UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
PRÓ REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
CAMPUS DE ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

MATEUS DA SILVA

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE MUDAS DE ERVA-MATE SOB DIFERENTES TAXAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO

ERECHIM - RS
2017

MATEUS DA SILVA

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE MUDAS DE ERVA-MATE SOB DIFERENTES TAXAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Disciplina Trabalho de Graduação, como parte das exigências para conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e obtenção do título de Engenheiro Agrícola.

Orientador: Dr[a]. Raquel Paula Lorensi

ERECHIM - RS
2017

MATEUS DA SILVA

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE MUDAS DE ERVA-MATE SOB DIFERENTES TAXAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Disciplina Trabalho de Graduação, como parte das exigências para conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e obtenção do título de Engenheiro Agrícola.

_____, ___ de_____ de _____

BANCA EXAMINADORA:

_____
Prof.ª Dra. Raquel Paula Lorensi
URI - Erechim

_____
Prof.º Msc. Leandro de Mello Pinto
URI - Erechim

_____
Prof.º Msc. Sergio Henrique Mosele
URI - Erechim

“Porque dele, e por ele, e para ele, são
todas as coisas; glória, pois,
a ele eternamente. Amém.”
Romanos 11:36.

AGRADECIMENTOS

Ao único que é digno de receber, a hora e a glória, a força e o poder, ao Rei eterno, imortal, invisível, mas real, a Ele primeiramente louvo e agradeço;

Aos meus queridos pais Maximino e Sirlei, por todo apoio, esforço e sacrifício para me verem chegar até aqui;

À Prof. Dra. Raquel Paula Lorensi, pela orientação, ensinamentos, dedicação e, confiança à elaboração deste trabalho;

A bolsista Amanda Avozani, pelo auxilio, apoio constante e inestimável colaboração, fundamental para a realização deste trabalho;

Ao Professor Sérgio Mosele, por ter ministrado as cadeiras de Trabalho de Graduação II, com empenho e dedicação, não medindo esforços para nos auxiliar na elaboração deste trabalho de pesquisa;

A todos os professores do curso, que foram extremamente importantes na minha vida acadêmica, na formação do conhecimento ao longo deste curso e no desenvolvimento desta monografia;

A todos os colegas de curso, que fizeram parta da minha formação e se tornaram amigos queridos ao longo desta caminhada. Agradeço pelo companheirismo, pela parceria e pela ajuda durante o período de realização do curso.

A esta Universidade, pela oportunidade de fazer o curso;

A todos os meus familiares que sempre torceram por mim e a todos aqueles que direta ou indiretamente fizeram parta da minha formação, fazendo todo esforço valer a pena;

A Ti, Senhor, novamente, porque tudo começa e termina em Ti.

O MEU MUITO OBRIGADO!!!

RESUMO

Atualmente, a erva-mate no Brasil tem pouco aporte tecnológico em comparação com outras culturas. Não sendo levado em conta pelos produtores nem mesmo os aspectos de qualidade genética, proteção vegetal, nutrição, época de plantio e/ou colheitas. Diante disso, o presente trabalho tem o intuito de avaliar a eficiência no uso da água em mudas de erva mate dentro de estufa sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. O estudo foi realizado em ambiente protegido na área de estufas e área de produção experimental do Departamento de Ciências Agrárias, da URI-Campus II, Erechim/RS. As mudas de erva mate foram adquiridas no comércio local com cerca de 45 dias após a germinação. A variedade utilizada foi a Cambona 4. A área onde o experimento foi implantado possui 42,5 m². O balanço hídrico foi calculado por meio da evapotranspiração de referência (ETo), estimada pela equação de Penman-Monteith e os valores do coeficiente de cultivo (Kc), propostos também por Penman-Monteith. A irrigação foi por gotejamento superficial, sendo usado gotejadores acoplados em mangueira de polietileno, com vazão correspondente a 2 $L.h^{-1}$. As variáveis analisadas foram: altura e diâmetro do caule e número de folhas. As medições foram realizadas quinzenalmente. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos usados compreendem diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc): T1 (50%), T2 (100%) e T3 (150%) e T4 (200%). Para cada tratamento foi utilizado 10 vasos. Os resultados apresentaram que em relação à quantidade de folhas e diâmetro de caule aos 156 dias, a lâmina de 200% da ETc foi a que apresentou diâmetro e quantidade de folhas maiores que as demais lâminas estudadas, porém não havendo diferença estatística. Já os resultados relacionados à altura do caule, percebeu-se que houve diferença estatística no período de 156 dias, onde a lâmina de 200% sobrelevou em relação às restantes das lâminas estudadas.

Palavras-chave: balanço hídrico. Coeficiente de cultivo. Gotejamento superficial

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação chuva/produtividade na cultura da erva-mate IBGE (2012) e UFSCAR (2016), adaptado por Silva.....12
Figura 2 - Área de estufas e produção experimental da URI campus de Erechim. A estufa em que o experimento foi inserido está indicada na imagem.....17
Figura 3 - Localização da área do experimento e especificação de seus componentes.....19
Figura 4 - Gotejamento superficial.....20
Figura 5 - Diferentes lâminas de irrigação do experimento realizado dentro da cada de vegetação. 21
Figura 6 - Comparação entre a altura das mudas *versus* tempo para cada taxa de reposição (ETc) na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017. 23
Figura 7 - Altura das mudas para as taxas de 50%, 100%, 150% e 200% da ETc durante o período de 156 dias em área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.....25
Figura 8 - Comparação entre o diâmetro de caule *versus* o tempo para cada taxa de reposição (ETc) na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017. 26
Figura 9 - Comparação entre o desenvolvimento de diâmetro de caule para as taxas de 50%, 100%, 150% e 200% da ETc durante o período de 156 dias em área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017. 27
Figura 10 - Comparação entre o número de folhas versus o tempo para cada taxa de reposição (ETc) na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017. 29
Figura 11 - Comparação entre o número de folhas versus tempo para cada taxa de reposição (ETc) na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017. 30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características climáticas de 30 anos (1976-2005) do município de Erechim.....18
Tabela 2 - Caracterização físico-químicas do solo utilizado no experimento.....18
Tabela 3- Altura das mudas de erva mate para diferentes lâminas de irrigação na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.....22
Tabela 4 - Diâmetro do caule das mudas de erva mate para diferentes lâminas de irrigação na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017. ..25
Tabela 5- Número de folhas das mudas de erva mate para diferentes lâminas de irrigação na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017. ..28

LISTA DE SÍMBOLOS

ETo	Evapotranspiração potencial;	mm d^{-1}	Eq. (1)
Kc	Coeficiente da cultura;	adm	Eq. (1)
Etc	Evapotranspiração da cultura;	mm d^{-1}	Eq. (1)
Ti	Tempo de irrigação;	min.	Eq. (3)
A	Área em m² de um emissor;	m²	Eq. (3)
60	Conversão	h/min	Eq. (3)
Q	Vazão do emissor;	L h^{-1}	Eq. (3)
Eq	Equação;	adm	

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10

2 OBJETIVO 13

2.1 Objetivo geral 13

2.2 Objetivos específicos 13

3 REFERENCIAL TEÓRICO 14

3.1 A ERVA MATE 14

3.2 Exigências climáticas 14

3.2.1 Clima 14

3.2.2 Temperaturas 14

3.2.3 Luz 15

3.2.4 Necessidade hídrica 15

3.3 IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO 15

3.4 MANEJO DE ÁGUA EM IRRIGAÇÃO 16

4 METODOLOGIA 17

4.1 Localização 17

4.2 Características climáticas 17

4.3 Manejo de operação das mudas 18

4.4 Delineamentos experimental 19

4.5 Manejo de irrigação 20

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 22

REFERÊNCIAS 32

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a exploração comercial da erva-mate foi responsável por um dos principais ciclos da economia brasileira, quando estimulou o surgimento e o desenvolvimento de diversas cidades nos estados do Sul do Brasil (EMBRAPA, 2014).

