leituras em um determinado período de tempo. Ao Ederlan Magri pelo auxílio no desenvolvimento, principalmente nas dúvidas sobre estatística.

Aos meus velhos e novos amigos, que entenderam os meus momentos de ausência, que sempre estavam presentes desejando boa sorte e enviando energias positivas mesmo que a distância.

Agradeço à banca, pela disposição em avaliar e contribuir significativamente com o meu trabalho.

Gratidão a todos!

REJUVENESCIMENTO E CAPACIDADE VEGETATIVA DE UM ERVAL ADULTO DEGRADADO

Janice Cominetti

Profª. Drª. Alice Teresa Valduga e Profª. Drª. Elisabete Maria Zanin

30 de agosto de 2021

RESUMO: A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil), é uma espécie arbórea, nativa da América do Sul, pertencente à família Aquifoliaceae. O manejo inadequado resulta em baixa produtividade dos ervais. Uma ferramenta importante para a recuperação e rejuvenescimento de ervais degradados é a poda de recuperação, que pode ser conduzida de forma parcelada ou total da planta, recomendada nos meses de inverno, quando estas estão em repouso vegetativo. O presente estudo teve como objetivo avaliar o rejuvenescimento e a capacidade vegetativa de um erval após decepa de troncos, na perspectiva de possibilitar a condução de uma nova forma arquitetônica às plantas. A pesquisa foi conduzida em um povoamento de erva-mate, localizado na Região Norte do estado do Rio Grande do Sul, no município de Erechim-RS. O experimento de campo ocorreu de 2019 a 2021, em um talhão de erva-mate, com 20 anos de idade, com baixa produtividade, o qual, foi submetido a decepa de troncos a 10 cm e a 40 cm do solo, no mês de junho e agosto de 2019. As plantas de erva-mate decepadas em ambos os tratamentos apresentaram uma alta capacidade vegetativa, com 2% de mortalidade de plantas. A altura do corte influenciou na quantidade de brotações primárias, secundárias, terciárias e quaternárias, mostrando que o corte a 40 cm acima do solo foi o que apresentou melhor desenvolvimento morfogênico em ambos os meses de corte. Conclui-se que, as técnicas utilizadas neste estudo, são apropriadas para efetuar rejuvenescimento o em plantas de erva-mate que foram conduzidas inadequadamente.

Palavras-chave: Morfogênese, *Ilex paraguariensis*, reconstituição vegetal, poda de erva-mate.

THE REJUVENATION AND VEGETATION CAPACITY OF A DEGRADED ADULT HERBAL

Janice Cominetti

Prof[a]. Dr[a]. Alice Teresa Valduga e Prof[a]. Dr[a]. Elisabete Maria Zanin

August 30, 2021

ABSTRACT: Yerba mate (Ilex paraguariensis A. St. Hil), is a tree species, native to South America, belonging to the Aquifoliaceae family. Improper management results in low herbal productivity. An important tool for the recovery and rejuvenation of degraded herbs is the recovery pruning, which can be conducted in a split or total form of the plant, recommended in the winter months, when they are in vegetative rest. The present study aimed to evaluate the rejuvenation and vegetative capacity of a herb after cutting trunks, from the perspective of enabling the conduction of a new architectural form to the plants. The research was conducted in a mate herb stand, located in the northern region of the state of Rio Grande do Sul, in the municipality of Erechim-RS. The field experiment took place from 2019 to 2021, in a stand of yerba mate, with low productivity, which, was subjected to cutting trunks at 10 cm and 40 cm from the ground, in June and August 2019. Yerba mate plants cut off in both treatments showed a high vegetative capacity, with 2% plant mortality. The height of cut influenced the amount of primary, secondary, tertiary and quaternary shoots, showing that the cut at 40 cm above the ground showed the best morphogenic development in both months of cut. It is concluded that the techniques used in this study are appropriate to effect rejuvenation in yerba mate plants that were inadequately managed.

Key words: Morphogenesis, *Ilex paraguariensis*, vegetable reconstitution, yerba mate pruning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Localização da plantação de erva-mate, objeto de estudo 23

Figura 2- Esquema de parcelas que foi efetuado no talhão de erva-mate 25

Figura 3- Perfil dos tratamentos de decepa de troncos 26

Figura 4- Acompanhamento da emissão de brotações 27

Figura 5- Acompanhamento do desenvolvimento vegetativo das plantas de erva-mate em 2020 27

Figura 6- Desenvolvimento morfogênico em cada tratamento 30

Figura 7- Brotações emitidas nos tratamentos de plantas de erva-mate após a poda de rejuvenescimento 31

Figura 8- Emissão de folhas em metâmeros primários 32

Figura 9- Comprimento das brotações primárias de erva-mate 33

Figura 10- Diâmetro de emissões primárias em 2019 34

Figura 11- Número de ramificações secundárias oriundas de metâmeros primários 35

Figura 12- Perfil esquemático do desenvolvimento vegetativo da erva-mate após a decepa de troncos 36

Figura 13- Número de ramificações dos metâmeros selecionados 37

Figura 14- Comprimento das brotações secundárias de erva-mate, emitidas a partir das brotações primárias 38

Figura 15- Diâmetro de emissões secundárias de erva-mate a partir de brotações primárias 39

Figura 16- Emissão de folhas em metâmeros secundários 40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15
2.1. Classificação Botânica da Erva-Mate 15
2.2. Aspectos morfológicos das plantas 16
2.3. Ataque de pragas e doenças na Erva-mate 18
2.4. Desenvolvimento da Erva-mate 18
2.5. Recuperação de ervais degradados efetuando manejo corretamente 19
2.6. Colheita mecanizada e semimecanizada 21
2.7. Importância socioeconômica da Erva-mate 22
3. MATERIAIS E MÉTODOS 23
3.1. Área de estudo 23
3.2. Condução do experimento 23
3.3. Análise química do solo 24
3.4. Delineamento experimental 25
3.5. Decepa de torncos das plantas de erva-mate e quantificação da biomassa 26
3.6. Acompanhamento do experimento em 2019 26
3.7. Acompanhamento do experimento em 2020 27
3.8. Análise de dados 28
4. RESULTADOS 29
4.1. Índice de mortalidade de plantas em decorrência da decepa de troncos 29
4.2. Biomassa das plantas decepadas em junho/agosto (primeira fase). 29
4.3. Biomassa das plantas de erva-mate em agosto de 2021. 30
4.4. Emissão de brotações em 2019 30
4.4.1. Emissão de folhas 32
4.4.2. Comprimento dos metâmeros 33
4.4.3. Diâmetro das ramificações 34

4.4.4. Ramificações secundárias emitidas em 2020 a partir de metâmeros primários..... 35
4.5. Acompanhamento da Emissão de Metâmeros em 2020 36
4.5.1. Quantidade de ramificações secundárias emitidas, a partir de metâmeros primários emitidos em 2019..... 36
4.5.2. Comprimento dos metâmeros 38
4.5.3. Diâmetro das ramificações..... 39
4.5.4. Emissão de folhas 40
5. DISCUSSÃO 41
6. CONCLUSÃO 45
REFERÊNCIAS..... 46

1. INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil), é uma espécie arbórea, nativa da América do Sul, pertencente à família Aquifoliaceae. Sua distribuição geográfica estende-se entre o Brasil, Argentina e Paraguai. No Brasil, ela ocorre nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, e pequena parte do Mato Grosso do Sul (DANIEL, 2009). A espécie se desenvolve naturalmente em floresta tropical e subtropical, sob floresta de Araucária. Extraída do sub-bosque de Florestas Ombrófila Mista, consistiu no ouro verde das exportações. A erva-mate tem grande importância no cenário socioeconômico e cultural no Sul do Brasil. Suas folhas e pequenos ramos quando processados são utilizados na produção de bebidas de infusão, como o chimarrão (VALDUGA et al., 2003). Atualmente, ela é cultivada em sistema de agrofloresta ou de forma homogênea a pleno sol (PENTEADO; GOULART, 2019). Em se tratando de produtos de origem extrativista, ela representa uma das espécies não madeireiras mais cultivadas (IBGE, 2019).

O cultivo e colheita da erva-mate não são procedimentos padronizados, sendo realizados por vários métodos, dependendo da região. O Consorciamento com outras espécies (sistema misto) e a exploração dos ervais nativos são bastante populares no Brasil, entretanto, pouco utilizados no Paraguai, enquanto que, o cultivo homogêneo é o principal modo de produção de erva-mate na Argentina (HECK; DEMEJIA, 2007).

A implantação de um erval requer uma ajustada programação, por tratar-se de um cultivo perene, quando descuidada, resulta em baixa produtividade (SCHMALKO; KRIKUM; KANZI, 2015).

A produtividade da erva-mate varia de acordo com a condução e manejo que as plantas recebem ao longo da vida. As colheitas efetuadas nas erveiras, com o passar dos anos, causa uma deformação na arquitetura das mesmas, diminuindo a produção de biomassa (PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2017). Para reverter este cenário e recuperar a capacidade produtiva do erval, é necessário efetuar a decepa ou o rebaixamento no período do inverno (MEDRADO et al., 2002). Após a execução dessas técnicas, as plantas rebrotam plenamente no verão seguinte (PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2019).

A produção Brasileira de erva-mate é em torno de 7.000 T/há.ano^{-1} e o Rio Grande do Sul produz em média 8.000 T/há.ano^{-1}. Ervais conduzidos de forma adequada e bem nutridos, chegam a produzir mais de 15 T/há.ano^{-1} (IBGE, 2018).

Uma ferramenta importante para a renovação de ervais degradados é a poda de recuperação, que pode ser na forma parcelada (retirada de ramos decrépitos) ou total da planta (decepa de toda a árvore), recomendada nos meses de julho e agosto, quando as plantas ainda estão em repouso fisiológico (MEDRADO et al., 2002; SANTIN et al., 2008; DANIEL, 2009). A poda de rebaixe permitirá um processo para eliminação de material enfermo para um novo, adaptado às técnicas de revitalização (SCHMALKO; KRIKUM; KANZI, 2015).

Segundo Da Croce e Floss (1999), mesmo em ervais explorados inadequadamente, a técnica de recuperação por decepa total do tronco da erveira e o rebaixamento gradual ou rejuvenescimento respondem de modo satisfatório e mostram capacidade elevada de recuperação de ervais.

Por outro lado, a Argentina, utiliza-se do rebaixamento de troncos de erva-mate e condução adequada, para colheita mecanizada (KRICUN e BELINGHERI, 2013). A utilização deste método melhora as condições de trabalho e sua qualidade, com a consequente redução de tempo e custos (SCHMALKO; KRIKUM; KANZI, 2015).

A erva-mate possui crescimento rítmico caracterizado por modelo arquitetural de Rauh (HALLÉ et al., 1978). O ritmo de crescimento primário da erva-mate na emissão de folhas, para a formação de área foliar e da matéria prima, apresenta, regularmente, duas paradas de crescimento do caule, uma no verão (total ou parcial), muito provavelmente relacionada ao fotoperíodo, e outra no inverno provocado pelas temperaturas mínimas baixas, induzindo dormência (RAKOCEVIC et al., 2006).

Os plantios de erva-mate, para a colheita de ramos, normalmente são podados a cada 18 meses. A poda possui a capacidade de tornar a planta mais produtiva auxiliando no desenvolvimento vegetativo e no aumento do volume foliar (PENTEADO; GOULART, 2017). Porém, quando ela é efetuada de forma inadequada ou ocorrer o ataque de pragas, pode ocasionar o desgaste dos troncos e limitar o desenvolvimento foliar.

A principal praga que ataca as plantas de erva-mate, é chamada broca da erva-mate, causada pelo *Hedypathes betulinus* (corinthiano). As larvas do inseto, durante a sua alimentação, constroem galerias longitudinais e ascendentes no tronco, galhos e raizes da planta, prejudicando o desenvolvimento da mesma e até provocando a sua morte (IEDE e MACHADO, 1989; PENTEADO, 1995; GRIGOLETTI et al., 2006). Este inseto pode causar perdas significativas na produtividade do erval, tendo incidência registrada em toda a região de ocorrência da erva-mate (PENTEADO et al., 2000; LEITE et al., 2011).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o rejuvenescimento e a capacidade vegetativa de um erval, após decepa total de troncos, na perspectiva de possibilitar a condução de uma nova forma arquitetônica às plantas, sob a ótica de colheita mecanizada e aumento de biomassa foliar.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Classificação Botânica da Erva-mate.

