

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Propagação por estaquia de clones de erva-mate ‘Cambona 4’

Leonardo Mayer

Passo Fundo

2018

Leonardo Mayer

Propagação por estaquia de clones de erva-mate ‘Cambona 4’

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Alexandre Augusto Nienow

Passo Fundo

2018

CIP – Catalogação na Publicação

M468p Mayer, Leonardo
Propagação por estaquia de clones de erva-mate
'Cambona 4' / Leonardo Mayer. – 2018.
59 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Nienow.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade
de Passo Fundo, 2018.

1. *Ilex paraguariensis*. 2. Erva-mate – Propagação por
estaquia. 3. Mudas – Reprodução. I. Nienow, Alexandre
Augusto, orientador. II. Título.

CDU: 633.77

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

Propagação por estaquia de clones de erva-mate 'Cambona 4'

Elaborada por

Leonardo Mayer

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Agronomia – Produção e Proteção de Plantas

Aprovada em: 24/04/2018
Pela Comissão Examinadora

Dr. Alexandre Augusto Nienow
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador

Dr. Edson Campanhola Bortoluzzi
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia

Dra. Evanisa Fátima Reginato Quevedo Melo
Universidade de Passo Fundo

Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV

Dra. Elisete Maria de Freitas
Universidade do Vale do Taquari

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Ari e Glaci.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Ari e Glaci, pelo apoio, carinho e incentivo à busca de meus objetivos.

Ao meu companheiro, amigo e confidente Robledo Zuffo, pelo amor, carinho, compreensão, apoio e incentivo à conclusão deste curso.

Ao Professor Dr. Alexandre Augusto Nienow, pela confiança, profissionalismo, incentivo, dedicação, compreensão e atenção na orientação deste trabalho, e principalmente pelos conhecimentos compartilhados.

Às minhas colegas e amigas Laura Benetti Slaviero, Francine Talia Panisson, Tarita Cira Deboni e Laura Tres pela amizade, cumplicidade, apoio e ajuda.

À minha madrinha Maristela Mayer (*in memoriam*) pelo apoio, amor e também por sempre ter acreditado e confiado em mim.

Aos professores do PPGAgro, pela contribuição na minha formação profissional.

Aos colegas do PPGAgro, pelas experiências compartilhadas.

À UPF e ao PPGAgro, pela oportunidade.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram em mais esta etapa da minha vida, meu muito obrigado!

EPIGRAFE

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Mayer, Leonardo. Propagação por estaquia de clones de erva-mate ‘Cambona 4’. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

A erva-mate ‘Cambona 4’ se destaca pela alta produtividade e sabor suave da matéria-prima obtida. As mudas são oriundas do cruzamento controlado de uma planta feminina e outra masculina, selecionadas em Machadinho, Rio Grande do Sul. Para garantir o plantio de ervais ainda mais uniformes e produtivos, a estaquia é uma alternativa de propagação. O objetivo desta pesquisa foi avaliar, em duas épocas (verão/outono e outono/inverno), a capacidade de enraizamento de estacas apicais e subapicais de seis clones de erva-mate ‘Cambona 4’ (C7, C8, C9, C10, C11 e C13), tratadas com 2.000 mg/kg de AIB na forma de talco. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e oito estacas por parcela. As estacas foram padronizadas com 10 cm, mantendo um par de folhas reduzidas pela metade. A estaquia foi realizada em estufa agrícola, com irrigação por nebulização intermitente, colocadas as estacas para enraizar em tubetes plásticos contendo casca de arroz carbonizada. Após 120 dias foi verificado que a retenção das folhas influenciou positivamente a sobrevivência das estacas. O potencial de enraizamento de cada clone se mostrou influenciado pela época de estaquia, mas para a maioria dos clones a taxa foi superior quando realizada no verão/outono. O enraizamento foi maior em estacas subapicais dos clones C8, C9, C11 e C13 (78,2% a 90,6%), com a estaquia no verão/outono, enquanto no outono/inverno os dois tipos de estacas não diferiram, apresentando maior porcentagem de enraizamento os clones C7, C10, C11 e C13 (59,4% a 75,0%).

Palavras-chave: 1. *Ilex paraguariensis*. 2. Ácido indolbutírico. 3. Produção de mudas. 4. Enraizamento. 5. Tipos de estaca.