Atualmente, os sistemas de produção de erva-mate no Brasil têm pouco aporte tecnológico em comparação com outras culturas, independentemente de ser nativo ou plantado. Aspectos como qualidade genética, proteção vegetal, nutrição, época de plantio e/ou colheitas, por exemplo, são pouco levados em conta pelos produtores. (GOULART e PENTEADO, 2016).

Em relação ao ambiente, é importante ressaltar que a atividade do extrativismo ervateiro pode ser considerada como uma das responsáveis pela manutenção de grande parte dos fragmentos florestais ainda existentes na Floresta de Araucária e pela conservação de genótipos de *Ilex paraguariensis*. Não fosse o fato de alguns produtores exagerarem nos sistemas de poda dos ervais nativos, a exploração da erva-mate nativa seria a atividade extrativa mais sustentável do País. Vale dizer, também, que os sistemas de produção da erva-mate cultivada são do ponto de vista ambiental, um dos que menos utilizam produtos químicos (EMBRAPA, 2014).

Análises e estudos a respeito da erva-mate têm revelado uma composição que sinaliza diversas propriedades nutritivas, fisiológicas e medicinais no produto. Entre as propriedades da erva mate, destacam-se as substâncias encontradas nessa planta, a erva possui quantidades consideráveis de vitamina C, D e do complexo B, além de sais minerais, como cálcio, manganês, potássio, fósforo e ferro. A erva-mate ainda contém taninos, responsáveis por combater os radicais livres do organismo. Ela também possui cafeína, que atua como excitante, e saponina, que melhora a libido (BRAGHINI et al. 2014).

Segundo Pires et al. (2009) o manejo adequado da irrigação constitui-se em fator preponderante para elevar ao máximo a produtividade, e a eficácia no uso de água minimizando os custos de implantação dos sistemas de irrigação, tornando a atividade mais lucrativa.

A irrigação é uma técnica que se confunde com a evolução dos povos. Grandes civilizações se desenvolveram em função do sucesso da agricultura irrigada. Com o aumento da demanda de água e utilização inadequada dos recursos hídricos pelas atividades humanas, é crescente a busca por métodos mais eficientes, que reduzam os desperdícios e mantenham a

qualidade e a produtividade das culturas. Desta forma, a irrigação por gotejamento tem ganhado espaço, principalmente nos últimos 15 anos. Este sistema aplica água em apenas parte da área, reduzindo, assim, a superfície do solo que fica molhada, exposta às perdas por evaporação. Com isso, a eficiência de aplicação é bem maior e o consumo de água menor (BERNARDO, 2002).

Em concordância ao que foi citado anteriormente, Ribeiro et al. (2010) diz que um dos sistemas mais apropriados e em notável expansão é o sistema de irrigação por gotejamento. O qual apresenta vantagens, como a economia de água e energia, possibilidade de automação e fertirrigação das áreas cultivadas, de suma importância para agricultura brasileira, por viabilizar a irrigação para diversas culturas, entre as quais se destacam as frutíferas e olerícolas.

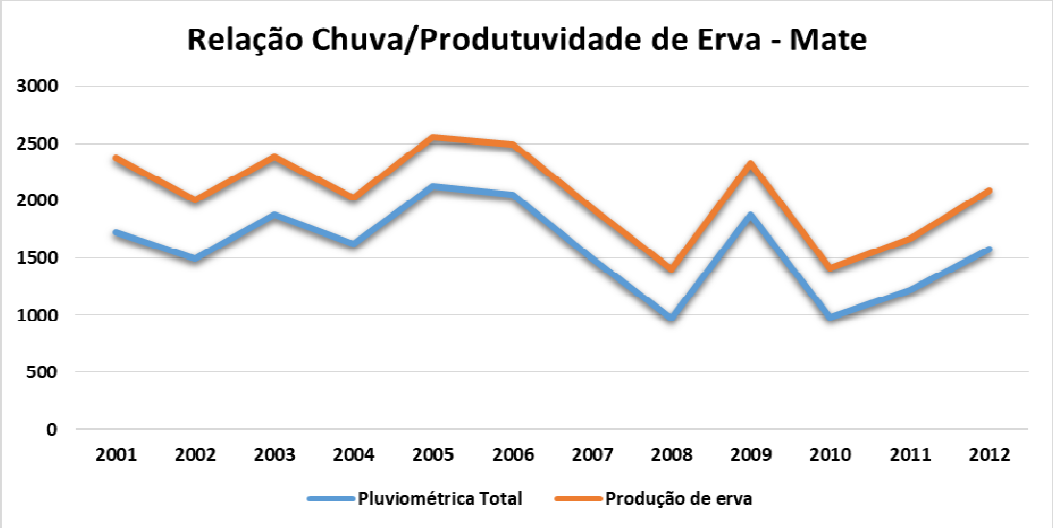
A questão da disponibilidade dos recursos hídricos é uma preocupação mundial. Esta preocupação também é sentida no Brasil onde leis e regulamentações federais e estaduais têm determinado as políticas de uso e conservação desse recurso. Juntamente com as políticas públicas de uso dos recursos hídricos, a utilização correta da irrigação de forma a manejar eficientemente a água, os fertilizantes e outros insumos, é fundamental para a manutenção do fornecimento de alimentos, em equilíbrio com a sua crescente demanda, garantindo a conservação do meio ambiente (MONTE, 2007).

Conforme Cunha et al. (2011) temos que o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) ou apenas El Niño, como é referido nos veículos de comunicação de massa, possui duas fases, um quente (El Niño) e outra fria (La Niña). O comportamento da temperatura da superfície das águas do Oceano Pacífico tropical associado aos campos de pressão, altera o padrão de circulação geral da atmosfera. Com isso, acaba influenciando no clima de diferentes regiões do mundo e sendo o responsável pelos desvios extremos em relação ao clima normal. Estima-se que este fenômeno afeta 20 regiões no mundo, o que inclui a região sul do Brasil.

Da mesma maneira que os mesmos autores defendem que as anomalias climáticas mais conhecidas e de maior impacto são as relacionadas com o regime de chuvas, embora o regime térmico também possa ser modificado. De modo geral, as anomalias de chuva relacionadas com El Niño e com La Niña atingem as mesmas regiões nos mesmos períodos do ano (ou um pouco defasados), ou seja, naquelas regiões onde em anos de El Niño há excesso de chuvas, nos anos de La Niña pode ocorrer seca.

Desta forma, relacionando as interferências destas anomalias, tendo os períodos de cada variação da anomalia apresentadas pela UFSCAR (2016), sendo elencando com os dados de produtividade da erva-mate registrados pelo IBGE (2012), foi gerado a figura 1.

Figura 1 - Relação chuva/produtividade na cultura da erva-mate IBGE (2012) e UFSCAR (2016), adaptado por Silva.



Fonte: IBGE (2012) e UFSCAR (2016), adaptado Silva.

Assim, busca-se neste trabalho, avaliar o desenvolvimento vegetativo das mudas de erva-mate Cambona sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração em ambiente protegido.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desenvolvimento vegetativo de mudas de erva mate Cambona 4 sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração em ambiente protegido.

2.2 Objetivos específicos

Analisar intervenção da irrigação em relação à quantidade de folhas apresentadas nos estádios iniciais das plantas de erva-mate para cada lâmina aplicada;

Avaliar o diâmetro das plantas de erva-mate apresentadas para cada lâmina aplicada;

Analisar altura das plantas para cada lâmina aplicada;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A ERVA MATE

A erva-mate, segundo Albas et al (2014), é uma planta da família Aquifoliaceae, atendendo pelo nome botânico de *Ilex paraguaienses*. Seu principal uso vem do preparo de suas folhas, caules e ramos de qual se extrai um chá - o mais consumido no país e exportado para todo mundo - o mate, chimarrão, tererê, etc. que dependendo da região é diferenciado pelo nome e preparo. O uso desta planta como bebida tônica e estimulante já era conhecido pelos aborígines da América do Sul. Em túmulos dos pré-colombianos no Peru, foram encontradas folhas de erva mate ao lado de alimentos e objetos, demonstrando o seu uso pelos incas.