O naturalista francês August de Saint Hilaire (1822), foi quem efetuou a classificação botânica da erva-mate, cujo nome científico *Ilex paraguariensis* St. Hil., foi registrado no Museu de História Natural de Paris. Pertence à família Aquiifoliacea, representada por cerca de 700 espécies, a maioria de gênero *Ilex* (PARODI e GRONDONA 1949; GIBERTI, 1995; VALDUGA et al., 2003; DANIEL, 2009).

A altura da erva-mate é variável, podendo atingir 15 metros, entretanto, quando são podadas não passam de 7 metros. Possui caule do tipo tronco reto e de coloração acinzentada e bastante curto, com DAP de 20 a 40 cm de diâmetro (MELLO, 1980; MAZUCHOWSKI, 1991; CARVALHO, 1994).

As folhas são alternadas, simples, geralmente estipuladas, de 5 a 10 cm de comprimento e 3 a 5 cm de largura, variando de subcoriáceas até coriáceas e mostram-se estreitas na base e ligeiramente obtusas no vértice. Possuem coloração verde escura na face superior e verde-clara na inferior, nervuras laterais pouco impressas na face superior e salientes na inferior. A folha inteira mede de 8 a 10 centímetros (MAZUCHOWSKI, 1991; DA CROCE e FLOSS, 1999; VALDUGA, 2002). O pecíolo é relativamente curto, medindo mais ou menos 15 milímetros de comprimento e mostra-se um tanto retorcido (MELLO, 1980; CARVALHO, 1994; DANIEL, 2009).

As flores são hermafroditas, pequenas, brancas e pouco vistosas; são unissexuais por aborto, ou seja, nas flores femininas os estames são inoperantes e nas masculinas, logo após a fecundação, os pistilos se deprimem e a flor aborta. Em cada flor nota-se um cálice gamossépalo com quatro sépalas de cor verde clara e uma corola branca formada por quatro pétalas. Aparecem entre estas pétalas, 4 estames largos (MAZUCHOWSKI, 1991; DA CROCE e FLOSS, 1999).

A erva-mate é uma espécie dioica; as inflorescências femininas apresentam-se em pequenos fascículos pedicelados, com 3 a 5 flores, e pedúnculo curto; as masculinas possuem de 3 a 5 pedicelos e flores, e às vezes

com pedúnculo longo; nascem sobre lenho velho em ramos totalmente florais, axilares nas folhas (MELLO, 1980; REITZ et al.,1983; DANIEL, 2009).

O fruto pode ser chamado de baga – drupa globular, formato pequeno, medindo de 4 a 8 mm de diâmetro, apresenta cor verde quando novo, passando a vermelho arroxeado em sua maturidade. Uma polpa mucilaginosa o envolve, apresentando cerca de 4 sementes com tegumento áspero e duro (CARVALHO, 1994; DA CROCE e FLOSS, 1999; VALDUGA, 2002).

A semente é dura, definida como sendo um pirênio trigonal, com tegumento fino de coloração amarelo-clara ou parda, que apresenta três saliências no dorso convexo; o endosperma é rico em proteínas e lipídios; o embrião é rudimentar, apresentando desenvolvimento incompleto no processo de maturação e possui formato coração ou cordiforme quando o fruto encontra-se maduro (FERREIRA, 1995; DANIEL, 2009).

2.2. Aspectos morfológicos das plantas.

A parede de células epidérmicas da folha como as do caule são integralmente dispostas e cobertas por uma cutícula que reduz a perda de água (RAVEN et. al, 2001). Como caracterização geral da *I. paraguariensis*, a epiderme foliar é unisseriada, com células justapostas, apresentando maior diâmetro periclinal na face adaxial. O mesofilo é dorsiventral, com o parênquima paliçádico composto por dois a três estratos de células alongadas e justapostas, independente do morfotipo. A nervura central é biconvexa, com sistema vascular em arco fechado, sendo o feixe circundado por uma bainha, formada por fibras perivasculares (DUARTE, 2020).

A lâmina foliar é a estrutura que mais sofre modificação em resposta às alterações ambientais (NERY et al., 2007), e dependendo da condição à qual a folha é exposta pode aumentar o número de camadas ou apenas alongar as células (DUARTE, 2020). Portanto, a *I. paraguariensis* possui plasticidade anatômica, o que possibilita a aclimatação da espécie em diferentes ambientes (FERMINO JÚNIOR; FOCKINK, 2017).

O maior componente do crescimento vegetal é a expansão celular controlada pela pressão de turgor, que faz com que as células aumentam em volume e tornam-se bastante vacuoladas. A expansão celular rápida ocorre na região subapical após

cessar a divisão celular, quanto maior o número de células produzidas pelo meristema apical mais longo será o eixo, determinando a forma e o tamanho definitivo da planta (RAVEN et. al, 2001).

As plantas em geral para crescerem e se desenvolverem necessitam de luz, dióxido de carbono, água e sais minerais. Os hormônios vegetais atuam diretamente no crescimento delas, produzindo respostas fisiológicas especificas. Os principais hormônios vegetais que atuam no crescimento são: auxinas, citocininas, giberelinas e ácido abscísico (CASTRO; SENA; KLUGE, 2002; KERBAUY, 2004).

Em nível celular a auxina é um fitormônio que age como sinal para a divisão, alongamento e diferenciação durante o curso normal do ciclo vegetal. Na planta, a auxina atua no crescimento do ápice vegetativo e na formação de primórdios foliares. Quando ocorre a remoção do ápice caulinar o fitormônio induz a retomada de crescimento da gema lateral (CASTRO; SENA; KLUGE, 2002; KERBAUY, 2004). O fitormônio citocinina controla a divisão celular, está intimamente ligado à diferenciação das células, sobretudo no processo de formação de gemas caulinares (KERBAUY, 2004).

O balanço citocinina, ou seja, auxina/citocinina é essencial para o desenvolvimento dos vegetais, este tipo de desenvolvimento envolve a formação de órgãos ao longo de toda a vida da planta (KERBAUY, 2004). As citocininas estão envolvidas intensamente na resposta das plantas a, pelo menos, quatro estimulos externos: luz, temperatura, nutrientes e interação com outros organísmos lateral (CASTRO; SENA; KLUGE, 2002; KERBAUY, 2004).

O fitormônio chamado giberelinas também está envolvido na divisão e no alongamento celular, porem em células jovens. As giberelinas e o fitormônio ácido abscísico atuam nas respostas ambientais como: A inundação frequente (giberelinas) e a baixa disponibilidade de água (ácido abscísico), o qual regula a abertura dos estômatos, reduzindo a perda de água por transpiração (CASTRO; SENA; KLUGE, 2002; KERBAUY, 2004).

2.3. Ataque de pragas e doenças na Erva-mate.

Por se tratar de uma espécie nativa, a erva-mate apresenta muitos insetos associados com a planta (GRIGOLETTI et al., 2006; PENTEADO; GOULART, 2019). Encontram-se identificadas 86 espécies de insetos fitófagos alimentando-se de diferentes partes da planta, entretanto, poucas têm comprometido significativamente a produção (GRIGOLETTI et al., 2006).

A principal praga da erva-mate, é o corinthiano (*Hedypathes betulinus*). Os insetos adultos de *H. betulinus* encontram-se presentes na cultura ao longo do ano inteiro, com ênfase quantitativa nos meses de outubro e junho, possuindo um pico populacional entre fevereiro e março, constatando-se que a flutuação populacional é do tipo sazonal, com maior atividade nas estações mais quentes (SOARES 1998; IEDE et al., 2000; BORGES, 2007).

A segunda principal praga da erva-mate, é a *Gyropsylla spegazziniana*, conhecida como ampola-da-erva-mate, possui a aparência semelhante de pequenas cigarras. Podem atingir elevados níveis populacionais, tanto em monocultivos quanto em consórcios, e também em viveiros (PENTEADO, 1995; PENTEADO, 2000). A *G. spegazziniana* alimenta-se da seiva da planta, nas brotações, causando encarquilhamento nas folhas novas, as quais assumem o aspecto de galhas para abrigar as ninfas (CHIARADIA; MILANEZ, 1997; LEITE et al., 2007; PENTEADO et al., 2000).

Outra praga que pode ocorrer é a cochonilha-de-cera, causada pelo inseto *Ceroplastes grandis*. Normalmente vivem agregados nos ramos, podendo, algumas vezes, cobrí-los totalmente. São insetos sugadores que se alimentam da seiva das plantas, tornando-as debilitadas (GRIGOLETTI et al., 2006; PENTEADO et al., 2000; PENTEADO; GOULART, 2019).

2.4. Desenvolvimento da Erva-mate.

Os solos adequados para o plantio e desenvolvimento da erva-mate são aqueles que apresentam textura argilosa, com boa profundidade e drenagem adequada. A espécie é tolerante a solos com pH baixo, porém necessita de altos teores de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio)

disponíveis no solo (MEDRADO et al., 2000; BARBOSA, et al. 2018, MAGRI et al., 2021).

As coberturas do solo na cultura da erva-mate, desempenham funções fundamentais para o desenvolvimento das plantas, pois fornecem matéria orgânica ao solo e fixação de nutrientes, auxiliam no controle de plantas daninhas, evitam o excesso de temperatura do solo, reduzindo a evaporação (PHILIPOVSKY et al., 1997; MEDRADO et al., 2000; PENTEADO; GOULART, 2019).

Lima Filho et al. (2014), cita algumas espécies que podem ser utilizadas como cobertura vegetal no cultivo de erva-mate no inverno e verão: alfafa (*Medicago polymorpha*), azevém (*Lollium multiflorum*), aveia branca (*Avena sativa*), aveia preta (*Avena strigosa*), ervilhaca (*Vicia sativa*), nabo-forrageiro (*Raphanus nabus*), estas sendo utilizadas na estação de inverno. Na estação de verão são utilizadas: amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), soja comum (*Glycine max*), cevadilha (*Bromus unioloides*), milheto (*Pennisetum glaucum*).

A aplicação da adubação deve ser efetuada na dosagem correta, conforme o recomendado para a erva-mate, o adubo deve lançado sobre a superfície do solo, próximo das erveiras. Quando houver cobertura vegetal nas entrelinhas do erval, a dose total da adubação deverá conter também a dosagem recomendada para a cobertura verde, evitando assim, a competição de ambas as espécies pela disponibilidade de nutrientes (WENDLING; SANTIN, 2015).

2.5. Recuperação de ervais degradados efetuando manejo corretamente.

A adoção de técnicas eficientes na colheita tem grande importância econômica para a produção ervateira, pois permite maior longevidade do erval e mantendo a sua produtividade (SANTIN et al., 2008; PENTEADO; GOULART, 2017).

A poda bem executada visa, por meio da retirada de partes escolhidas da planta, definir uma arquitetura ampla, bem distribuída, mantendo a erveira com boa sanidade. Com isso, o rendimento da biomassa das plantas trará o retorno

econômico dos investimentos realizados (SCHMALKO; KRIKUM; KANZI, 2015; WENDLING; SANTIN, 2015; PENTEADO; GOULART, 2017).

A poda consiste em uma das etapas de cultivo de grande importância para a arquitetura, a longevidade e a produtividade dos ervais (GOULART, 2017). No sistema de poda de erva-mate, define-se o que se deseja obter com a planta em se tratando de altura e ramificação de seus ramos. Cada planta, precisa ser devidamente estudada para efetuar-se a poda de forma a possibilitar a incidência de luz para a realização da fotossíntese (SCHMALKO; KRIKUM; KANZI, 2015).

As podas dividem em: podas de formação, de condução, de colheita e de recuperação, cada uma delas com seus objetivos, como o de formação da arquitetura, emissão de novas brotações, determinação da altura e produção de biomassa (WENDLING; SANTIN, 2015; PENTEADO; GOULART, 2019).