ABSTRACT

Mayer, Leonardo. Cutting propagation of 'Cambona 4' yerba mate clones. 59 f. Dissertation (Masters in Agronomy) – University of Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

The 'Cambona 4' yerba mate stands out for high productivity and mild flavor of the raw material achieved. Saplings were obtained from the controlled crossing of a female and a male plant; both selected in Machadinho, Rio Grande do Sul, Brazil. To guarantee even more a uniform and productive yerba mate planting, cutting is a propagation alternative. The aim of this study was to evaluate, in two different periods (summer/autumn and autumn/winter), the rooting capacity of apical and subapical cuttings of six yerba mate 'Cambona 4' clones (C7, C8, C9, C10, C11 and C13), treated with 2.000 mg/kg of indolebutyric acid (IBA) powder. The experimental design occurred in randomized blocks, with four replications and eight cuttings per section. The length of cuttings was standardized in 10 cm, keeping one pair of leaves cut in half. The cutting was conducted in an agricultural greenhouse, with irrigation by intermittent nebulization and the cuttings were placed in plastic tubes containing carbonized rice husk, in order to root. After 120 days, it was verified that the retention of the leaves has positively influenced the cuttings survival. The rooting potential of each clone has shown to be influenced by the cutting period, but for the most clones the rate was higher when performed in summer/autumn. The rooting was higher in subapical cuttings of clones C8, C9, C11 and C13 (78,2% to 90,6%), with the summer/autumn cutting, meanwhile in the autumn/winter period both apical and subapical cuttings didn't differ from each other, presenting the highest rooting percentage the clones C7, C10, C11 and C13 (59,4% to 75,0%).

Key words: 1. *Ilex paraguariensis*. 2. Indolbutyric acid. 3. Sapling production. 4. Rooting. 5. Types of cutting.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	<i>Família Aquifoliaceae</i>	14
2.1.1	Importância sócio-econômica, cultural, ecológica e medicinal	15
2.1.2	A cultivar Cambona 4	17
2.2	<i>Propagação da erva-mate</i>	18
2.2.1	Propagação sexuada	18
2.2.2	Propagação assexuada	19
2.2.2.1	Estaquia	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	<i>Local e material vegetal</i>	28
3.2	<i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	28
3.3	<i>Procedimentos específicos</i>	31
3.4	<i>Avaliações e análise estatística</i>	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5	CONCLUSÕES	49
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) se destaca pelo valor econômico, se constituindo em uma grande cadeia produtiva, gerando renda, mão-de-obra e contribuindo para a permanência do produtor no meio rural. Mas por ser uma espécie arbórea nativa do Brasil, também apresenta elevado valor ecológico. Nas propriedades rurais, a espécie pode ser utilizada na recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e da Reserva Legal (RL). Plantas nativas são exploradas de forma extrativista nas propriedades rurais, e trata-se de uma ótima alternativa para plantios comerciais no Sistema Agroflorestal (SAFs). Mesmo quando a opção é pela instalação de ervais convencionais, com a presença apenas da erva-mate, ainda assim desempenha importante papel ambiental pelo baixo uso de insumos agrícolas, sequestro de carbono, manutenção da umidade, conservação do solo e atração da fauna, que se alimenta de seus frutos.

A importância da espécie é também cultural e social, principalmente para as regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil, e países como Uruguai, Argentina e Paraguai, pelo consumo na forma de chimarrão ou tereré, estimulando o convívio social e familiar, semelhante ao que oportuniza o consumo do café, se constituindo em um costume tradicional. Sob o ponto de vista medicinal, a erva-mate pode trazer inúmeros benefícios, comprovados por centenas de pesquisas desenvolvidas.

Além das tradicionais formas de consumo, a erva-mate também tem seu uso na produção de alimentos, bebidas, produtos farmacêuticos, cosméticos, dentre outros, seja para o consumo interno ou exportação. Esse aumento de demanda passa a exigir a implantação de ervais produtivos e com certo controle da qualidade da matéria-prima. Para tanto, um dos pontos de partida é a utilização de mudas de qualidade, vigorosas e com características agronômicas conhecidas.

A realidade atual é a utilização de mudas obtidas a partir de sementes, que geram alta heterogeneidade das plantas. Se por um lado manter a variabilidade entre indivíduos é positivo sob o ponto de vista ecológico, se torna uma dificuldade quando o objetivo é fixar determinados aspectos qualitativos da matéria-prima e elevar a produtividade. Outra preocupação relacionada à qualidade das mudas é que, muitas vezes, as sementes são coletadas de matrizes não selecionadas pela produtividade e qualidade.