Não foi sempre que a erva mate teve seu consumo liberado. No início do século 17, os padres fizeram a proibição do uso desta erva, por acreditarem que ela traria danos à saúde, levaria ao vício e era considerada uma “erva do diabo”, devido seus efeitos afrodisíacos. Mas ao proibirem o consumo, viram que os indígenas aumentarem a ingestão de bebidas alcoólicas e tiveram uma queda no desempenho durante o trabalho. Sendo assim, logo liberaram novamente o seu consumo (VILELA, 2016).

3.2 EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS

3.2.1 Clima

Segundo Sturion e Medrado (2014), na área de distribuição natural da erva-mate, ocorrem dois tipos climáticos, clima temperado e subtropical, com chuvas regulares, distribuídas ao longo do ano, e com médias de precipitação pluviométrica variando de 1.500 mm a 2.000 mm.

3.2.2 Temperaturas

Segundo Suertegaray, (2002), as regiões produtoras de erva-mate do Brasil situam-se com temperaturas entre 12 e 24ºC, com maior ocorrência entre 15 a 18ºC. A temperatura média do ar do mês mais frio deve situar-se entre 8 e 19ºC, sendo que nos locais mais frios

suporta até 57 geadas por ano. A erva-mate caracteriza-se como planta esciófila. Ela suporta sombra em qualquer idade, tolerando luz e o frio na fase adulta. Em algumas regiões ocorre a presença de erva-mate com temperaturas muito baixas podendo chegar até a temperatura mínima absoluta do ar a -12ºC.

3.2.3 Luz

A erva-mate, conforme posto por Trovatto et al. (2008) a luminosidade deve ser em meia sombra, mas se desenvolve bem em sol pleno. Seu ciclo de vida é perene. Ela é uma árvore que cresce no sub-bosque e beneficia-se do sombreamento das outras árvores, desenvolvendo nessas condições até os 15 metros de altura; enquanto que, em condições de cultivo e sob sol pleno; raramente ultrapassa sete metros de altura. Cresce de maneira moderada e lenta.

3.2.4 Necessidade hídrica

De maneira geral, a erva-mate prefere solos sem deficiência hídrica, mas permeáveis, não sendo encontrada em solos hidromórficos. Espécie tolerante à baixa fertilidade natural, resistindo a solos degradados com baixo teor de nutrientes trocáveis e alto de alumínio. Prefere texturas com mais silte e argila, sendo mais frequente em texturas média e argilosa e raramente é encontrada em solos com predominância de areia (FOSSATI, 1997).

3.3 IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

Segundo Bernardo et al. (2005) a irrigação por gotejamento superficial é realizada a partir da instalação das estruturas de distribuição de água de irrigação (emissores), na superfície do solo, ao lado das plantas da cultura, a qual é o objeto alvo das irrigações. Neste sistema a liberação da água é realizada através de orifícios pequenos denominados emissores, e estes são construídos nos mais diferentes tipos, modelos e características.

Partindo da forma de distribuição da água junto a superfície do solo e ao lado das plantas e, por se caracterizar basicamente em função de sua baixa vazão, Bernardo et al. (2005) atribui ao sistema qualidade como: maior eficiência no uso da água, maior produtividade das culturas irrigadas com esse sistema, melhor qualidade dos produtos, maior eficiência das adubações, adaptação nos diferentes solos e topografias e economia de mão de obra.

3.4 MANEJO DE ÁGUA EM IRRIGAÇÃO

Essencialmente, manejo de água de irrigação significa definir quanto e quando irrigar, tendo como objetivo incrementar a produtividade e a qualidade e, ao mesmo tempo, maximizar a eficiência do uso de água e energia e minimizar a incidência de doenças e insetos-praga e os impactos ambientais (MAROUELLI et al., 2008).

O manejo otimizado de irrigação requer uma estimativa sistemática da umidade no solo para tornar possível a determinação das quantidades apropriadas à planta e o tempo de irrigação para fornecê-la. O conteúdo de água do solo deve ser mantido entre certos limites superior e inferior específicos, dentre os quais a água não seja limitada para a planta, enquanto a lixiviação é prevenida (MORGAN et al., 2001).

4 METODOLOGIA

4.1 Localização

O estudo foi realizado em ambiente protegido na área de estufas e área de produção experimental (Figura 2), do Departamento de Ciências Agrárias, da Universidade Regional e Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Campus II, Erechim - RS, que está localizada em uma altitude de 760 m e, coordenadas geográficas de 27°37’46”S e 52°16’33” W.

Figura 2 - Área de estufas e produção experimental da URI campus de Erechim. A estufa em que o experimento foi inserido está indicada na imagem.

Fonte: Griep et al., (2016).

4.2 Características climáticas

O clima da região é do tipo Cfa (clima temperado úmido com verão quente), segundo a classificação de Koppen, sendo caracterizado pela ocorrência de precipitação em todos os

meses do ano (KOPPEN, 1931). A precipitação média anual do local é de aproximadamente 1869,4 mm, conforme é mostrado na tabela 1.

Tabela 1 - Características climáticas de 30 anos (1976-2005) do município de Erechim, RS.

Período	Temperatura média (°C)	Precipitação pluviométrica (mm)	Umidade Relativa (%)	Evapotranspiração potencial (mm/mês)	Radiação solar (MJ/m²/dia)
Janeiro	22,6	171,7	77,6	117,0	21,6
Fevereiro	22,1	143,2	79,3	97,7	20,8
Março	21,2	132,9	79,7	93,5	17,7
Abril	18,5	145,3	79,2	65,2	14,4
Maio	15,7	159,6	82,6	46,4	12,3
Junho	13,9	156,4	81,9	34,8	10,6
Julho	13,5	177,7	80,8	35,1	11,1
Agosto	15,0	129,5	79,4	45,0	13,4
Setembro	15,7	173,0	76,0	50,3	15,7
Outubro	18,2	210,1	76,0	61,3	19,5
Novembro	20,0	155,4	73,3	87,8	22,3
Dezembro	21,7	145,1	75,6	110,9	22,6
Anual	18,2	1.869,4	78,6	844,9	16,8

Fonte: MATZENAUER, RADIN e ALMEIDA, (2011)

4.3 Manejo de operação das mudas

As mudas utilizadas no experimento foram adquiridas no comércio local com aproximadamente 45 dias após a germinação. Como variedade de erva-mate, foi optado pela Cambona 4, sendo as mudas transplantadas em vasos com capacidade de 17,2 L de substrato e área de 0,061 m². Para cada tratamento foi utilizado 10 vasos. A área onde o experimento foi implantado possui 42,5 m². Os vasos foram mantidos em casa de vegetação do tipo arco, compreendendo uma área total de 125m², com pé direito de 4 metros de altura, coberta com agrofilme de 150 micras de espessura.

Foi realizada análise físico-química no substrato utilizado nas mudas. Os resultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização físico-químicas do solo utilizado no experimento.

pH	MO	Argila	Índice SMP	P	K	S	Zn	Cu	Mn	B	Mg	Al	Ca
(%)				$mg.dm^{-3}$							$mmolc.dm^{-3}$		
5,8	3,4	38	6,5	51	>400	111	12	1,2	6	0,7	2,5	0	12,1