A técnica de rejuvenescimento consiste na remoção da parte aérea da planta, para promover a regeneração total. Basicamente, pode ser aplicada de três formas: (1) Poda alta, onde são cortados os ramos em diferentes alturas (aproximadamente 1 m), preservando a estrutura dos ramos principais; (2) Anelamento do tronco, procedimento em que se secciona uma linha transversal do caule e se retira uma porção da casca em uma altura aproximada de 10 cm a 20 cm do solo, visando forçar a brotação de base. Apenas após o anelamento faz-se o corte de rebaixamento; e (3) Rebaixamento total, onde é cortado o tronco em bisel a uma altura em que a parte mais baixa fique em torno de 10 cm do solo e a parte mais alta, cerca de 20 cm (PENTEADO; GOULART, 2017; PENTEADO; GOULART, 2019).

A poda de rejuvenescimento pode ser efetuada de uma só vez ou escalonada ao longo de vários anos. No planejamento do manejo dos ervais, devem-se incluir na previsão de atividades de longo prazo, as práticas de rebaixamento ou de renovação de lotes do erval, a fim de evitar a diminuição da produtividade. A época mais conveniente para executar a poda de rebaixamento é no final do inverno, quando a planta ainda está em período de dormência, período em que a probabilidade de geadas diminui (SANTIN, et al. 2008; PENTEADO; GOULART, 2019).

2.6. Colheita mecanizada e semimecanizada.

A colheita manual é hoje um dos pontos nevrálgicos da cadeia produtiva da erva-mate e, com essa mudança de paradigma que busca inserir a produção tradicional, estaria avançando na produtividade e consequentemente gerando mais competitividade ao setor (SCHMALKO; KRIKUM; KANZI, 2015).

Enquanto na colheita tradicional operam seis trabalhadores por hectare para cortar e coletar certos quilos de ramos, com o semimecanizado a tarefa é efetuada por dois trabalhadores, melhorando significativamente a velocidade do trabalho, reduzindo os custos de colheita e gerando maiores salários para os produtores (SCHMALKO; KRIKUM; KANZI, 2015).

Segundo Schmalko; Krikum; Kanzi, (2015), a colheita semimecanizada é aplicada em geral em plantações de baixa, média ou alta densidade, sendo efetuada anualmente com o corte de ramos maduros. As condições de trabalho e sua qualidade são melhoradas, com a consequente redução de tempo e custos. Os ramos podem quebrados manualmente ou por meio de equipamentos mecânicos disponíveis nas chamadas quebradoras.

Um estudo efetuado na Argentina avaliando seis colheitas consecutivas de erva-mate mecanizada, semimecanizada e manual mostrou não haver diferenças significativas nos rendimentos (KRICUN e BELINGHERI, 2013), o que demonstra a viabilidade da mecanização.

2.7. Importância socioeconômica da Erva-mate.

O uso da erva-mate existe há muito tempo e os primeiros registros mencionam a origem do uso aos índios guaranis, que habitavam a região compreendida pelas bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai, correspondendo ao território pertencente ao Paraguai, Missiones (Argentina), e aos estados brasileiros, Mato grosso do Sul e Paraná. O uso da erva-mate foi adotado como uma bebida tônica e estimulante, difundindo-se entre as tribos (DA CROCE; FLOSS, 1999; LUZ, 2014).

A evolução econômica da erva-mate remonta a época da colonização europeia, por volta de 1554, quando os espanhóis chegaram a Guairá, região

onde atualmente situa-se a divisa do estado do Paraná com o Paraguai, e observaram que os índios guaranis que habitavam aquela região, consumiam uma bebida preparada com folhas secas e trituradas de uma árvore, que era misturada com água quente ou fria e ingerida em um pequeno porongo por meio de um canudo de taquara. Notaram ainda que, os índios daquele lugar eram mais fortes que os demais guaranis. Portanto os soldados, ao voltarem para suas origens, levaram um carregamento de erva-mate, e seu consumo foi propagado entre as colônias espanholas (LINHARES, 1969; LUZ, 2014; MARQUES, 2014).

A erva-mate teve expressiva contribuição na formação socioeconômica do Brasil, responsável pela implantação de várias cidades, sendo considerada a mais importante indústria extrativista depois da borracha (MAZUCHOWSKI, 1991; DA CROCE; FLOSS, 1999).

A importância da cultura do chimarrão para o Rio Grande do Sul foi formalizada por meio da promulgação da Lei nº 11.929, de 20 de junho de 2003, a qual institui o chimarrão como “bebida símbolo” do Estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2003). Dentro deste contexto, convém citar a inegável influência econômica da erva-mate no viés histórico da Revolução Farroupilha, importância tal que promoveu sua representação na bandeira do Rio Grande do Sul (LINHARES, 1969).

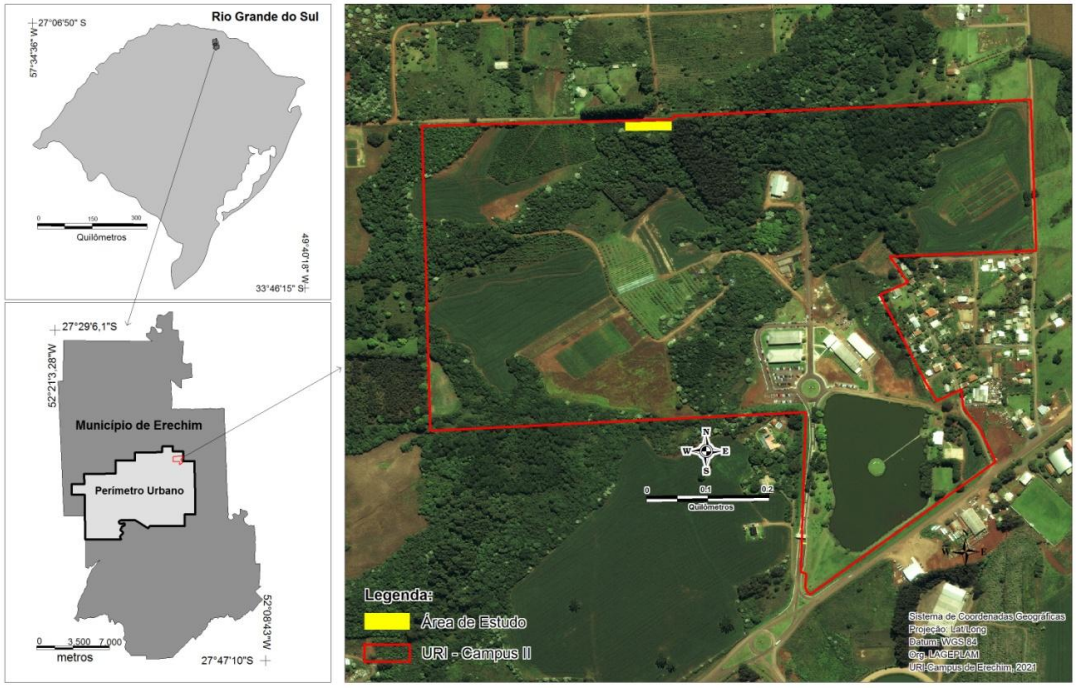
Na produção agrícola de erva-mate, o Brasil tem pouca tecnologia quando comparada com outras culturas, por isso, em solos agricultáveis passíveis de uso de maquinários agrícolas, esta cultura perdeu espaço em relação ao trinômio soja-milho-trigo. Além disso, a erva-mate consiste de uma das poucas culturas com expressão econômica, carente de melhoramento genético e tratos culturais específicos à mecanização. O que é demonstrado pelo baixo desempenho dos ervais comerciais, em relação aos ervais experimentais ou tecnificados (PENTEADO; GOULART, 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS.

3.1. Área de estudo.

A pesquisa foi conduzida em um povoamento de erva-mate, existente no Campus II da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim, localizado na Região Norte do estado do Rio Grande do Sul, **Figura 1**.

Figura 1. Localização da plantação de erva-mate, objeto de estudo.



Fonte: Laboratório de Geoprocessamento – URI Campus Erechim.

O clima da região é definido como subtropical úmido (Cfa) segundo a classificação de (Köppen), com temperatura média anual entre 16°C e 20°C, e temperaturas abaixo de 0°C, durante o inverno em curtos períodos. A precipitação anual média varia entre 1600 mm a 2200 mm (ALVARES et al., 2014).

3.2. Condução do experimento.

O experimento de campo teve seu início em 2019, com a demarcação de parcelas em um povoamento de erva-mate adulto, com 20 anos de idade, o qual foi conduzido de forma inadequada resultando em baixa produtividade e plantas altas.

3.3. Análise química do solo.

No início do experimento, foram coletadas 20 subamostras de solo na profundidade de 0-20 cm, que posteriormente foram homogeneizadas, resultando em uma amostra composta para a área experimental. O solo foi seco a sombra com circulação de ar e peneirado em malha de 2 mm. A partir desta amostra seca e peneirada, foi determinado o pH (0,01 M $CaCl_2$); acidez trocável (Al^{3+}, extraído por 1 M KCl por titulação); acidez potencial (H+Al), teores trocáveis de Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^+ (Ca^{2+} e Mg^{2+} extraídos por 1 M KCl – determinado em espectrofotômetro de absorção atômica; K^+ extraído com Mehlich-I – determinado em fotômetro de chama), P disponível (extraído por Mehlich-I – determinação por colorimetria), e a matéria orgânica do solo (MO) (extraído por dicromato de sódio – determinação por colorimetria). As determinações químicas do solo seguiram a metodologia descrita por Marques e Motta (2003), e foram realizadas no laboratório de Química e Fertilidade da Universidade Federal do Paraná.

Os resultados químicos do solo são apresentados na **Tabela 1**. O pH do solo é alto, assim como o teor de matéria orgânica. Já com relação as bases trocáveis, os teores disponíveis de Ca^{2+} e Mg^{2+} são considerados valores altos, e o K^+ apresenta teor considerado muito alto. O resultado da análise química do solo indica boa condição de fertilidade do solo, com exceção dos níveis de P que estão muito baixos, necessitando correção.

Tabela 1. Análise química dos parâmetros de fertilidade do solo da área experimental.

	pH	Al^{3+}	H + Al	CTC_{pH7}[1]	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	P	MO[2]
	$CaCl_2$	----------		$cmol_c\ dm^{-3}$	----------		-------	$mg\ dm^{-3}$	-------	%
Resultado	5,05	0	6,7	15,9	7,2	1,4	195	1,9		5,25
Interpretação[3]					Alto	Alto	Muito Alto	Muito Baixo		Alto

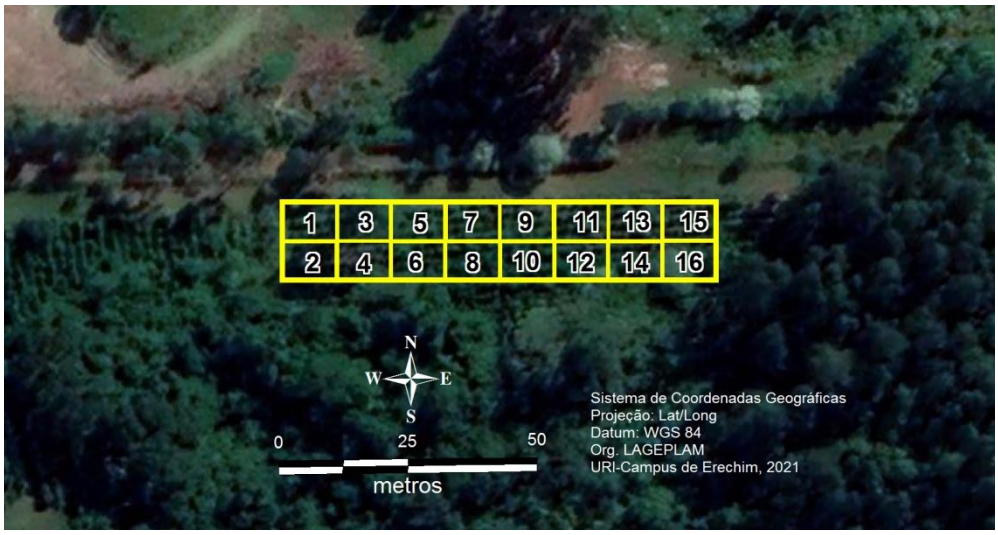
[1]CTC_{pH7}= Capacidade de troca de cátions a pH 7; [2]MO= Matéria Orgânica; [3]Interpretação de acordo com Junior e Goulart (2019).