O grau de variabilidade, no caso da erva-mate, é incrementado por se tratar de uma espécie dioica, ou seja, existir plantas apenas com flores carpeladas (femininas) ou estaminadas (masculinas), sendo obrigatória a polinização cruzada. Outra dificuldade é a baixa e variável taxa de germinação, exigindo a estratificação das sementes por alguns meses (4-5 meses) para superar a dormência, decorrente do embrião se encontrar imaturo por ocasião da colheita, bem como devido ao tegumento duro e alto conteúdo de tanino.

Para obter mudas a partir de sementes com menor variabilidade, a alternativa é restringir o cruzamento somente entre duas plantas selecionadas, sendo uma carpelada, que produzirá os frutos, e outra estaminada, que fornecerá o pólen. Esta foi a estratégia utilizada para a seleção da cultivar ‘Cambona 4’, no município de Machadinho, Rio Grande do Sul, considerada a primeira progênie biparental de erva-mate (CORRÊA et al., 2009). Um erval de ‘Cambona 4’ se caracteriza pela alta produtividade, podendo alcançar volumes acima de 1.000 arrobas/ha (15 t), cujas folhas geram um produto de sabor mais suave, a princípio de melhor aceitação pelo consumidor. Porém, apesar da polinização restrita a dois genótipos, os ervais implantados mantêm certo grau de heterogeneidade, em decorrência da recombinação e segregação genética.

O procedimento para garantir o plantio de ervais uniformes e produtivos é, como usualmente se faz na fruticultura, empregar uma técnica de propagação vegetativa na produção das mudas. Dentre as técnicas disponíveis, a estaquia permite a multiplicação em larga escala, com menor custo. Para tanto, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas para definir protocolos que alcancem resultados mais eficientes.

Dentre os desafios da estaquia pode-se citar, inicialmente, a seleção de plantas superiores quanto às características agrônômicas para tornarem-se futuras matrizes,

devendo ser testadas quanto à capacidade de enraizamento. Sabe-se que, na erva-mate, há grandes diferenças no potencial de enraizamento entre genótipos, podendo também variar de acordo com a época de estaquia, tipo de estaca, condição fisiológica da planta matriz e tratamentos com fitorreguladores, dentre outros fatores.

Os trabalhos de propagação da ‘Cambona 4’ tiveram início na Universidade de Passo Fundo em 2011, estudando o enraizamento de estacas coletadas de genótipos selecionados em um erval comercial localizado em Machadinho, RS, com resultados bastante variados dependendo do genótipo. Os testes compararam o uso do fitorregulador ácido indolbutírico (AIB), porém sempre na forma de solução hidro alcoólica, em doses elevadas (6.000 ou 8.000 mg/L), em estacas apicais.

Mudas obtidas desta pesquisa (HETTWER, 2013) foram utilizadas na implantação de um jardim clonal no campo, no pomar localizado no Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária (Cepagro) da FAMV/UPF. Trabalhos realizados, como de Wendling et al. (2013), têm revelado taxas mais satisfatórias de enraizamento quando as estacas são coletadas de matrizes previamente clonadas, estabelecidas nos chamados jardins clonais, normalmente constituídos em canteiros suspensos ou vasos. A razão atribuída para a obtenção de resultados positivos é o efeito de rejuvenescimento das plantas, por ocasião da clonagem.

Assim, para essa pesquisa, os diferenciais foram a utilização de genótipos de ‘Cambona 4’ previamente clonados por estaquia, plantados no campo, e o emprego do AIB na forma de talco, em concentração mais baixa (2.000 mg/kg). As hipóteses propostas foram de que: existem genótipos que se destacam pela maior capacidade de formação de raízes adventícias; que estacas apicais e subapicais apresentam diferenças quanto ao potencial de enraizamento; e que a época de estaquia influencia nos resultados obtidos.

O objetivo da realização desta pesquisa foi, portanto, avaliar em duas épocas (verão/outono e outono/inverno) a capacidade de enraizamento de estacas apicais e subapicais de clones de genótipos de erva-mate ‘Cambona 4’, plantados no campo, utilizando o AIB na forma de talco.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Família Aquifoliaceae

Aquifoliaceae é uma família botânica constituída geralmente por arbustos ou pequenas árvores, as quais estão distribuídas nos trópicos e regiões temperadas do planeta (GOTTLIEB; GIBERTI; POGGIO, 2005; MANEN; BOULTER; NACIRI-GRAVEN, 2002). Tem como principais características possuir ramos inteiros, folhas simples e alternadas, de bordos recortados. Suas flores são bissexuais de coloração branca à creme e frutos tipo drupa (GROPPO; PIRANI, 2002, p. 31).