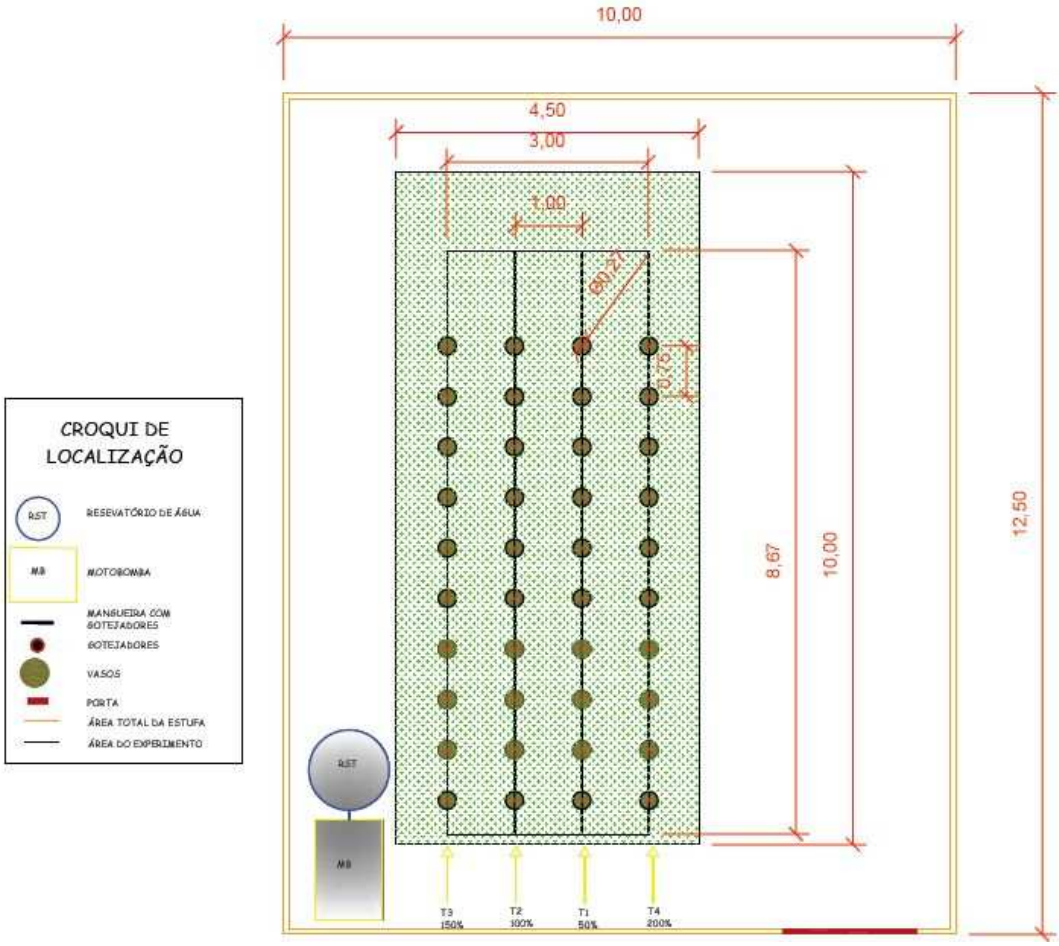
Fonte: Laboratório Solo Sul, (2017)

Para a correção do solo foram utilizados os parâmetros técnicos apresentados no “Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina – Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC – (2016)”.

4.4 Delineamentos experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Os vasos foram dispostos em 4 linhas tendo cada uma delas 10 m de extensão sendo usado apenas 8,67m. O espaçamento entre linhas de 1,00 m, e vasos e 0,75 m (Figura 3). Cada linha continha 10 vasos, dentre os quais, foi avaliado as variáveis a cada 15 dias. Os tratamentos usados compreendem diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura: T1 (50% da ETc), T2 (100% da ETc), T3 (150% da ETc) e T4 (200% da ETc).

Figura 3 - Localização da área do experimento e especificação de seus componentes.



Fonte: Griep et al., (2016) adaptado por Mateus da Silva em 2017.

4.5 Manejo de irrigação

O balanço hídrico para a cultura da erva-mate foi calculado por meio da evapotranspiração potencial (MATZENAUER, RADIN e ALMEIDA, 2011) e os valores do coeficiente de cultivo (Kc), propostos também por Penman-Monteith (FAO, 1998), porém para a cultura do café, onde é a cutura mais próxima da erva mate (Tabela 3). A irrigação utilizada na cultura foi a irrigação por gotejamento superficial (Figura 4), sendo esta realizada por gotejadores acoplados em mangueira de polietileno, com espaçamento entre gotejadores de 0,75 m e vazão correspondente a 2 $L.h^{-1}$.

Tabela 3 - Coeficiente da cultura utilizada no café

Cultura	Fase I	Fase II	Fase III
Café	0,9	0,95	0,95

Fonte: Penman-Monteith (FAO, 1998).

Figura 4 - Gotejamento superficial.

Fonte: Mateus da Silva

O manejo da irrigação foi realizado com base em MATZENAUER, RADIN e ALMEIDA, (2011) conforme a equação 1:

$$ETc = ETP \times Kc \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Onde:

ETc - evapotranspiração da cultura (mm d^{-1});

ETP - evapotranspiração potencial (mm d^{-1});

Kc - coeficiente de cultivo da cultura (adm);

As lâminas (50%, 100%, 150% e 200% da ETc) foram dispostas conforme o delineamento experimental (Figura 6). A irrigação por gotejamento superficial foi realizada diariamente.

Figura 5 - Diferentes lâminas de irrigação do experimento realizado dentro da cada de vegetação.

Fonte: Mateus da Silva

O cálculo do tempo de irrigação (Ti) foi realizado pela equação 2:

$$Ti = \left(\frac{Etc * A * 60}{q} \right) \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Onde:

Ti – Tempo de irrigação (min.);

A – Área de um emissor (m^2);

60 – Conversão de hora para minuto;

q – vazão do emissor (L h^{-1});

A avaliação foi realizada quinzenalmente. As variáveis analisadas foram: o número de folhas por planta, por meio de contagem direta; altura da planta por meio de medição com trena e diâmetro do caule obtido com paquímetro digital (SELEGUINE et al., 2006).

Os dados foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste F ($p \leq 0,05$). Foi utilizado o programa estatístico ASSISTAT Versão 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2016). E a análise de regressão das variáveis determinadas e o procedimento de ajustamento de curva de resposta foram realizados por meio do software Minitab 16.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste item correspondem há 156 dias para todas as análises: altura, diâmetro e número de folhas das mudas de erva-mate.

Os resultados da tabela 3 referem-se à altura. Percebeu-se, neste resultado, que houve diferença significativa neste período, ou seja, a lâmina de 200% da ETc se destacou apresentando maior desenvolvimento em relação à lâmina de 50%. As demais lâminas (100% e 150%) não diferiram entre si.

Tabela 3- Altura das mudas de erva-mate para diferentes lâminas de irrigação na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.

Altura das mudas (cm)						
	Dias					
Tratamentos	45	64	77	92	141	156
50% da ETc	22,79 a	28,55 a	33,41 a	35,96 a	37,78 a	38,71 b
100% da ETc	20,18 a	25,16 a	30,16 a	33,92 a	41,14 a	43,17 ab
150% da ETc	23,46 a	29,83 a	36,24 a	39,33 a	44,87 a	46,14 ab
200% da ETc	21,06 a	27,31 a	36,31 a	41,15 a	50,60 a	54,74 a
CV	34,30	29,65	28,41	28,22	27,47	27,85