Com base neste resultado, na área foi efetuada a correção nutricional do solo, utilizando-se do Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SILVA et al., 2016).

3.4. Delineamento experimental.

O talhão de erva-mate foi dividido em 16 parcelas contendo em média 25 plantas cada, **Figura 2**.

Figura 2. Esquema de parcelas que foi efetuado no talhão de erva-mate.



Fonte: Laboratório de Geoprocessamento – URI Campus Erechim.

As técnicas de revitalização, foram efetuadas por meio de um planejamento fatorial 2 x 2 (altura e mês), (**Tabela 2)**, em blocos totalmente casualizados, com 4 repetições.

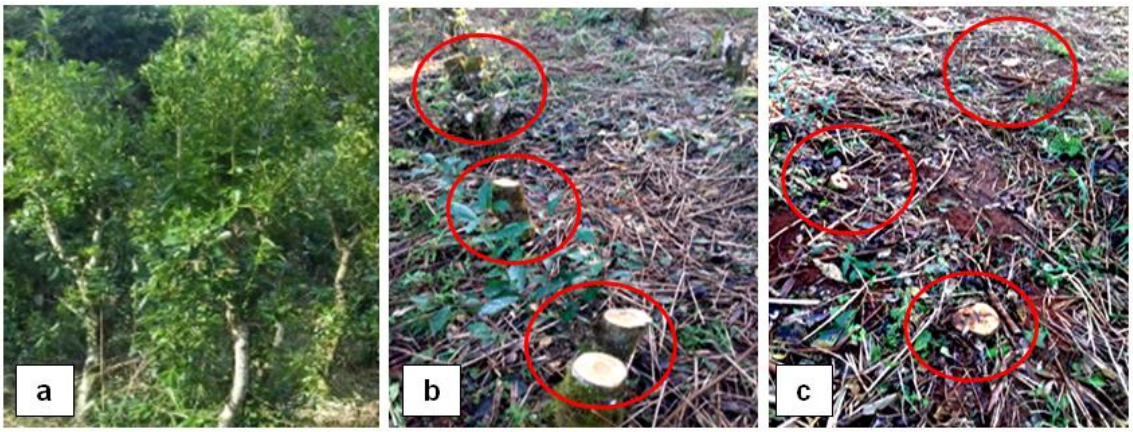
Tabela 2. Tratamentos com relação ao manejo de revitalização adotado (corte em relação ao solo) e época do ano (junho e agosto).

Tratamentos	Altura do corte (cm)	Época do ano
1	10	Junho
2	40	Junho
3	10	Agosto
4	40	Agosto

3.5. Decepa de troncos das plantas de erva-mate e quantificação da biomassa.

O manejo de revitalização foi efetuado durante o periodo de dormência vegetativa (junho e agosto), efetuando-se a decepa dos troncos a 10 e 40 cm acima do solo, **Figura 3.**

Figura 3. Perfil dos tratamentos de decepa de troncos.



a) Plantas de erva-mate antes da aplicação dos tratamentos; **b)** Decepa efetuada a 40 cm acima do solo; **c)** Decepa efetuada a 10 cm acima do solo.

A decepa de troncos foi efetuada em bisel, com o auxílio de uma motosserra, utilizando óleo vegetal e nos cortes não foi aplicado fungicida.

A biomassa de cada parcela de erva-mate obtida, no modelo repicagem padrão/indústria, foi quantificada com o uso de uma balança de gancho. Os dados servirão de parâmetros comparativos para as biomassas obtidas nos 2 primeiros anos subsequentes ao início do experimento.

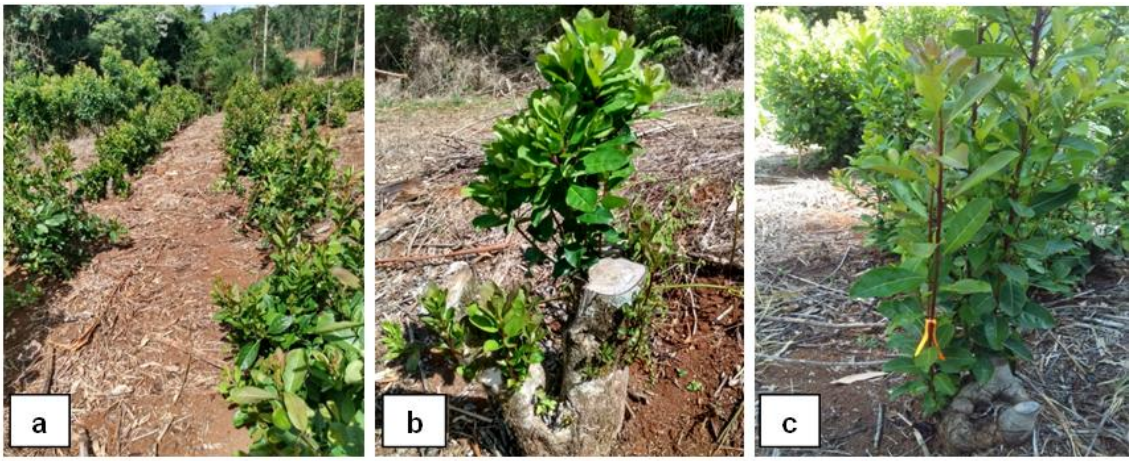
3.6. Acompanhamento do experimento em 2019.

A partir do mês de setembro, iniciou-se o acompanhamento morfogênico das plantas, efetuando a contagem de metâmeros recem emergidos. Nas brotações primárias, selecionaram-se brotações efetivas, para medir o crescimento e a espessura dos ramos, também foi efetuada a contagem de folhas desses ramos com o auxilio de uma régua, **Figura 4**.

O período de observação e acompanhamento, após as rebrotas, foi de 12 meses. A primeira leitura do desenvolvimento morfogênico das plantas, foi

efetuada ao final do mês de setembro de 2019, e a última, ao final do mês de julho de 2020.

Figura 4. Acompanhamento da emissão de brotações.

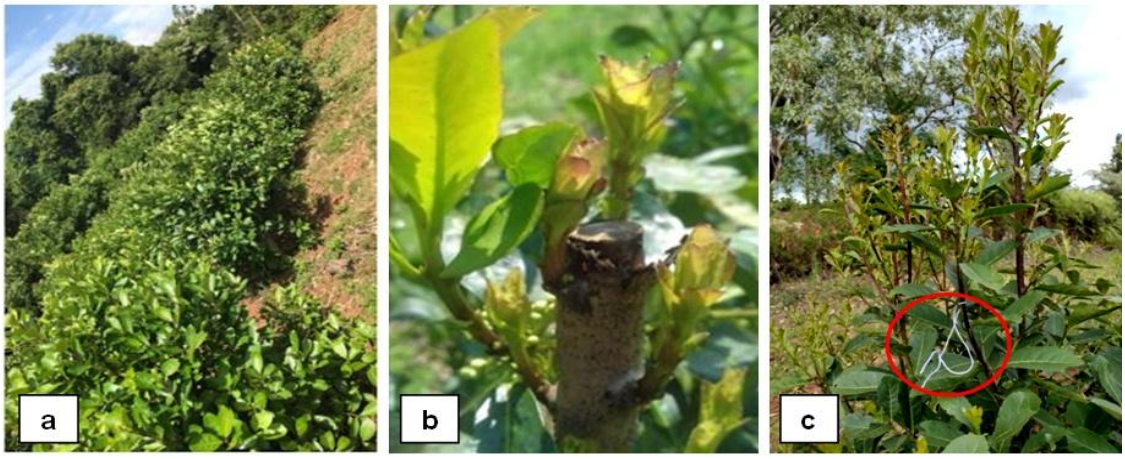


a) Perfil do crescimento das plantas de erva-mate; **b)** Inicio das brotações primárias depois de efetuado a decepa; **c)** Marcação de metâmero para acompanhamento.

3.7. Acompanhamento do experimento em 2020.

Nas plantas de erva-mate, no período de dormência vegetativa, mês de agosto de 2020, foi efetuada a retirada de ramos excedentes e selecionado ramos mais desenvolvidos, para a condução de nova arquitetura, a partir das brotações emitidas em 2019, **Figura 5**.

Figura 5. Acompanhamento do desenvolvimento vegetativo das plantas de erva-mate em 2020.



a) Perfil morfológico das plantas em 2020; **b)** Novas brotações depois de efetuado a poda; **c)** Marcação de metâmero para acompanhamento.

A partir das brotações primárias de erva-mate, foram selecionados em torno de 5 metâmeros secundários, de cinco plantas, em cada tratamento.

As novas brotações emergidas (brotações secundárias, terciárias e quaternárias) foram contadas, e anotado os valores em planilhas do excel. A espesssura e altura dessas brotações secundárias, foi medida com o auxílio de régua. O acompanhamento morfogênico foi efetuado quinzenalmente, durante cinco meses, de setembro de 2020 a janeiro de 2021.

3.8. Análise de dados.

Os tratamentos foram comparados estatisticamente por análise de variância, seguida por teste de Tukey, quando ANOVA foi significativa, com uso do Software R.

4. RESULTADOS

4.1. Índice de mortalidade de plantas em decorrência da decepa de troncos.

O número de plantas de erva-mate, por parcela, variou entre 22 a 35 plantas. Das 450 plantas de erva-mate, que compuseram este estudo, apenas 9 plantas não desenvolveram brotações, 4 das decepas efetuadas a 40 cm do solo, sendo 2 da decepa em junho e 2 em agosto. Nas plantas decepadas a 10 cm do solo, 5 não desenvolveram brotações, 3 delas na decepa de junho e 2 delas na decepa de agosto.

Os resultados mostram um baixo índice de mortalidade de plantas, não diferindo estatisticamente entre os meses e as alturas em que foram efetuados as decepas.

4.2. Biomassa das plantas decepadas em junho/agosto (primeira fase).

A **Tabela 3** apresenta a biomassa de erva-mate de cada parcela, referente ao talhão que foi decepado no mês de Junho/2019, com altura de 10 e 40 cm do solo, e na **Tabela 4**, a biomassa de erva-mate, referente às plantas que foram decepadas nos meses de agosto/2019, nas alturas de 10 e 40 cm do solo.

Tabela 3. Biomassa de erva-mate *in natura*, decepada no mês de junho e repicada no tamanho adequado à indústria.

Parcelas	Altura do Solo (cm)	Biomassa (Kg)
1	40	48
5	40	71
10	40	75
13	40	37
2	10	72
4	10	54
9	10	41
14	10	87
Massa Total:		485 Kg

Tabela 4. Biomassa de erva-mate *in natura*, decepada no mês de agosto e repicada no tamanho adequado à indústria.

Parcelas	Altura do Solo (cm)	Biomassa (Kg)
3	40	110
6	40	63
8	40	40
11	40	54
16	40	53
7	10	84
12	10	48
15	10	40
Massa Total:		492 Kg

Os valores de biomassa apresentados nas **Tabelas 3** e **4** não diferiram significativamente entre as parcelas, mostrando a homogeneidade de plantas selecionadas para os tratamentos.

4.3. Biomassa das plantas de erva-mate em agosto de 2021.

A **Tabela 5** apresenta a biomassa de erva-mate de cada parcela, referente ao talhão que foi decepado no mês de Junho, com altura de 10 e 40 cm do solo, e na **Tabela 6**, a biomassa de erva-mate, referente às plantas que foram decepadas nos meses de agosto, nas alturas de 10 e 40 cm do solo.

Tabela 5. Biomassa de erva-mate *in natura*, das parcelas decepadas no mês de junho.

Parcelas	Altura do Solo (cm)	Biomassa (Kg)
1	40	62
5	40	107
10	40	124
13	40	104
4	10	25
9	10	62
14	10	62
Massa Total:		546 Kg

Tabela 6. Biomassa de erva-mate *in natura*, das parcelas decepadas no mês de agosto.