A família é representada por mais de quatrocentas espécies distribuídas em quatro gêneros, sendo que o mais importante, e encontrado no Brasil, é o gênero *Ilex* L.. No geral são caracterizadas por espécies com folhas pecioladas, possuir estípulas pequenas, triangulares e decíduas. São plantas com dimorfismo sexual e drupa podendo variar de globosa a cônica, lisa, rugosa ou sulcada (GROPPO; PIRANI, 2005).

A *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., conhecida popularmente por erva-mate, mate, erveira, congonha, erva-congonha ou erva-verdadeira é encontrada na Argentina, Paraguai, Uruguai e Brasil (CARVALHO, 2003, p. 457; SANSEBERRIO et al., 2000). Está inserida na Floresta Ombrófila Mista, mais conhecida como Floresta de Pinheiros, pertencente ao Bioma Mata Atlântica (GERHARDT, 2013; VIEIRA, 2012).

Possui tronco cilíndrico, geralmente reto, com copa baixa, podendo alcançar cerca de 15 metros de altura e 40 centímetros de diâmetro. Suas folhas são do tipo simples, alternas, glabras, coriáceas ou subcoriáceas de coloração verde escuro, com formato obtuso e margem serrada-crenada da porção mediana até a porção superior, de pecíolo curto e retorcido. Medem de 5 a 10 cm de comprimento e 3 a 4 cm de largura, podendo variar de acordo com o ambiente em que se encontram (CARVALHO, 2003, p. 458).

Trata-se de uma espécie dioica, de fecundação cruzada, com flores masculinas (estaminadas) e femininas (pistiladas) de coloração branca e tamanho pequeno, não vistosas e dispostas em inflorescências fasciculadas de até cinco flores. A floração ocorre entre os meses de setembro a dezembro (CARVALHO, 2003, p. 458; GROppo; PIRANI, 2005).

A frutificação ocorre entre os meses de dezembro e março. Seus frutos são pequenos (6 a 8 milímetros), do tipo baga-drupa globular (CARVALHO, 2003, p. 458). Quando imaturos apresentam uma coloração verde e quando maduros de coloração vermelho-arroxeadado, com quatro sementes envoltas em uma polpa gelatinosa (DA CROCE; FLOSS, 1999).

2.1.1 Importância sócio-econômica, cultural, ecológica e medicinal

O cultivo da erva-mate se destaca pelos aspectos econômicos, sociais e ecológicos, estando entre as melhores opções de renda e emprego, principalmente para os pequenos e médios produtores (COELHO; MARIATH; SCHENKEL, 2002; EMBRAPA, 2014). É considerada a árvore símbolo do Rio Grande de Sul, segundo a Lei 7.439 de 1980 (RIO GRANDE DO SUL, 2016). Antes de ser popularizada, a erva-mate já era utilizada pelos indígenas que habitavam a região Sul do Brasil, os quais a usavam como estimulante natural (DA CROCE; FLOSS, 1999). Sua utilização está associada ao preparo de chás e bebidas típicas, como o chimarrão e o tererê, preparadas pela infusão da parte aérea da planta (folhas e ramos finos) triturada (MEINHART et al., 2010).

O Paraguai foi o principal fornecedor de erva-mate para os países platinos. Somente no início do século XIX a planta começou a ser comercializada e produzida no Brasil. Assim, o consumo das folhas de erva-mate, por infusão, se tornou um hábito comum nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (BRANDT; SILVA, 2014).

Na região Sul do Brasil, a erva-mate é um dos principais produtos agrícolas e o mais importante produto não-madeireiro do agronegócio florestal (ALMEIDA et al., 2009). No Brasil, a produção em 2016 alcançou 346,95 toneladas (IBGE, 2017). O Rio Grande do Sul é responsável por 60% da produção de erva-mate industrial nacional (OLIVEIRA; WAQUIL, 2014).