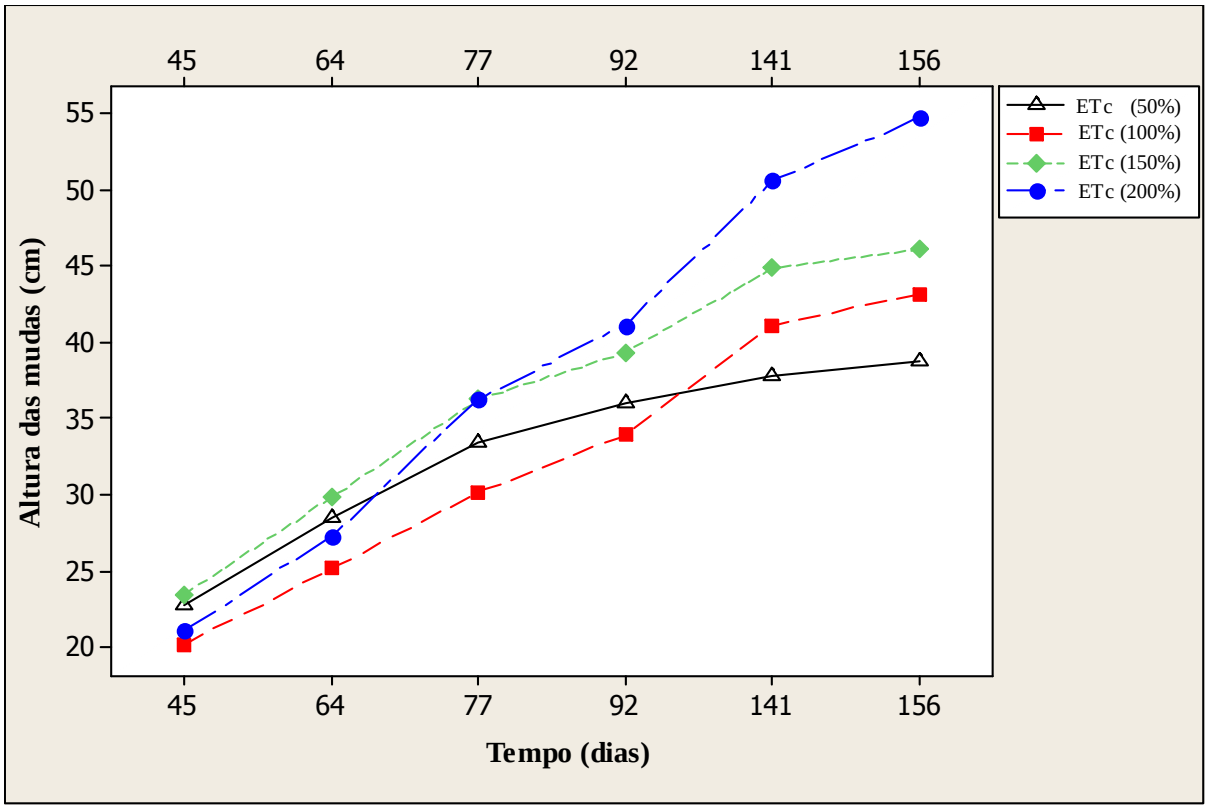
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na figura 7, apresentam-se os dados da tabela 3 na forma de gráfico, para a melhor visualização da correlação entre a altura das mudas de erva-mate *versus* o tempo em cada tratamento. Assim, foi possível comprovar que quanto maior a disponibilidade hídrica, maior

o crescimento das mudas. Este resultado vai ao encontro de IBGE (2012) e UFSCAR (2016) de que a produção de erva-mate é elevada quando os níveis de disponibilidade de água também são elevados.

Ainda sobre a figura 6, cabe ressaltar que a lâmina de 200% da ETc não apresenta a maior altura de mudas no início do monitoramento, ou seja, aos 45 dias. Já aos 92 dias, a lâmina de 200% apresenta altura maior das mudas, superando as lâminas de 150% e 50% da ETc, que aos 45 dias foram os tratamentos que apresentavam as maiores alturas.

Figura 6 - Comparação entre a altura das mudas *versus* tempo para cada taxa de reposição (ETc) na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.



Fonte: Mateus da Silva

Na figura 8 foi possível observar que a lâmina de 50% da ETc teve um crescimento assim como as demais lâminas, porém com uma menor intensidade. Isso se pode definir, pois é a menor taxa de reposição da ETc neste estudo. Este tratamento apresentou uma equação cúbica, apresentando um R^2 de 0,964. Considerando a parte da figura compreendida pela semirreta formada pelas três últimas coletas (92, 141 e 156), se elenca para uma possível

estabilização nas taxas de crescimento das mudas. Sendo que para os pontos na figura 8 compreendidos entre os 45 a 92 dias está localizado o período de maior desenvolvimento do fator em análise.

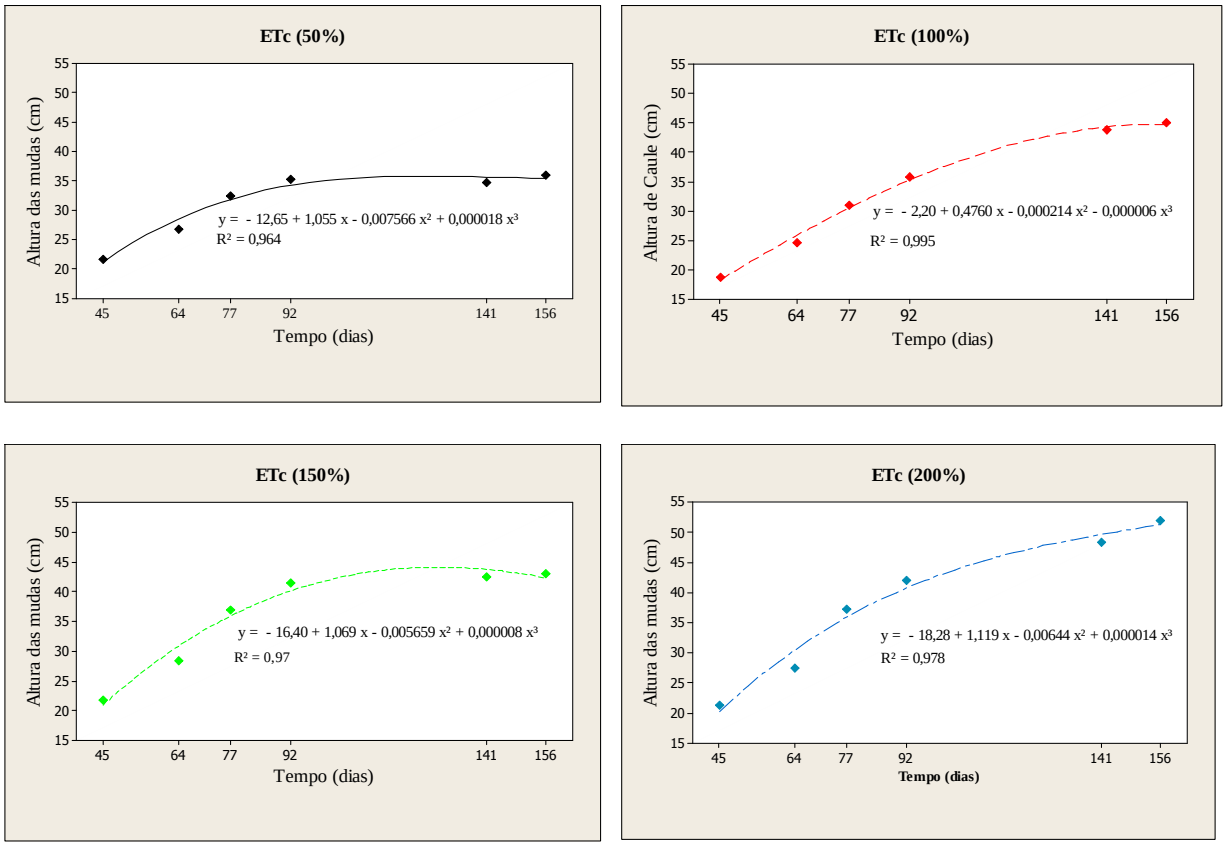
Para a lâmina de 100% da ETc, a equação que melhor se ajustou foi a polinomial cúbica (Figura 8) apresentando um R^2 de 0,995.

Observou-se um comparativo entre as lâminas de 50% e 100% da ETc. Ocorreu uma semelhança de comportamento entre elas, sendo que ambas se encaminham para uma possível estabilização dos dados, ou seja, a lâmina de 50% foi possível notar que a curva de regressão começa a se estabilizar aos 92 dias. Já para a lâmina de 100% esta estabilização se inicia aos 141 dias.

Para a lâmina de 150% da ETc, a equação que melhor se ajustou também foi a polinomial cúbica (Figura 8) com um R^2 de 0,970. Esta lâmina, comparada com a de 50%, foi possível visualizar semelhança entre elas, ou seja, ambas apresentaram estabilidade posterior aos 92 dias, com o contraponto de que os valores analisados para a formação da lâmina de 100% são maiores que a de 50%, ou seja, compreendeu uma taxa de reposição três vezes menor.

Para a lâmina de 200% a equação que melhor se ajustou também foi a polinomial cúbica com R^2 de 0,978. Diante disso, foi possível observar uma semelhança com a lâmina de 100% da ETc, ou seja, uma contínua ascendência até os 92 dias, sendo que ambas se diferenciaram entre si posterior a este período. Sendo que a lâmina de 100% ocorreu uma estabilização e a de 200%, apresentou continuidade em sua ascendência positiva. Cabe ainda ressaltar que as mudas de erva-mate para a lâmina de 200% apresentou o terceiro menor valor aos 45 dias (Figura 7), e chegou aos 156 dias com o maior valor, gerando assim uma diferença de 7 cm, em relação a segunda maior altura de caule, e um crescimento de mais de 30 cm nos 111 dias que decorreu da coleta dos dados.