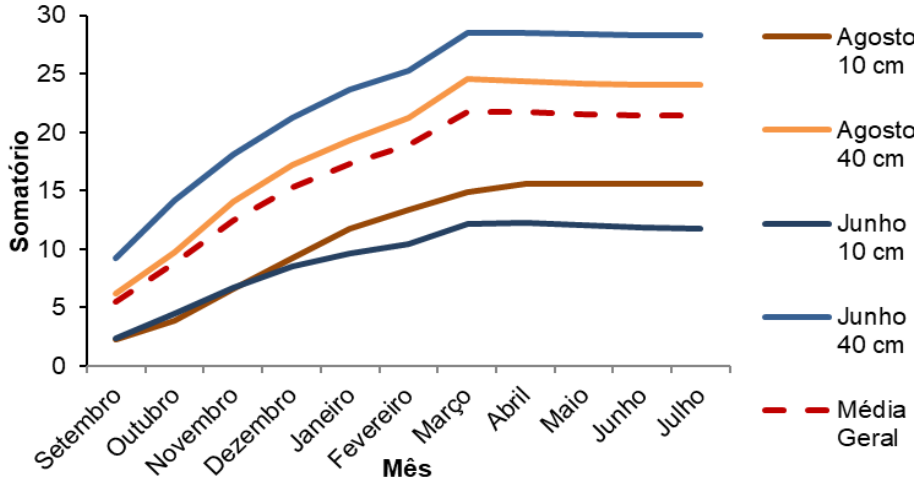
Parcelas	Altura do Solo (cm)	Biomassa (Kg)
3	40	91
6	40	82
8	40	111
11	40	144
16	40	82
7	10	65
12	10	76
15	10	124
Massa Total:		775 Kg

A biomassa obtida das plantas de erva-mate que foram decepadas no mês de agosto foi superior às decepadas no mês de junho. Assim como, a biomassa das plantas de erva-mate, decepadas a 40 cm do solo foram superiores a biomassa das decepadas a 10 cm do solo.

4.4. Emissão de Brotações em 2019.

O acompanhamento da emissão das brotações é apresentado na **Figura 6**.

Figura 6. Desenvolvimento morfogênico em cada tratamento.

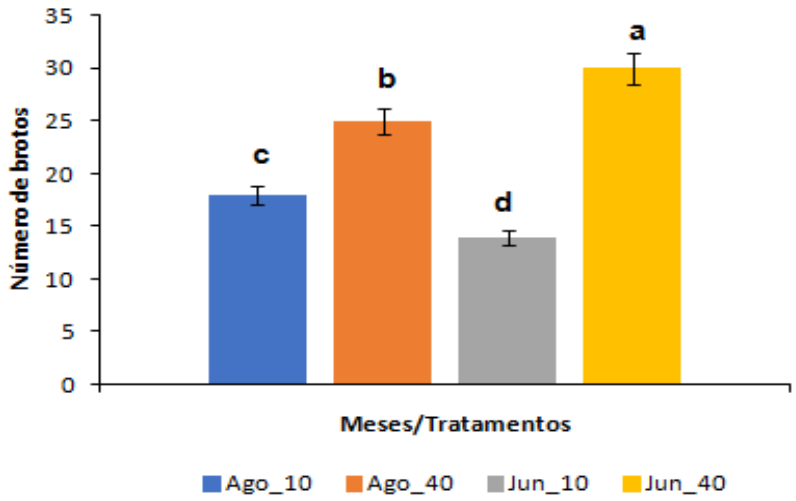


O melhor desenvolvimento morfogênico com relação à emissão de brotações ocorreu no tratamento a 40 cm do solo e com decepa efetuada no mês de junho, seguido ao tratamento efetuado no mês de agosto a 40 cm do solo.

O tratamento efetuado no mês de junho a 10 cm do solo foi o que apresentou menor desenvolvimento comparado com os demais, nos primeiros 12 meses de observação.

O tratamento estatístico efetuado, com relação à emissão de brotos, nos quatro tratamentos, é mostrado na **Figura 7.**

Figura 7. Brotações emitidas nos tratamentos de plantas de erva-mate após a poda de rejuvenescimento.



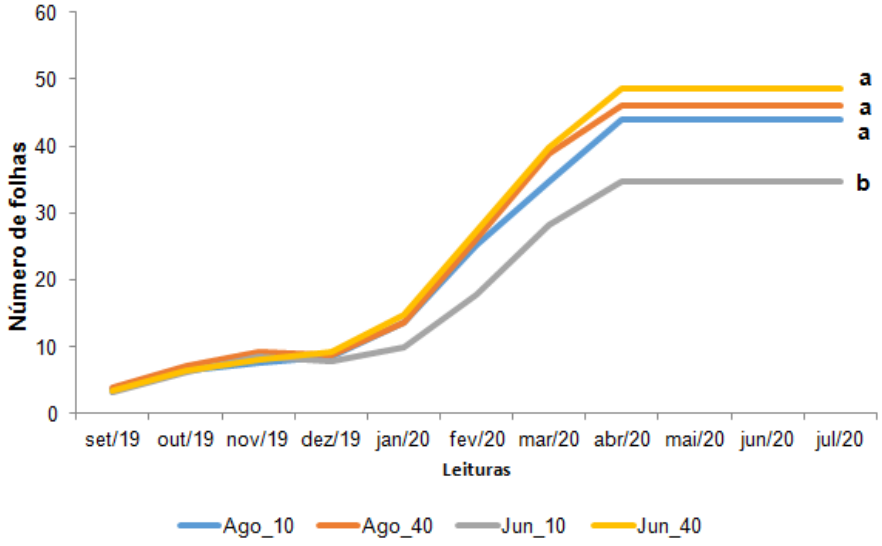
Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatisticamente significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os meses em que foram efetuados os cortes exerceu influência no resultado bem como a altura dos mesmos, ($p<0,01$).

4.4.1. Emissão de folhas.

A emissão de folhas nos metâmeros marcados durante o período de estudo (setembro de 2019 a julho de 2020), está apresentado na **Figura 8**.

Figura 8. Emissão de folhas em metâmeros primários.



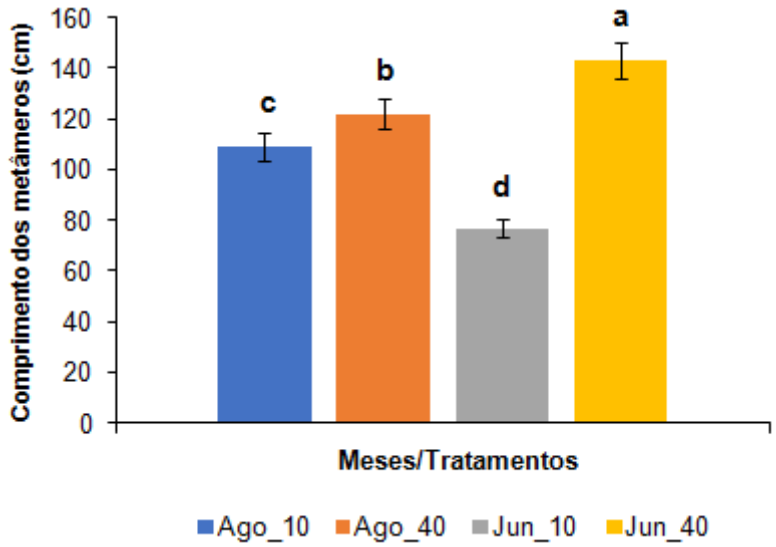
Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatisticamente significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao número de folhas, das plantas de erva-mate decepadas no mês de agosto, não foi encontrado diferença estatística entre os tratamentos. No entanto, os cortes efetuados no mês de Junho, encontrou-se diferença estatisticamente significativa na altura dos cortes ($p < 0,01$), mostrando que as brotações primárias emitidas em 2019, com troncos decepados no mês de junho, a 40 cm do solo, apresentaram valores superiores aos demais. Sendo que, a altura de decepa a 40 cm do solo diferiu estatisticamente ao corte de 10 cm do solo.

4.4.2. Comprimento dos metâmeros.

O desenvolvimento vegetativo das brotações primárias emitidas em 2019-2020, esta apresentado na **Figura 9.**

Figura 9. Comprimento das brotações primárias de erva-mate.



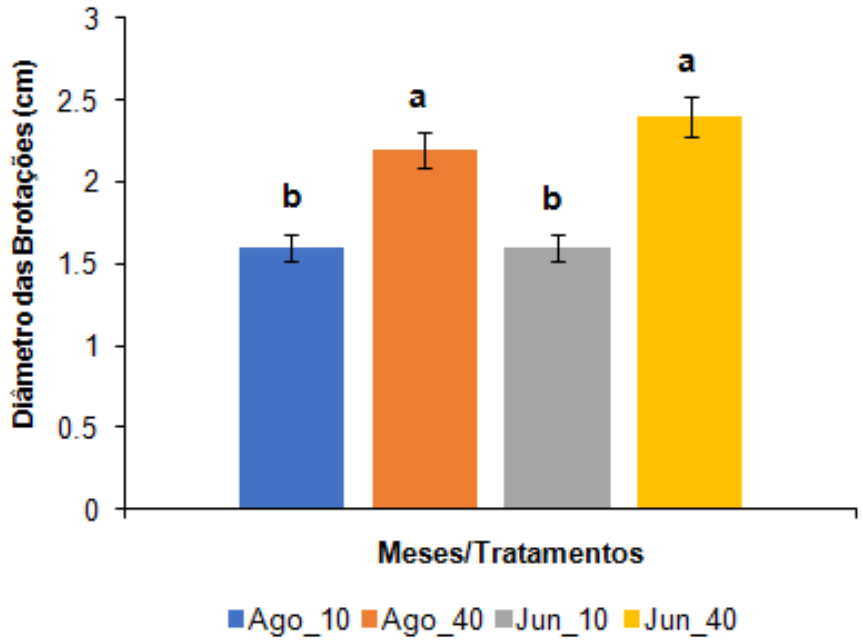
Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatisticamente significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se haver diferença estatisticamente significativa, com relação às plantas de erva-mate, cujos troncos foram decepados, nos meses de junho e agosto ($p<0,01$), bem como, para altura da decepa, a 10 cm e 40 cm do solo ($p<0,01$). O comprimento dos metâmeros, cuja os cortes foram efetuados no mês de junho a 40 cm do solo, tiveram maior crescimento. Os de menor crescimento, consistiu dos metâmeros emitidos nos troncos decepados em junho a 10 cm do solo.

4.4.3. Diâmetro das ramificações.

O diâmetro dos metâmeros primários, emitidos em 2019 a julho de 2020, em relação ao ensaio de decepa de troncos, a 10 cm e 40 cm do solo, e nos meses de junho e agosto, são mostrados na **Figura 10**.

Figura 10. Diâmetro de emissões primárias em 2019.



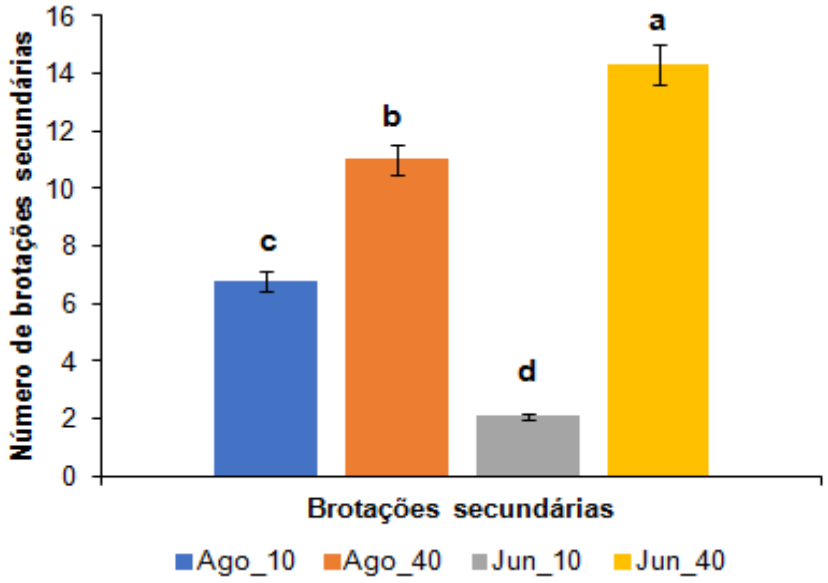
Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença estatisticamente significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando o diâmetro das emissões primárias de metâmeros de erva-mate emitidos em 2019 a julho de 2020, **Figura 10**, verificou-se não haver diferença estatisticamente significativa, com relação aos meses que foi efetuado a decepa de troncos, porém, houve diferença estatisticamente significativa nos troncos decepados a 10 cm e 40 cm do solo ($p<0,01$).