O consumo nos últimos anos vem aumentando consideravelmente e a utilização mais frequente é da infusão da planta triturada, popularmente conhecida como chimarrão (quente) ou tererê (frio). A infusão tem como característica um sabor amargo e forte. Na erva-mate encontramos propriedades medicinais, como compostos fitoquímicos, tais como polifenóis e antioxidantes, e ação anti-inflamatória, antimicrobiana e diurética (CARELLI et al., 2011; FILIP et al., 2001; GONÇALVES; ALVES FILHO; MENEZES, 2005). Por também possuir propriedades probióticas, investigações estão sendo conduzidas para que novos produtos da erva-mate possam entrar no mercado de consumo (PRECI et al., 2011; RIL et al., 2011). O uso da planta em cosméticos também se encontra em expansão e já conta com patentes registradas no Brasil e EUA (INPI, 2016; USPTO, 2016).

A espécie também apresenta grande importância ambiental, a qual pode ser utilizada no paisagismo, na recuperação de áreas degradadas e na recomposição florestal (LORENZI, 2002, p. 31). Além do servir na recomposição florestal, seus frutos servem de alimento para a avifauna local, tendo registradas 14 espécies se alimentando dos mesmos. As espécies identificadas podem ser consideradas agentes dispersoras das sementes, pois há o consumo do fruto por inteiro pelas aves (COLUSSI; PRESTES, 2011). Outra utilização ambiental para a erva-mate é o plantio da cultura associada a outras espécies florestais, conhecido como sistema agroflorestal. Além de reduzir a erosão, apresenta significativa importância no sequestro de carbono pela biomassa produzida (CORRÊA et al., 2009).

2.1.2 A cultivar Cambona 4

O desenvolvimento da ‘Cambona 4’ foi o somatório do “saber local” dos produtores, com a posterior intervenção da pesquisa agrônômica. O produtor Theodoro Mendes da Fonseca, do Município de Machadinho, RS, produzia as mudas para plantio retirando as sementes de uma planta de flores femininas, havendo nas proximidades quatro plantas de flores masculinas. A informação era de que os ervais implantados com mudas de semente originadas da progenitora feminina, além da boa produtividade, produzia um chimarrão de bebida suave. Assim, em 1998, a matéria-prima de um plantio com 345 plantas de 10 anos de idade foi processada na planta industrial da Erva Mate Cambona Ltda e oferecida para degustação no Encontro Gaúcho dos Produtores de Erva Mate, com a aplicação de 68 questionários, excluídos os produtores de Machadinho, que confirmou o sabor suave (CORRÊA et al., 2011).

Para a identificação do progenitor masculino preponderante do plantio, foram coletadas amostras de folhas da progenitora feminina, dos quatro potenciais doadores de pólen (progenitores masculinos) e de 125 plantas do plantio (geração F1), submetendo a um teste Random Amplified of Polymorphic DNA (RAPD). O genitor masculino preponderante identificado pelo teste, juntamente com a matriz ‘Cambona 4’, foram clonados por enraizamento de estacas e plantados no local, formando o pomar de sementes da progênie Cambona 4, com a eliminação das outras três plantas masculinas participantes do teste de DNA (CORRÊA et al., 2011).

Após a implementação da produção de sementes e mudas, em 2001 os associados da Associação dos Produtores de Erva-mate de Machadinho (Apromate), com o apoio financeiro da Maesa – Machadinho Energética S.A., iniciaram o plantio de um sistema intercalando espécies florestais nativas da região para sombreamento do plantio de ‘Cambona 4’, denominado Sistema Agroflorestal Cambona 4 (SAF Cambona 4), que compõe uma estratégia econômica para a adequação ambiental das propriedades familiares da região Sul do Brasil (CORRÊA et al., 2011). Com o sombreamento, esse sistema tem como objetivos melhorar a qualidade do produto final, além de proteger o solo contra a erosão, a renovação de nutrientes e a produção de madeira após o final do

ciclo da cultura (CORRÊA et al., 2009), e permitiu uma melhor organização da cadeia produtiva da cultivar, fazendo com que o produtor pudesse agregar valor ao produto final e trazer benefícios sócio-econômico e ambientais à região (MACHADO et al., 2011).

Conforme Corrêa et al. (2011), a matéria-prima de sabor suave é preferida e valorizada pelo mercado interno, alcançando um preço diferenciado na indústria ervateira. Pode, também, substituir a erva mate nativa extraída dos remanescentes da mata com araucária, no “blend” (erva-mate nativa + erva-mate “plantada”) da indústria ervateira, reduzindo a pressão de demanda sobre os ervais nativos e seu “habitat” florestal. Nas condições técnicas dos produtores de Machadinho, a produtividade média alcançou 50,9% a mais que média apontada para os ervais da região, e a receita por hectare ano 148% maior.