Figura 7 - Altura das mudas para as taxas de 50%, 100%, 150% e 200% da ETc durante o período de 156 dias em área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.



Fonte: Mateus da Silva

Na tabela 4 apresentam-se os valores do monitoramento do diâmetro de caule.

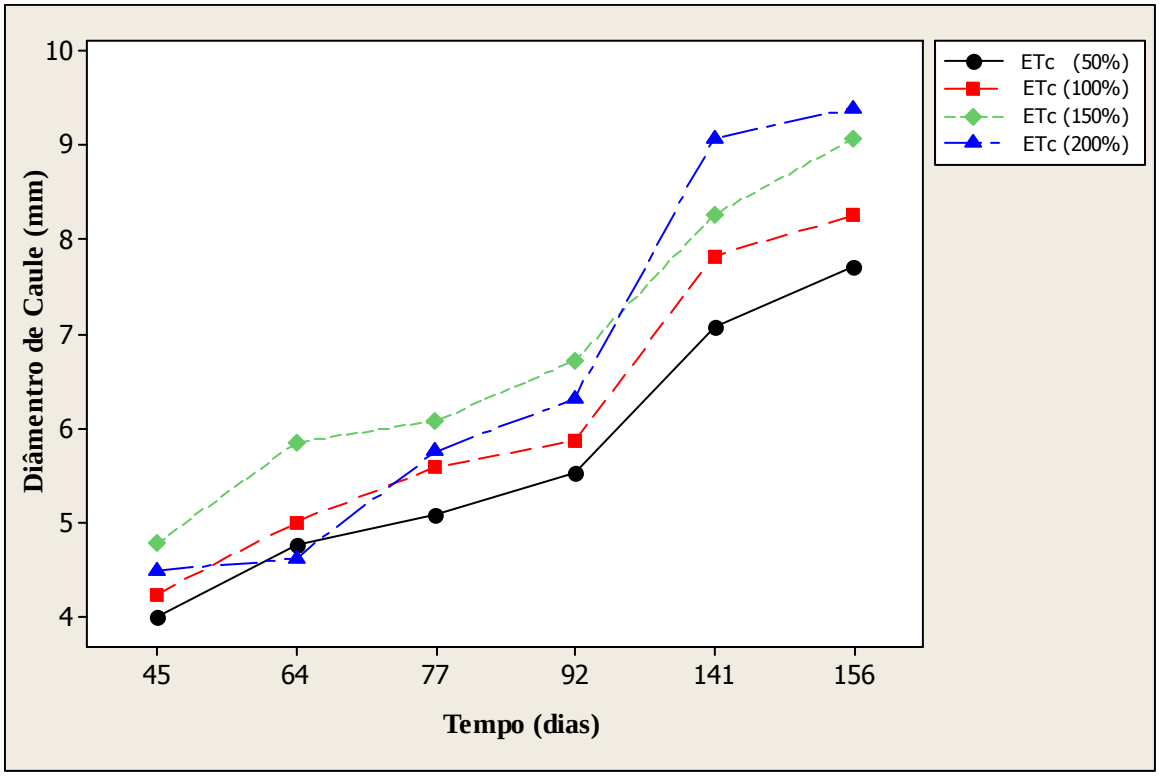
Tabela 4 - Diâmetro do caule das mudas de erva mate para diferentes lâminas de irrigação na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.

Diâmetro de caule (mm)						
	Dias					
Tratamentos	45	64	77	92	141	156
50%	4,016 a	4,764 ab	5,091 a	5,527 a	7,090 b	7,708 a
100%	4,248 a	5,013 ab	5,595 a	5,871 a	7,830 ab	8,258 a
150%	4,784 a	5,855 a	6,084 a	6,722 a	8,269 ab	9,067 a
200%	4,504 a	4,628 b	5,760 a	6,317 a	9,068 a	9,391 a
CV	21,26	18,66	19,44	19,66	19,51	18,23

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na tabela 4 apresenta-se o resultado referente ao diâmetro do caule das mudas de erva mate. Percebeu-se que aos 64 dias as lâminas de 150% e 200% de ETc tiveram diferenciação estatística, sendo que a lâmina de 200% se apresentou com o menor valor. Cabe aqui ressaltar que na efetuação desta medição, se substituiu as amostras com numeração 8 e 16, devido ataque de pragas que acarretou morte das amostras. Esta praga foi constatada como lagarta da erva-mate, onde a mesma decapitou a planta próxima ao solo. Para a mesma tabela, aos 141 dias a diferenciação estatística se deu entre os tratamentos de 200% e 50% de ETc, sendo que, assim como esta diferença se elenca ao exposto na figura 1, que trata de que quanto maior a quantidade de água disponível maior o desenvolvimento da planta.

Figura 8 - Comparação entre o diâmetro de caule *versus* o tempo para cada taxa de reposição (ETc) na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.



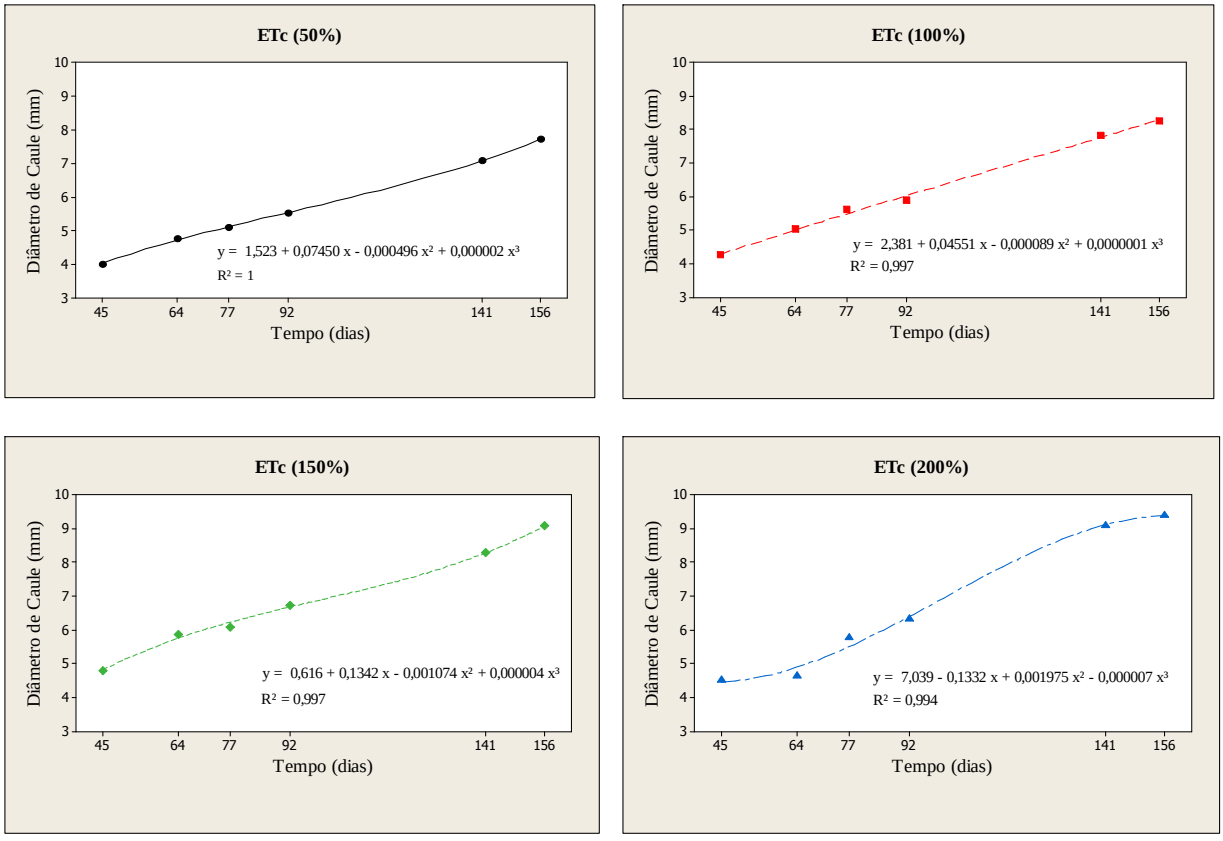
Fonte: Mateus da Silva

Para tanto se denota a comprovação de que quanto maior a disponibilidade hídrica, maior o crescimento das mudas de erva-mate (Figura 8). A lâmina de 200% aos 141 dias alcançou o maior diâmetro de caule, superando a lâmina de 150%, que aos 45 dias, era o tratamento que apresentava o maior diâmetro de caule.