4.4.4. Ramificações secundárias emitidas em 2020 a partir de metâmeros primários.

A emissão de brotações secundárias em plantas de erva-mate, emitidas por meio de metâmeros primários, é apresentado na **Figura 11**.

Figura 11. Número de ramificações secundárias oriundas de metâmeros primários.



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação às brotações secundárias emitidas no ano de 2020, verifica-se que houve diferença estatisticamente significativa com relação ao mês de decepa e a altura dos troncos de erva-mate, a partir do solo ($p<0,01$). O tratamento efetuado no mês de junho, com corte a 10 cm do solo, foi o que apresentou menor emissão de brotações secundárias, contudo, o corte efetuado a 40 cm do solo no mês de junho, apresentou um maior número de brotações secundárias.

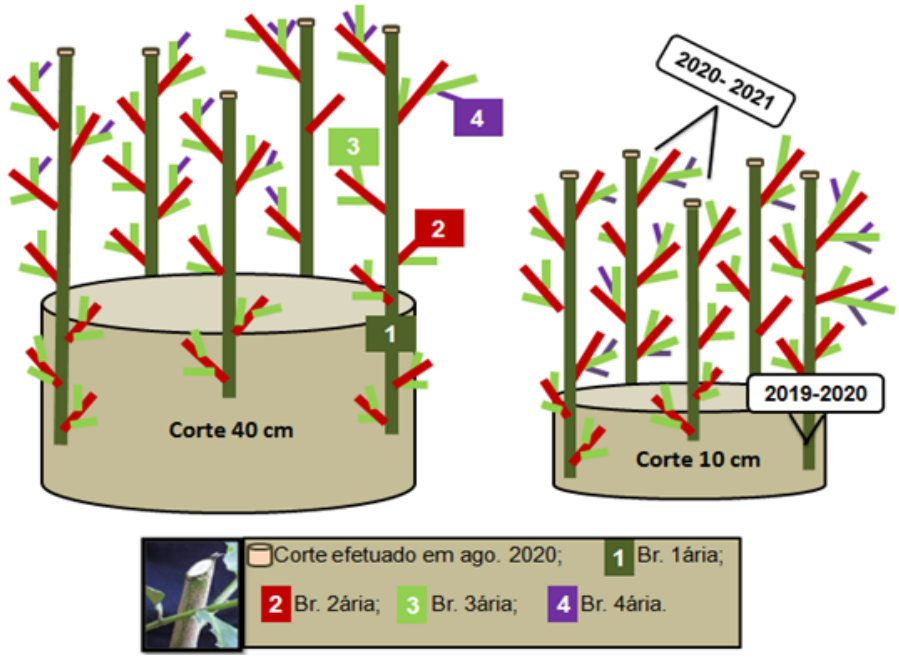
4.5. Acompanhamento da emissão de metâmeros em 2020

4.5.1. Ramificações secundárias emitidas em 2020, por meio de metâmeros primários emitidos em 2019.

Na fase de dormência, em agosto de 2020, foi efetuado uma limpeza de brotações indesejadas, e deixado em torno de cinco ou mais brotações, em cada tronco, com o objetivo de avaliar o comportamento vegetativo durante o ano de 2020/2021.

Nas brotações selecionadas foi acompanhado a emissão de metâmeros primários, secundários, terciários e quaternários nas 16 parcelas de erva-mate de acordo com os 4 tratamentos, **Figura 12 e Figura 13**.

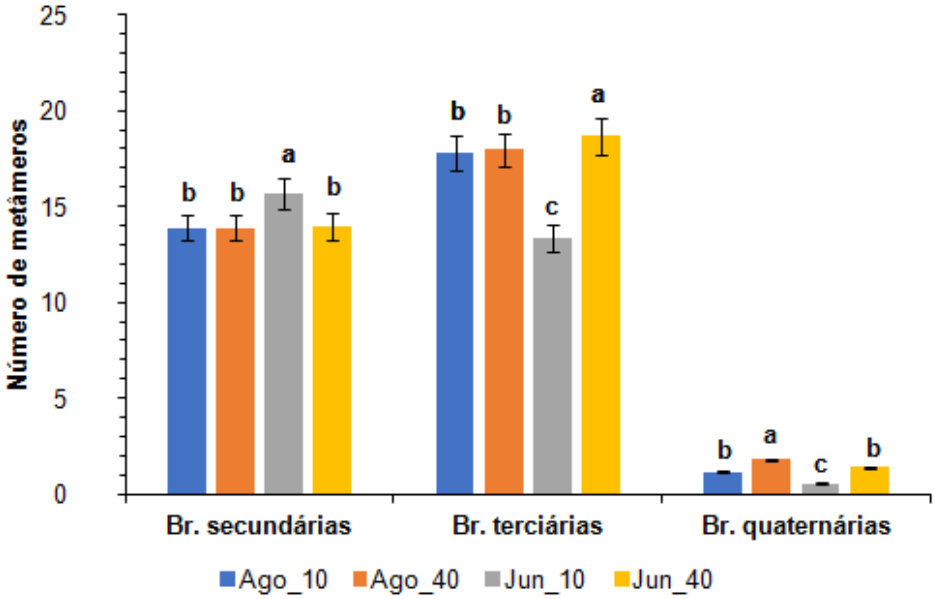
Figura 12. Perfil esquemático do desenvolvimento vegetativo das plantas de erva-mate depois da retirada de ramos desnecessários.



Com relação às brotações secundárias emitidas no ano de 2020-2021 (**Figura 13**), verifica-se que não houve diferença estatisticamente significativa com relação ao mês de decepa e a altura dos troncos de erva-mate, por meio do solo ($p>0,05$). Enquanto que, as brotações terciárias, foram superiores em número às secundárias, havendo diferença apenas com relação às decepas

efetuadas em junho a 10 cm do solo, as quais foram inferiores aos demais tratamentos.

Figura 13. Número de ramificações dos metâmeros selecionados.



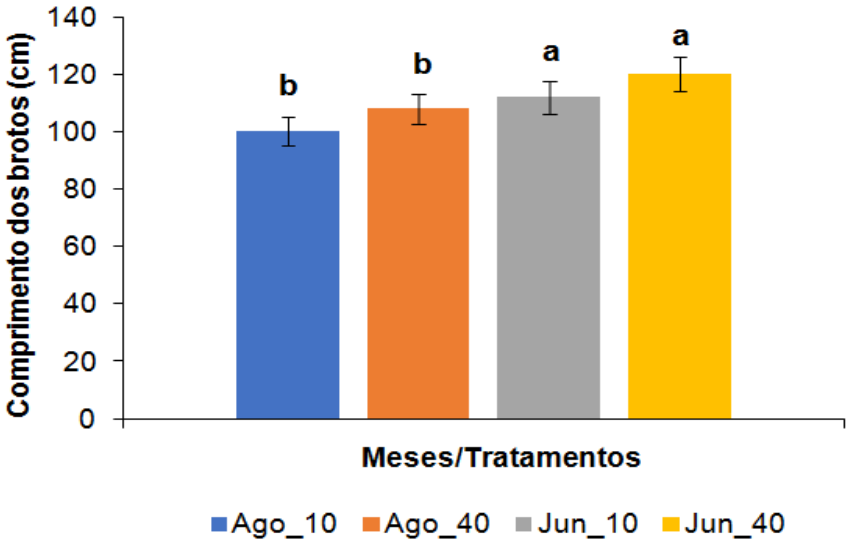
Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As brotações quaternárias diferiram estatisticamente com relação à altura de corte (p=0,03), sendo que as plantas de erva-mate com decepa a 40 cm do solo, apresentaram valores superiores às de 10 cm do solo, no entanto, o mês da decepa não interferiu.

4.5.2. Comprimento dos metâmeros.

O desenvolvimento vegetativo longitudinal das brotações emitidas em 2020-2021 é apresentado na **Figura 14.**

Figura 14. Comprimento das brotações secundárias de erva-mate, emitidas a partir das brotações primárias.



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

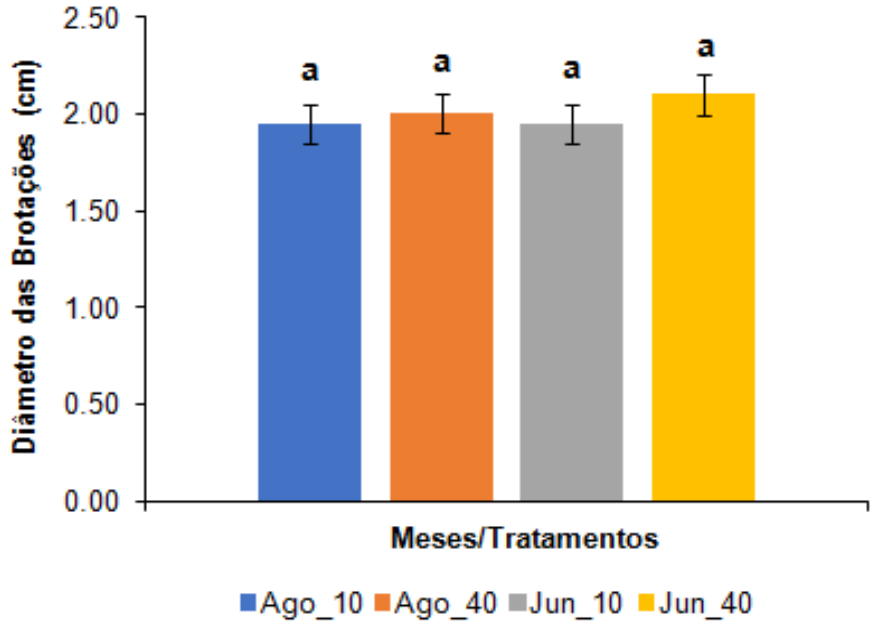
Observa-se haver diferença estatisticamente significativa, com relação às plantas de erva-mate, cujos troncos foram decepados, nos meses de junho e agosto (p=0,02), porém, para altura da decepa, a 10 cm e 40 cm do solo não houve diferença estatisticamente significativa (p>0,05).

O comprimento dos metâmeros, cuja os cortes foram efetuados no mês de junho tiveram maior crescimento. Os de menor crescimento consistiram dos emitidos nos troncos decepados em agosto a 10 cm do solo.

4.5.3. Diâmetro das ramificações.

O diâmetro dos metâmeros secundários de erva-mate, emitidos em 2020, por meio de brotações primárias, emitidas em 2019, em relação ao ensaio de decepa de troncos, a 10 cm e 40 cm do solo, e nos meses de junho e agosto, são mostrados na **Figura 15**.

Figura 15. Diâmetro de emissões secundárias de erva-mate a partir de brotações primárias.