A produção de mudas a partir da restrição do cruzamento entre dois genótipos específicos permitiu, sem dúvida, implantar ervais com menor variabilidade, porém, conforme estudo realizado por Hettwer (2013), é possível identificar em um erval comercial de ‘Cambona 4’ plantas com características diferenciadas quanto ao teor de clorofila, tamanho de folhas, número de folhas por comprimento de ramo e potencial de enraizamento.

2.2 Propagação da erva-mate

2.2.1 Propagação sexuada

A produção de mudas a partir de sementes é a técnica de propagação comercialmente mais utilizada até o momento. Um dos principais fatores ligado diretamente ao baixo rendimento dos ervais é a baixa qualidade das mudas obtidas por sementes de ervais nativos, cujas plantas não passam por critérios de seleção de matrizes de boa qualidade (DA CROCE; FLOSS, 1999). Além disso, a espécie é dioica, exigindo polinização cruzada, o que gera grande variabilidade nas mudas obtidas, como já abordado anteriormente. Segundo Wenddling (2004), a falta de critérios técnicos na

seleção e propagação por sementes resulta em heterogeneidade no erval e, conseqüentemente, reflete em baixa produtividade.

Outra dificuldade enfrentada na propagação comercial via sementes é o baixo nível de germinação e a desuniformidade das sementes, relacionados à imaturidade do embrião, exigindo um longo período de estratificação devido à dormência (CUQUEL; CARVALHO; CHAMMA, 1994; FOWLER; STURION, 2000). A porcentagem de germinação é muito variável (4% a 92%) e, quando não se utiliza o processo de estratificação, a germinação é desuniforme (STURION; RESENDE, 2010, p. 100). Portanto, além de produzir mudas com qualidade inferior, o produtor acaba elevando o custo de produção.

A dormência em sementes de erva-mate está relacionada com estratégias adaptativas da espécie para manter sua sobrevivência. Contudo, para a agricultura, essa característica se torna negativa, pois o produtor precisa de muita técnica e manejo para que as sementes geminem (COSTA et al., 2010). O mecanismo de dormência da espécie consiste numa maneira de sobrevivência, pois pode retardar a germinação quando não há condições para que as plântulas se estabeleçam no ambiente, permitindo maior distribuição das sementes germinadas ao longo do tempo (RAMOS et al., 2002).

Assim, mesmo havendo a superação da dormência e a germinação, a produção de mudas por sementes ainda requer um longo período de tempo, variabilidade na produção, dentre outras desvantagens (WENDLING; BRONDANI, 2015, p. 15-17). Essas desvantagens apresentadas pela produção sexuada podem ser minimizadas, e até superadas, utilizando um método vegetativo, o qual gera indivíduos geneticamente iguais (WENDLING, 2004).

2.2.2 Propagação assexuada

Para propagar a erva-mate de maneira rápida e eficaz é indicada a propagação assexuada. Esse método consiste na reprodução de partes vegetativas da planta, que em

sua grande maioria têm capacidade de regeneração. A grande vantagem deste tipo de propagação é a possibilidade de escolha de genótipos superiores, ou aqueles com características distintas, fazendo com que se tenha uma população uniforme, com controle do desenvolvimento (HARTMANN et al., 2002, p. 21; MIRANDA et al., 2004).

Mudas produzidas por propagação vegetativa, associadas às condições de clima, solo e de origem das plantas-matrizes, garantem uniformidade e maiores taxas de produtividade, além de possibilitar na escolha de características específicas, tais como melhor crescimento, desenvolvimento, resistência a pragas, entre outras (ELDRIDGE et al., 1994, p. 228-246). Assim, a propagação assexuada serve de alternativa para que o produtor possa multiplicar mudas de forma rápida e mantendo seu cultivo homogêneo quanto à produtividade, pois reduz a fase juvenil da planta (LIRA JÚNIOR et al., 2007, p. 43-44).

A erva-mate pode ser propagada assexuadamente por enxertia, micropropagação, estaquia e miniestaquia (WENDLING et al., 2009). Dentre as técnicas a que melhor se destaca é a estaquia, a qual, além de melhorar a qualidade e preservação das mudas, é uma importante ferramenta para o resgate de genótipos adultos selecionados em campo (BRONDANI et al., 2009a). Além disso, é mais econômico, simples e rápido, e ao contrário da enxertia, não exige mão de obra especializada (LOSS et al., 2009).