Aos 64 dias a lâmina de 50% superou a lâmina de 200% (Figura 8). Isso se deve em virtude do tratamento com a maior taxa de reposição permanecer bem próxima nas duas primeiras medições (Tabela 4). Sendo que na terceira medição, aos 77 dias, o tratamento em questão teve um desenvolvimento considerável e relativamente alto em relação aos demais tratamentos.

Na figura 10 observou-se que para todas as lâminas estudas utilizou-se a curva de regressão cúbica diferenciando apenas o R^2. A lâmina de 50% apresentou um $R^2 = 1$. Já a lâmina de 100% e 150% apresentaram valores de $R^2 = 0,997$. E a lâmina 200% apresentou um $R^2 = 0,994$.

Figura 9 - Comparação entre o desenvolvimento de diâmetro de caule para as taxas de 50%, 100%, 150% e 200% da ETc durante o período de 156 dias em área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.



Fonte: Mateus da Silva

Na tabela 5 apresentam-se os resultados referentes ao número de folhas. Percebeu-se que entre 64 a 92 dias as mudas de erva-mate da lâmina de 150% apresentou diferença significativa em relação à lâmina de 100%. Ressaltando que, nas demais lâminas, não houve

diferenciação estatística. Posteriormente aos 92 dias a lâmina de 200% houve uma recuperação. Esta recuperação, foi nítida aos 156 e, está ligada ao desaparecimento do fungo *Cylindrocladium pathulatum*. Este fungo origina a doença conhecida como mancha das folhas, que acarreta a aparição de lesões foliares escuras, circulares no interior ou nos bordos dos limbos e queda prematura de folhas adultas. Sendo que os fatores que auxiliaram para a aparição do mesmo foi o excesso de umidade e sombreamento (CAVARARO et al, 2014).

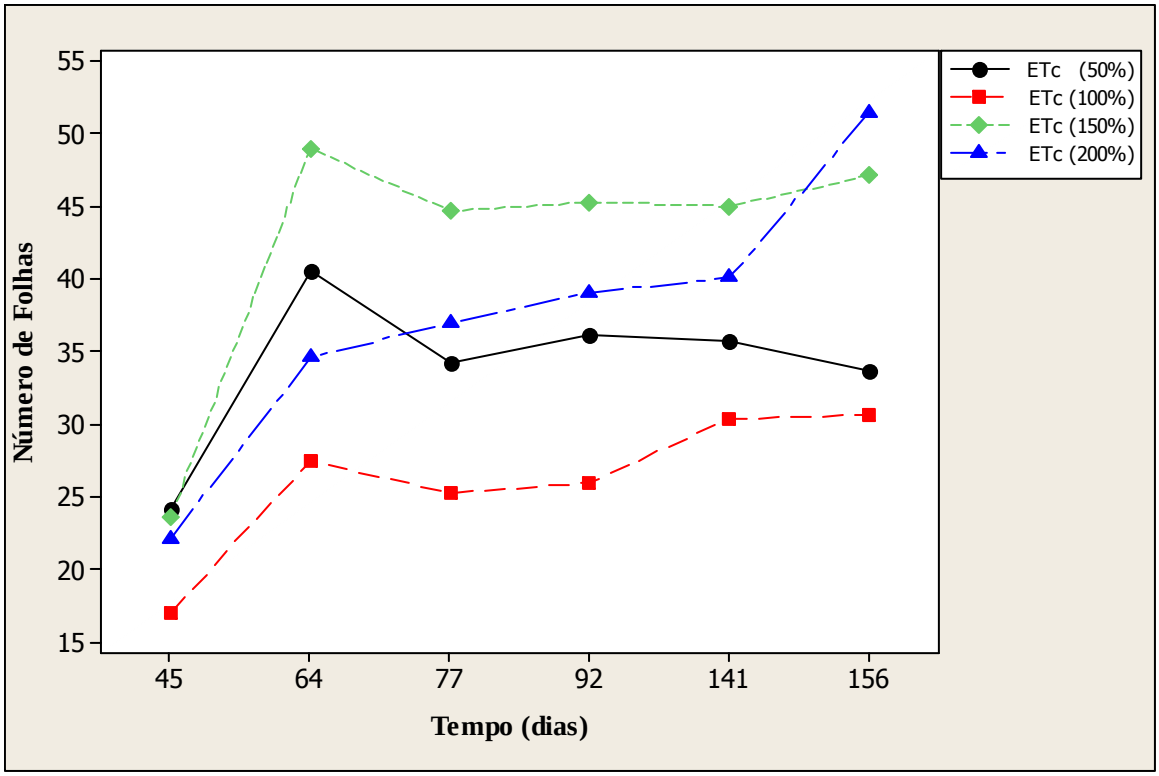
Tabela 5 - Número de folhas das mudas de erva mate para diferentes lâminas de irrigação na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.

Número de folhas						
	Dias					
Tratamentos	45	64	77	92	141	156
50%	24,2 a	40,6 ab	34,2 ab	36,2 ab	35,7 a	33,7 a
100%	17,1 a	27,5 b	25,3 b	26,0 b	30,4 a	30,7 a
150%	23,7 a	49,0 a	44,7 a	45,3 a	45,0 a	47,1 a
200%	22,2 a	34,6 ab	37,0 ab	39,1 ab	40,1 a	51,4 a
CV	39,99	35,59	39,73	38,85	40,71	47,44

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na figura 11, denota-se que há uma grande dificuldade em estabelecer um padrão entre as amostras realizadas nos diferentes períodos. Um dos motivos que pode ter acarretado essa desuniformidade foi o surgindo do fungo (*Cylindrocladium Spathulatum*), tendo por resposta da planta a queda das folhas infectadas.

Figura 10 - Comparação entre o número de folhas versus o tempo para cada taxa de reposição (ETc) na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.