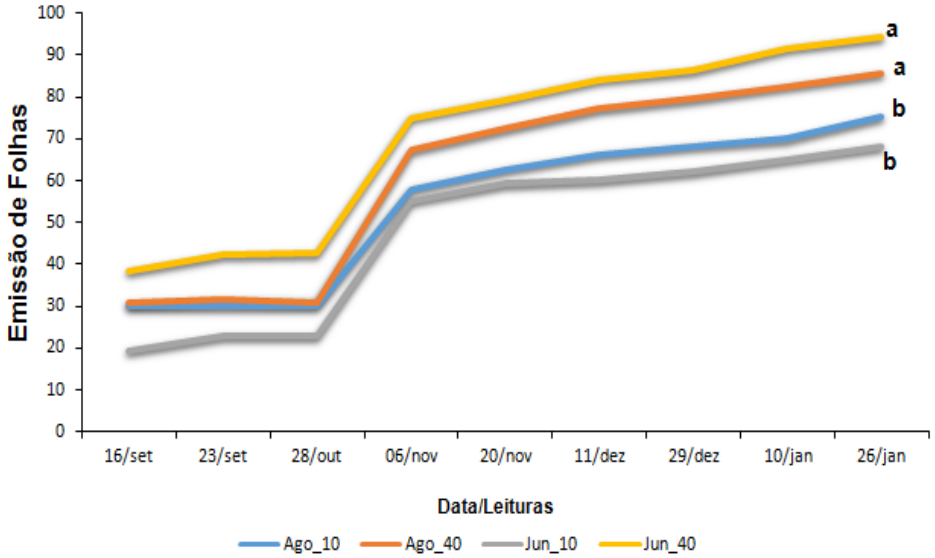
Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando o diâmetro das emissões secundárias de metâmeros emitidos em 2020-2021, por meio de brotações primárias emitidas em 2019, **Figura 15**, verificou-se não haver diferença estatisticamente significativa, com relação aos troncos decepados nos meses de junho e agosto, bem como para a altura da decepa, a 10 cm e 40 cm do solo ($p>0,05$).

4.5.4. Emissão de folhas.

A emissão de folhas nos metâmeros marcados durante o período de estudo (setembro de 2020 a janeiro de 2021), está apresentado na **Figura 16**.

Figura 16. Emissão de folhas em metâmeros secundários.



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número cumulativo de folhas durante o período de observação por indivíduo, variou consideravelmente em ambos tratamentos: a) Ago_40 cm, variando de 31 a 86 folhas; b) Ago_10 cm, variando de 30 a 75 folhas, c) Jun_40 cm, variando de 38 a 94 folhas, d) Jun_10 cm, variando de 19 a 68 folhas.

Em relação ao número de folhas, encontrou-se diferença estatisticamente significativa na altura de decepa do tronco ($p=0,03$), mostrando que as brotações secundárias emitidas a partir dos eixos primários emitidos em 2019, e selecionados para dar nova arquitetura às plantas de erva-mate, decepados no mês de junho, a 40 cm do solo, apresentaram valores superiores aos demais. Sendo que, a altura de decepa a 40 cm do solo diferiu estatisticamente aos de 10 cm do solo. Em relação ao mês de decepa dos troncos de erva-mate, não houve diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$), quanto à emissão de folhas.

5. DISCUSSÃO.

Com relação à biomassa medida no inicio do experimento e da poda efetuada no primeiro ano, verificou-se já haver a recuperação da mesma, com relação á emissão de brotações, não havendo perdas. Neste estudo, as emissões de brotações por meio da decepa teve influência do período e da altura dos cortes nos 12 primeiros meses de observação do desenvolvimento morfogênico, bem como, no segundo período de acompanhamento. O estudo mostra haver uma diferença significativa entre os meses que foram efetuados os tratamentos, bem como, as alturas do tronco com que foram efetuadas as decepas.

No estudo atual, as medições dos parâmetros selecionados para avaliar o desenvolvimento morfogênico da erva-mate, por meio de decepa drástica de troncos, foram quinzenais. Intervalo este, de observação um tanto longo, onde, constatou-se haver grande disparidade na emissão de metâmeros e folhas, o que poderia estar relacionado a fatores climáticos ou genéticos, já que as plantas de erva-mate no presente estudo não são oriundas de clones, as quais apresentaram diferenças arquitetônicas estruturais. Observou-se um assincronismo individual, visto que o povoamento de erva-mate não é originário de mesmos pais e mães. Neste sentido, observa-se no talhão em estudo plantas morfologicamente diferentes, colaborando para a não-uniformidade do comportamento vegetativo do talhão em estudo. Como também, na quantidade e tamanho de metâmeros e o número de folhas, resultando em arquitetura variada. Visto que, a arquitetura da planta é resultado de genes e efeitos ambientais. Porém, a poda pode interferir na arquitetura das mesmas, como também na produção de biomassa (RAKOCEVIC et al., 2011). A parada e retomada de crescimento, em espécies perenes de plantas de clima temperado, em resposta a sazonalidade e mudanças climáticas, consiste em uma resposta ao processo adaptativo, específico (RINNE et al., 2001). A região de Erechim-RS, onde foi efetuado o experimento, possui um clima quente e temperado, com uma pluviosidade significativa ao longo do ano, mesmo no mês mais seco. O clima é classificado como Cfa, de acordo com Köppen e Geiger, com a temperatura média de 17.9 °C e uma pluviosidade média de 2.153 mm/ano (CLIMATE, 2020). Assim, as espécies perenes, nestas condições, estão relacionadas à variabilidade de crescimento, ramificação e floração, bem como à

arquitetura da planta (HALLÉ et al., 1978). Verifica-se que, no estudo de Nicolini et al. (2012), no que tange ao crescimento e repouso, as fases podem ser periódicas ou irregulares. Em outras plantas, de clima tropical, elas apresentam eixos sincronizados ou dessincronizados, efeitos estes observados, como no cacau (GREATHOUSE et al., 1971), e no abacate (THORP e SEDGLEY, 1992).

Nos estudos de Rakocevic et al. (2011) contata-se que, na erva-mate, todos os eixos são equivalentes no que diz respeito à orientação e ângulos filotáticos. Há um botão lateral, na axila de cada folha da erva-mate, sendo a filotaxia em espiral e constante (2/5) entre duas folhas adjacentes. Flores e frutos se desenvolvem em posições axilares ao longo dos ramos. Os ramos laterais são agrupados antes das cicatrizes de internódios muito curtos, que separam os brotos anuais em UCs sucessivas.

Por outro lado, o comportamento estocástico de botões vegetativos, deve estar altamente relacionado à produção de biomassa, que por sua vez depende do ambiente e da arquitetura da planta. A poda promove reiterações traumáticas, um processo natural, que permite que a planta duplique total e parcialmente sua arquitetura (HALLÉ et al., 1978), mas também aumenta o crescimento dos eixos restantes não podados (FUMEY et al., 2011).

O assincronismo observado entre os indivíduos da erva-mate, também pode resultar de estados iniciais heterogêneos dos brotos, após poda drástica. Brotos que emergem após poda severa de grandes ramos, também chamados de epicórmicos, geralmente desenvolvem-se mais do que outros brotos, a exemplo de pessegueiros e amendoeiras (GUÉDON et al., 2018). O que também se observa neste estudo. Verificando-se, que a altura do tronco interfere no desenvolvimento vegetativo, da mesma que observado por Stuepp et al. (2016).

De acordo com Medrado et al., (2002), a poda de recuperação tem sido uma das principais ferramentas na recuperação de ervais degradados, e deve ser realizada entre os meses de julho a agosto, quando a planta está em repouso fisiológico.

Os ensaios de rejuvenescimento efetuados neste estudo, como foram conduzidos durante o período de dormência, possibilitou que praticamente 98% das matrizes respondessem à emissão de novas brotações, corroborrando com o estudo realizado por Stuepp et al. (2016) com um erval de 17 anos e decepa de

troncos efetuados a 15, 30 e 60 cm acima do solo, o qual, obteve cerca de 95,84% de indução de brotações.

A altura de corte não influenciou significativamente a porcentagem de brotação, porém, a quantidade de brotações emitidas no corte efetuado a 40 cm acima do solo foram superiores aos demais tratamentos com menores alturas de corte, identificando uma tendência desfavorável à brotação à medida que a altura da cepa diminuiu. Vale ressaltar a presença de novos brotos em árvores bastante debilitadas, resultado este considerado promissor na recuperação do genótipo de árvores decrépitas. A presença de gemas dormentes na base do tronco de árvores com elevada idade pode ser explicada pelo fato de estas se formarem em um período mais próximo à germinação da semente, o que torna esta região mais juvenil (HARTMANN et al., 2011).

Com relação ao número de brotações por cepa, os maiores valores foram obtidos na decepa realizada a 40 cm do solo no mês de junho, apresentando maior quantidade de brotos emitidos. No estudo efetuado por Stuepp et al. (2016) o corte realizado a 60 cm do solo resultou nos maiores valores para esta variável. Porém, esta altura de tronco não seria aconselhável para o desenvolvimento de uma arquitetura eficiente das plantas de erva-mate. O maior número de brotos obtidos no tratamento com corte a 60 cm do solo se deve a maior superfície da cepa deixada, a qual disponibilizou maior quantidade de nutrientes para o desenvolvimento de novos brotos, quando comparada às cepas de 15 e 30 cm, da mesma forma que neste estudo, nas decepas a 10 cm do solo.

As plantas de erva-mate decepadas no mês de agosto retardaram a emissão de brotações, no entanto, avaliando estatisticamente a quantidade média de brotos por plantas, foi constatado que não houve diferença significativa quando comparado os meses de decepa. De acordo com Penteado e Goulart (2017), a época ideal para a decepa se dá entre o mês de agosto e metade setembro, período final de repouso fisiológico das plantas.

A poda gera um desequilíbrio entre a superfície assimilatória da copa (folhas) e a superfície de absorção de água e nutrientes (raízes finas) (EHSEN, 1987). A reação da árvore será de recompor a folhagem original, por meio de gemas epicórmicas (estímulos de gemas dormentes na casca do tronco). Estas gemas podem estar dormentes, desde a formação dos galhos ou troncos, ou

podem ser produto de uma morfogênese, quando ocorre uma transformação de células do cambio para dar origem ao novo broto (RAST; BEATON e SONDERMAN, 1988). Esse fato possivelmente está relacionado com níveis hormonais na planta (TAIZ e ZEIGER, 2004), visto que, a auxina é o hormônio vegetal que promove o crescimento de regiões apicais e sua biossíntese ocorre principalmente em tecidos com rápida divisão celular e crescimento, especialmente nas partes aéreas. Com corte radical do caule, reduziu-se o número de gemas apicais e, consequentemente, o fluxo de auxina pode ter diminuído, além da redução significativa da dormência apical. Esse efeito pode ter contribuído para o estímulo de brotações laterais (RAVEN, 2001). A utilização da técnica de rebaixamento de troncos de erva-mate, conduzidas neste estudo, mostra a eficiência na recuperação das erveiras, impedindo que o erval seja substituído por plantas novas, o que levaria um período muito longo para ter-se uma rentável produção de biomassa.

6. CONCLUSÃO

Neste estudo, foi concluído que:

- Nos primeiros 12 meses de observação, as plantas de erva-mate, decepadas no mês de junho a 40 cm do solo, apresentaram melhor desenvolvimento morfogênico.
- Os cortes efetuados no mês de junho, a 10 cm acima do solo, apresentaram um número inferior de metâmeros primários comparado com os demais tratamentos.
- As brotações secundárias apresentaram um menor desenvolvimento em relação com a emissão de brotações terciárias.
- As brotações terciárias emitidas, nos troncos decepados no mês de junho a 10 cm do solo, apresentaram menor desenvolvimento.
- O comprimento das brotações primárias e secundárias emitidas de troncos decepados, a 40 cm do solo, no mês de junho, foram superiores aos demais.
- O diâmetro dos metâmeros primários diferiram, com relação a altura do corte, apresentando menor valor nas decepas efetuadas a 10 cm do solo.
- O diâmetro das brotações secundárias foi semelhante, não diferindo entre os tratamentos.
- A emissão de folhas em ramos primários e secundários foi superior nos troncos decepados em junho a 40 cm do solo.
- Em ervais debilitados, a poda de recuperação poderá consistir em uma alternativa promissora para a retomada do vigor vegetativo, a qual estimula a emissão de novas brotações.
- Constata-se que as técnicas utilizadas neste ensaio, estão adequadas a produzir rejuvenescimento em plantas de erva-mate que foram conduzidas inadequadamente, e com baixa produtividade. Sendo que, de modo geral o desenvolvimento morfogênico das plantas cujos troncos foram decepados a 40 cm do solo, foram os que melhor se desenvolveram.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

BARBOSA, J. Z., et al. Plant growth, nutrients and potentially toxic elements in leaves of yerba mate clones in response to phosphorus in acid soils. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 557-571, 2018.