2.2.2.1 Estaquia

Um dos métodos mais utilizados para propagar espécies vegetais é a estaquia, importante na propagação de espécies florestais, arbustos ornamentais e na silvicultura comercial (INOUE; PUTTON, 2006; AGUIRRE, 2012). A técnica permite maior viabilidade econômica para o estabelecimento e plantio em grande escala, pois tem menor custo, promove maior crescimento em menor período de tempo e possibilita a multiplicação de genótipos pré-selecionados (LOSS et al., 2009).

A estaquia utiliza segmentos de caules, raízes, brotos apicais e folhas, devidamente tratados. Esses segmentos precisam conter ao menos uma gema e, em condições favoráveis, originam novas plantas após o enraizamento (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005, p. 69). A preferência é por estacas caulinares, pois geralmente há maior quantidade de material disponível e eficiência na produção de novas mudas (ONO; RODRIGUES, 1996)

Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005, p. 72) ressaltam que a formação das raízes é uma resposta à lesão causada pelo corte durante o processo de obtenção das estacas e, logo após, há a formação de uma capa de suberina, garantindo a cicatrização do local. Na região lesionada ocorre a formação de células meristemáticas, que geram os primórdios radiciais, e as células parenquimatosas (pouco diferenciadas), que dão origem aos calos. Após a formação dos primórdios radiciais, as células adjacentes ao câmbio e ao floema dão início à formação das raízes adventícias.

O enraizamento de estacas é determinado por fatores internos, como a condição fisiológica e a idade da planta matriz, a época do ano, o tipo de estaca, o potencial genético de enraizamento e o balanço hormonal; e por fatores externos, como umidade, temperatura, luz, tipo de substrato, tratamento com fitorreguladores e lesão na base da estaca (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005, p. 78-84; GOULART; XAVIER, 2008; PAIVA; GOMES, 2005).

Há uma série de dificuldades nos protocolos de estaquia da erva-mate relacionados com o manejo do ambiente de propagação, como tipo de substrato, controle fúngico e, principalmente, tratamento hormonal. Também pode ser destacada a necessidade de avançar nos estudos sobre métodos de rejuvenescimento de material adulto, no manejo pós-enraizamento, sombreamento e vigor do sistema radicial (GROSSI; DUTRA; WENDLING, 2007; WENDLING, 2004).

Estacas apresentam, em seu conteúdo, fitohormônios que atuam como agentes promotores ou inibidores do enraizamento. Para que ocorra a formação do sistema radicial é preciso um balanço hormonal entre esses fitohormônios (citocininas, auxinas, giberelinas

e cofatores) (RAMOS et al., 2003). Dentre os fitohormônios citados, os cofatores, juntamente com as auxinas, têm papel fundamental para o enraizamento (HARTMANN et al., 2002, p. 299-300).

Assim como as auxinas, os cofatores e os fotoassimilados, são produzidos nas gemas e folhas mais jovens (TAIZ; ZEIGER, 2004, p. 453). Assim a presença de folhas e gemas nas estacas é importante para o estímulo do enraizamento, garantindo o suprimento de energia (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005, p. 87; HARTMANN et al., 2002, p. 292-293; PAIVA; GOMES, 2005). Contudo, a manutenção das folhas necessita de um sistema de manutenção da umidade eficiente para evitar a desidratação das mesmas.

A presença de reservas de carboidratos também é fundamental para a obtenção de maiores percentuais de enraizamento e de sobrevivência das estacas (STENVALL; PIISILÄ; PULKKINEN, 2009). Os carboidratos se tornam importantes aliados no enraizamento, pois a auxina necessita de uma fonte de carbono para que haja a biossíntese dos ácidos nucléicos e proteínas necessárias para a formação do novo sistema radicial (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005, p. 78). Rowe, Blazich e Raper (2002) destacam que a presença de reservas mais abundantes de carboidratos garantem maiores percentuais de enraizamento e sobrevivência em estacas de *Pinus taeda*.