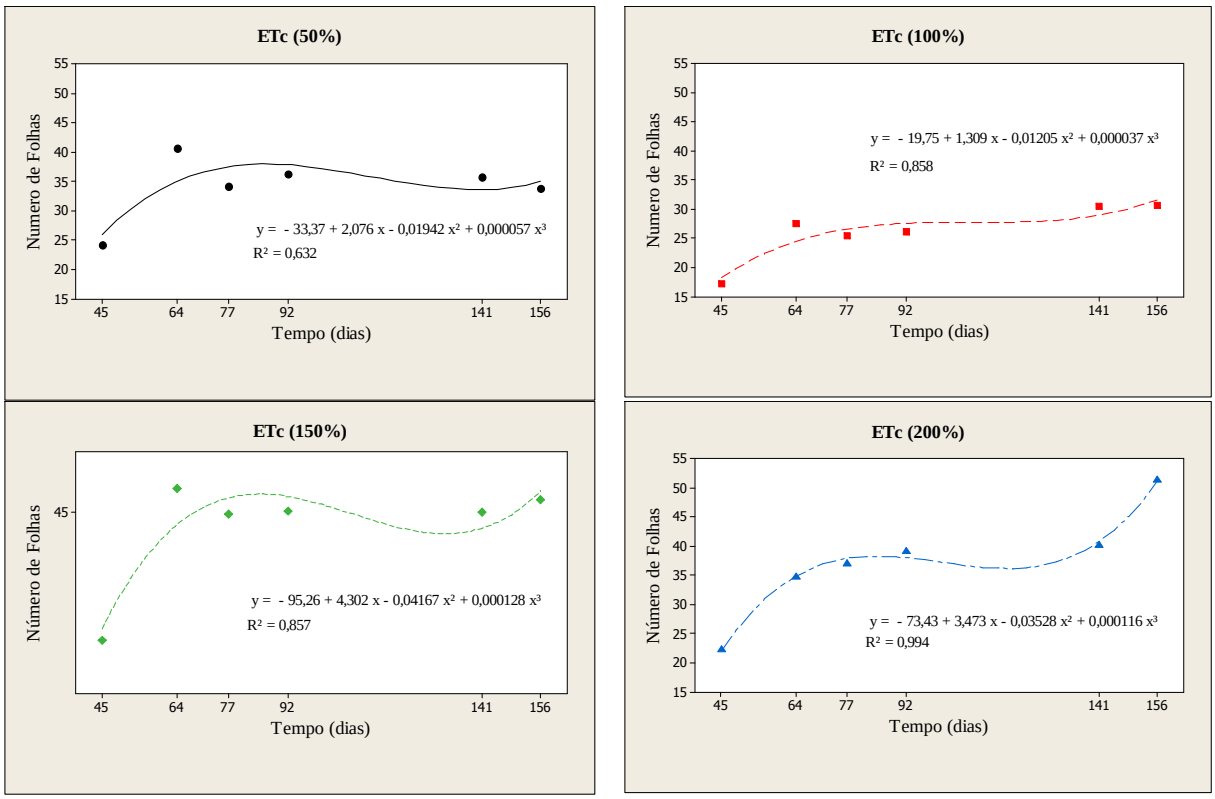


Fonte: Mateus da Silva

Para a figura 11 observou-se o detalhamento do número de folhas para as lâminas de 50%; 100%; 150% e 200% da ETc. Para todas as lâminas estudadas foi usado uma equação de regressão cúbica que apresentou um R^2 de 0,632; 0,858; 0857; 0,994, respectivamente.

O tratamento com lâmina de 200% da ETc foi o que mais sofreu influência do fungo *Cylindrocladium pathulatum*, onde aos 156 dias a lâmina apresentou o maior número de folhas. Mas, em análise aos demais valores coletados no período de 45 a 141 dias a lâmina que apresentou o maior número de folhas foi a de 150% da ETc.

Figura 11 - Comparação entre o número de folhas versus tempo para cada taxa de reposição (ETc) na área de estufas e área de produção experimental da URI- Campus II, Erechim – RS, 2017.



Fonte: Mateus da Silva

6 CONCLUSÃO

Aos 156 dias a lâmina de 200% da ETc apresentou diâmetro e quantidade de folhas maiores que as demais lâminas estudadas, porém não havendo diferença estatística.

Já em relação à altura do caule, percebeu-se que houve diferença estatística no período de 156 dias, onde a lâmina de 200% sobrelevou em relação às restantes das lâminas estudadas.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requeriments.** Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Dranaige Paper, 56).

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 665 p.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigaçã**o. 7. Ed. Voçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 611p.

BRAGHINI, F.; CARLI, C. G.; BONSAGLIA, B.; JUNIOR, J. F. S. S.; OLIVEIRA, D. F.; TRAMUJAS, J.; TONIAL, I. B. Composição físico-química de erva-mate, antes e após simulação do chimarrão. Porto Alegre – RS v. 20, ns. 1/2, p. 7-15, 2014. Disponível em: <http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/1434658764_01.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2017.

CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A.; SANTI, A.; PASINATO, A.; SILVA, A. A. G.; ASSAD, E. D.; ROSA, C. M. **El Niño/La Niña - Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações.** Revista Plantio Direto, edição 121, janeiro/fevereiro de 2011. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo, RS.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003096/poda-em-ervais-plantados-a-pleno-sol-erva-mate>. Acesso em: 21fev. 2017.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/expediente?p_p_id=expedienteportlet_WAR_sistemasdroducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column3&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=7&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=3601&_expedienteportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet_redirect=https%3A%2F%2Fwww.spo.cnptia.embrapa.br%2Fconteudo%3Fp_p_id%3Dconteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId%3D3601%26p_r_p_-996514994_topicoId%3D2902>. Acesso em: 22 fev. 2017.

FOSSATI, L. C. Avaliação do Estado Nutricional e da Produtividade de Erva-Mate (*Ilex Paraguariensis St. Hil.*), em função do sítio e da dioicia. Curitiba Mar. 1997. Disponível em: <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25175/D%20-%20FOSSATI,%20LUIZ%20CLAUDIO.pdf?sequence=1>. Acesso em: 05 mar. 2017.

GAIAD, S. Embrapa Florestas, Abril de 2014. Disponível em:<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasderoducaolf6_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=1304>. Acesso em: 27 fev. 2017.

GRIEP, D. B.; LORENSI, R.P.; GOMES, G.B.; PINTO, L.M.; BRAGAGNOLO, J.; ROCHA, P.S. da. Cultivo de tomateiro em ambiente protegido sob diferentes lâminas de irrigação. In: II CONIGTI, 2016, Erechim, RS. EdiFAPES 2016. p.1-4.

GOULART, I. C. G. dos R.; PENTEADO JUNIOR, J. F. Erva 20: sistema de produção de erva-mate. Curitiba 2016. p. 44-47. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1060805/erva-20-sistema-de-producao-de-erva-mate>. Acesso em: 21 fev. 2017.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças:** qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**.** Ed 2. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150p.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C. **Irrigação do tomateiro para processamento**. EMBRAPA, 2012.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de (Ed.). **Atlas Climático: Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), 2011.

MEDEIROS, M. A. BOAS. G. L. V. CARRIJO, O. A. MAKISHIMA, N. VIELA. N. J. **Manejo integrado da traça-do-tomateiro em ambiente protegido.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. L Op. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, 36).

MONTE J. A. M**anejo de irrigação na cultura do tomateiro em campo, na região de Seropédica, RJ.** Rio de Janeiro – 2007.

MORGAN, K.T.; PARSONS, L.R; WHEATON, T.A. **Comparison of laboratory - and field - derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods.** Plant and Soil. Dordrecht, v.234, n.2, p.153-157, 2001.

PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A.; TORRE NETO, A.; MELO, A. M. T. **Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa.** Horticultura Brasileira, v. 27, n. 2, p. 228-234, 2009.

RIBEIRO, P. A. A.; COELHO, R. D.; TEIXEIRA M. B. **Entupimento de tubos gotejadores convencionais com aplicação de Cloreto de potássio (branco e vermelho) via duas qualidades de Água.** Engenharia. Agrícola. Jaboticabal, v.30, n.2, p.279-287, 2010.

SELEGUINE, A.; SENO, S.; FARIA, JÚNIOR, J. A. **Espaçamento entre plantas e número de racimos para tomateiro em ambiente protegido.** Acta Scientiarum Agrinomy, v.28, p. 359-363, 2006.

SELEGUINI, A. **Uso de paclobutrazol na produção de mudas, no crescimento, produção e qualidade de frutos de tomateiro em ambiente protegido**. Ilhota Solteira - SP Dez. 100p. 2007.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

STURION, J. A.; MEDRADO, M. J. S. **Cultivo de erva-mate.** Abril/2014. Disponível em < https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_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=1304>. Acesso em: 21 fev. 2017.

SUERTEGARAY, C. E. O. Florianópolis 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/83339/184442.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 fev. 2017.

SUERTEGARAY, C. E. O. **Dinâmica da cultura da erva-mate (Ilex Paraguariensis st. Hil) em sistemas agroflorestais e monocultivos.** Florianópolis, SC. 2002. Disponível em: < https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/83339/184442.pdf?sequence=1>. Acesso em: 21 fev. 2017.

UFSCAR, ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE VALPARAÍSO – RIDESA, disponível em: <http://www.udop.com.br/download/estatistica/chuvas/1992a2016_historico_chuva_ridesa.pdf>. Acesso em: 07 set. 2016.

VILELA, R. A comida é nossa. 2016. Disponível em: <http://www.acomidaenossa.ufpr.br/erva-mate-origem-usos-e-costumes/>. Acesso em: 27 fev. 2017.