BORGES, L. R. **Eficiência de Beauveriabassiana (BALS.) VUILL. (Deuteromycota) para o controle de *Hedypathes betulinus* (KLUG) (Coleoptera: Cerambycidae) em erva-mate, *Ilex paraguariensis* ST. HIL. (Aquifoliaceae).** Curitiba, 2007. 102 f. Tese de Doutorado em Entomologia - Universidade Federal do Paraná.

BURTNIK, O. J. **Yerba mate:** manual de producción. Corrientes: INTA, AER SantoTomé, 2006. 52 p.

CASTRO, Paulo R. C; SENA, José Ozinaldo Alves de; KLUGE, Ricardo Alfredo (Org.). **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal.** Maringá: Eduem, 2002.

CARAGLIO, Y.; BARTHÉLÉMY, D. Revisão Crítica dos Termos Relativos ao Crescimento e à Ramificação de Vegetais Vasculares. Colombo: **Embrapa Florestas**, 101p., 2003.

CARVALHO, P.E.R. *Ilex paraguariensis* Saint-Hilaire. In: **Espécies florestais brasileiras**. Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. p.280-287.

CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M. Atratividade de armadilhas coloridas a *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer, 1917) (Homoptera, Psyllidae). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha,** Porto Alegre, v.3, n.2, p.183 -185, 1997.

DA CROCE, D. M. Poda de erva-mate: novos métodos desenvolvidos pela EPAGRI. In: Congresso Sul-Americano de Erva-Mate, 1. reunião técnica do cone sul sobre a cultura da erva-mate, 2, 1997, Curitiba. **Anais. Colombo**: EMBRAPA/CNPFlorestas, 1997. p. 351-357.

DA CROCE, D. M.; FLOSS, P. A. **Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 81 p., 1999.

DANIEL, O. **Erva-mate:** sistema de produção e processamento industrial. Universidade Federal da Grande Dourados, 288p., 2009.

DARTORA, N. **Caracterização estrutural de polissacarídeos de folhas de erva- mate (*Ilex paraguariensis*) e suas propriedades biológicas**. Curitiba,

2014, 152 f. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências - Bioquímica – Universidade Federal do Paraná.

DUARTE, M. R. ***Ilex paraguariensis* A. St. Hil.: Caracterização de Morfotipos e Genótipos para Produção de Compostos Bioativos e Propagação**. Curitiba, 2020, 149 f. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Universidade Federal do Paraná.

EHSEN, H. Pruning of street trees: cause, objective and execution. **Arboricultural Journal**, v. 11, p. 245-263, 1987.

FERREIRA, A.G. Erva-mate e chimarrão: seleção genética aprimora tradição secular. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.19, n.111, p.47-50. 1995.

FERMINO JÚNIOR, P. C.; FOCKINK, G. D. Anatomia foliar de plantas jovens de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A.St. Hill.) sob diferentes níveis de sombreamento. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 3, p. 335-341, 2017.

FUMEY, D. et al. How young trees cope with removal of whole or parts of shoots: An analysis of local and distant responses to pruning in 1-year-old apple (Malus× domestica; Rosaceae) trees. **American journal of botany**, v. 98, n. 11, p. 1737-1751, 2011.

GIBERTI, G. C. Aspectos oscuros de la corologia de *Ilex paraguariensis* St. Hil.. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E.A.; TARASCONI, L.C. (org.) **Erva-mate**: biologia e cultura no Cone-sul. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1995. p.289-300.

GUÉDON, Y. et al. Modulação da fenologia da produção de metâmero da erva-mate pelo sistema de cultivo e fatores climáticos. **Ecological Modeling**, v. 384, p. 188-197, 2018.

GREATHOUSE, D. C. et al. The shoot-growth rhythm of a tropical tree, *Theobroma cacao***. American journal of botany**, v. 58, n. 4, p. 281-286, 1971.

GRIGOLETTI JUNIOR, A.; AUER, C. G.; IEDE, E. T.; SOARES, C. M. S. **Manual de identificação de pragas e doenças da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Colombo: **Embrapa Florestas**, 24 p., 2006.

GROSSIORD, C. et al. Precipitation, not air temperature, drives functional responses of trees in semi-arid ecosystems. **Journal of Ecology**, v. 105, n. 1, p. 163-175, 2017.

HALLÉ, F. et al. **Tropical trees and forests**: an architectural analysis. Berlin, Springer, 1978.

HARTMANN, H.T., et al. **Hartmann and Kerster´s Plant Propagation**: principles and practices. 8. ed. Boston: Prentice Hall, 915p., 2011.

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, p.138-151, 2007.

IBGE, C. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE**. Brasília, 2019. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/ > Acesso em: 20 fev. 2021.

IBGE, C. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE**. Brasília, 2018. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/ > Acesso em: 20 set. 2021.

IEDE, E. T.; MACHADO, D. C. Pragas da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) e seu controle. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 18, p. 51-60, 1989.

IEDE, E. T. et al. Manual de identificação de pragas e doenças da erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Colombo, Embrapa/CNPF, 2000.

KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

KOTTEK, M. et al. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259-263, 2006.

KRICUN, S.D.P.; BELINGHERI, Y.L.D. **Cosecha Mecanizada Y Semimecanizada De La Yerba Mate**. Argentina, 2003. Disponível em: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp cosecha_mecanizada_semimecanizada_yerbamate.pdf> Acesso em: 20 mai. 2021.

LEITE, M. S. P. et al. Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos para o controle de *Hedypathes betulinus* e avaliação da persistência. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 619-628, 2011.

LEITE, M. S. P. et al. Flutuação populacional de *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer y Trelles)(Hemiptera, Psyllidae) e de seus inimigos naturais em erva-mate no município de São Mateus do Sul, PR, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 4, p. 520-523, 2007.

LIMA FILHO, O. F. et al. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. Brasília, DF: Embrapa, v. 2, 478 p., 2014.

LINHARES, T. **História econômica do mate.** Rio de Janeiro, José Olympio, 28p.,1969.

LUZ, M. **Carijo:** Saber cultural do rio grande do sul, símbolo da resistência e conhecimento indígena e camponês na fabricação artesanal de erva-mate. Porto Alegre, 2014.

MAGRI, E. et al. Cadmium and lead concentrations in yerba mate leaves from agroforestry and plantation systems: An international survey in South America. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 96, p. 103702, 2021.

MANTIA, T. et al. Phenology and growth of *Quercus ilex* L. in different environmental conditions in Sicily (Italy). **Ecologia mediterranea**, v. 29, n. 1, p. 15-25, 2003.

MARQUES, R.; MOTTA, A. C. V. Analise química do solo para fins de fertilidade. In: LIMA, M.R.de (Ed.), **Manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos agrícolas**, second ed. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Curitiba, p. 81–102, 2003.

MARQUES, A. C. **As paisagens do mate e a conservação socioambiental: um estudo junto aos agricultores familiares do planalto norte catarinense.** 2014. 434 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Manual da erva-mate: *Ilex paraguariensis* St. Hill.** 2. ed. Curitiba: EMATER/PR,104p.,1991.

MEDRADO, M. J. S. et al. Recuperação de ervais degradados. Comunicado Técnico, 86. Colombo: **Embrapa Florestas**, 6p, 2002.

MEDRADO, M. J. S. et al. Sistemas de poda de formação e produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no Município de Áurea, RS. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2000a. 3 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 38).

MELLO, D.V. **Morfologia e germinação da semente de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.)**. Pelotas, 1980, 49f. Dissertação Mestrado - Universidade Federal de Pelotas.

MOSELE, S.H. **A governança na cadeia agroindustrial da erva-mate na região do Alto Uruguai Rio Grandense**. Dissertação de Mestrado. p.224, 2002.

NERY, F. C. et al. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 129-131, 2007.

NICOLINI, E. et al. Dating branch growth units in a tropical tree using morphological and anatomical markers: the case of *Parkia velutina* Benoist (Mimosoïdeae). **Annals of forest science**, v. 69, n. 5, p. 543-555, 2012.

PARODI, L.R.; GRONDONA, E.M. El exemplar original de *Ilex paraguariensis*. **Revista Argentina de Agronomia**, Buenos Aires, v.16, n.4, p.199-202, 1949.

PENTEADO, J. F.; GOULART, I. C. G. R. **Poda em erva-mate plantada**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 28, 2017.

PENTEADO, J. F.; GOULART, I. C. G. R. **Erva 20**: Sistema de produção de erva-mate. Colombo: **Embrapa Florestas**, p. 152, 2019.

PENTEADO, S. R. C. Principais pragas da erva-mate e medidas alternativas para o seu controle. In: WINGE, H.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. de A.; TARASCONI, L. C., (Org.). **Erva-mate**: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1995. p. 109-120.

PHILIPOVSKY, J. F. et al. **Avaliação de diferentes coberturas vegetais de solo, no inverno, para utilização em ervais, no Município de Áurea, RS.** Colombo: EMBRAPA CNPF, 4 p., 1997.

RAKOCEVIC, M. et al. Sexual dimorphism and seasonal changes of leaf gas exchange in the dioecious tree *Ilex paraguariensis* grown in two contrasted cultivation types. **Annals of Applied Biology**, v. 154, n. 2, p. 291-301, 2009.

RAKOCEVIC, M. et al. Shoot growing characterization in yerba-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cultivated in two contrasting light environments. In: AMERICAN CONGRESS IN YERBA-MATE. 2006. p. 244-249.

RAKOCEVIC, M.; COSTES, E.; ASSAD, E. D. Structural and physiological sexual dimorphism estimated from three-dimensional virtual trees of yerba-mate (*Ilex paraguariensis*) is modified by cultivation environment. **Annals of Applied Biology**, v. 159, n. 2, p. 178-191, 2011.

RAST, E. D., et al. Photographic guide to selected extemal defect indicators and associated internal defects in black walnut. USDA Forest Service, **Research Paper**, n.617, 24 p.,1968.

RAVEN, P. H. et al. **Biologia Vegetal**. 6ª ed. R.J. Guanabara Koogan, 2001, 906 p.

REITZ, R. et al. Erva-mate. In: **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1983. p.284-292. (Sellowia, n.34-35, 1983).

RINNE, P. L. H. et al. The shoot apical meristem restores its symplasmic organization during chilling-induced release from dormancy. **The Plant Journal**, v. 26, n. 3, p. 249-264, 2001.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 11.929, de 20 de junho de 2003. **Lei do churrasco e chimarrão. Institui o churrasco como "prato típico" e o chimarrão como "bebida símbolo" do estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.** Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 23 de jun.2003.

SANTIN, D. et al. Poda e anelamento em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) visando à indução de brotações basais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 56, p. 97-97, 2008.

SILVA, L. S. et al. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016.

SCHMALKO, M. E.; KRIKUM, S.D.P.; KANZI, R.G. **La Yerba Mate, Tecnología de la producción y propriedades**. Editorial Universitaria. Argentina, 2015, 438 p.

SOARES, C.M.S. **Flutuação populacional, aspectos comportamentais e levantamento de inimigos naturais de *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Coleoptera: Cerambycidae) em um povoamento puro de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Curitiba, 1998. 73f. Tese de Doutorado em Entomologia - Universidade Federal do Paraná.

STUEPP, C. A. et al. Indução de brotações epicórmicas por meio de anelamento e decepa em erva-mate. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 1009-1022, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

THORP, T. G.; SEDGLEY, M. Shoot Growth and Tree Architecture in a Range of Avocado Cultivars. In: Proceedings of Second World Avocado Congress. California. 1992. p. 237-240.

VALDUGA, A. T. **Uso sustentado e processamento de *Ilex paraguariensis* St Hill (Erva-mate)**. São Paulo, 2002, 241 f. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais - Universidade Federal de São Carlos.

VALDUGA, A. T.; FINZER, J. R. D.; MOSELE, S. H. **Processamento de erva-mate**. Erechim: Edifapes, v. 183, 2003.

VERDÚ, M.; CLIMENT, J. Evolutionary correlations of polycyclic shoot growth in Acer (Sapindaceae). **American journal of botany**, v. 94, n. 8, p. 1316-1320, 2007.

WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate.** Brasília, DF:Embrapa, 2015. 195 p.