As estacas podem ser classificadas em herbáceas, semilenhosas e lenhosas, segundo o grau de lignificação, sendo que quanto menos lignificadas maior será a atividade meristemática (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005, p. 70-71; HARTMANN et al., 2002, p. 314 e 342). Estacas que se encontram em maior grau de lignificação é indicada a realização de lesões em sua base, fazendo com que haja maior região cambial exposta. Essas lesões garantem maior absorção de regulador de crescimento e de água durante a formação do novo sistema radicial (HARTMANN et al., 2002, p. 321-322).

Hartmann et al. (2002, p. 310) também destacam que o ambiente em que as estacas serão mantidas deve proporcionar uma temperatura adequada para evitar o estresse

térmico das folhas, manter os níveis de radiação adequados para que os propágulos consigam manter a taxa fotossintética e a produção de carboidratos, e uma atmosfera controlada que evite a perda de água das estacas por evapotranspiração.

Para manter a umidade, o sistema mais empregado é a irrigação por nebulização intermitente, que permite a formação de uma película d'água sobre as folhas, reduzindo a temperatura da folha e do ar, e a transpiração. A umidade também garante que o processo de divisão celular ocorra, pois as células precisam se manter túrgidas para que o processo de diferenciação ocorra (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005, p. 83; PAIVA; GOMES, 2005).

O processo de busca por matrizes para a geração de clones garante o resgate de materiais superiores mas, na maioria das vezes, requer a obtenção de material juvenil com capacidade de enraizar. A capacidade de enraizamento em estacas de erva-mate varia conforme a idade da planta matriz (WENDLING; XAVIER, 2001). A perda dessa capacidade está ligada diretamente aos efeitos da maturidade, contudo, em muitos casos, é nessa fase que as plantas matrizes apresentam as características desejadas (HARTMANN et al., 2002, p. 306).

Hartmann et al. (2002, p. 307) destacam que materiais rejuvenescidos tendem a enraizar com mais facilidade. Assim, brotos provenientes das gemas laterais e ramos novos, oriundos de plantas podadas, possuem maior juvenilidade dos tecidos e, conseqüentemente, são mais vigorosos. Também, para obter mais material rejuvenescido de plantas adultas, pode ser feito um corte raso na planta matriz e as rebrotas que alcançarem a maturidade podem ser utilizadas na propagação vegetativa (ALFENAS et al., 2004, p. 26; BORGES JÚNIOR et al., 2004).

Kricum (1995), estudando a estaquia de plantas adultas de erva-mate, obteve 52% de enraizamento em estacas herbáceas e 30,1% em estacas lenhosas, concluindo que a utilização de materiais juvenis proporciona melhores resultados no enraizamento. Koehler et al. (2009) obtiveram 65% de enraizamento em estacas caulinares de erva-mate coletadas de material rejuvenescido. Bitencourt et al. (2009) obtiveram resultados

superiores no enraizamento com estacas provenientes da rebrota, demonstrando que ramos rejuvenescidos de erva-mate possuem maior potencial para o enraizamento. Wendling et al. (2013) demonstraram que a indução de brotações epicórmicas em ramos de erva-mate destacados se mostra eficiente. Assim, esta seria uma interessante estratégia a ser usada para a obtenção de estacas de erva-mate com elevado potencial de enraizamento.

As estacas, além de do alto percentual de enraizamento, devem apresentar satisfatório número e tamanho de raízes (ANTUNES; CHALFUN; REGINA, 2000). Esses critérios são importantes pois indicam que as futuras mudas terão melhor desenvolvimento e qualidade do sistema radicial, elevando as chances de sobrevivência após o plantio no campo (REIS et al., 2000).

Mesmo oferecendo melhores condições de trabalho, a estaquia tem como etapa mais difícil o enraizamento (LEITZKE; DAMIANI; SCHUCH, 2009). Para os autores, a utilização de fitoreguladores, especialmente auxinas, influenciam no enraizamento e variam conforme a espécie ou cultivar. Assim, para que a técnica de estaquia se torne viável, as substâncias promotoras de crescimento são essenciais para que haja a formação de raízes, principalmente em plantas que apresentam difícil enraizamento (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005, p. 96). Essa adoção pode viabilizar uma quantidade de mudas muito maior em um período de tempo mais curto. Por isso é muito importante que se saiba qual técnica hormonal será utilizada, bem como a dose a ser aplicada (PAIVA; GOMES, 2005).

O balanço hormonal entre inibidores e promotores durante o processo de formação do novo sistema radicial é de extrema necessidade. Esse equilíbrio pode ser garantido com a aplicação exógena de reguladores de crescimento, os quais elevam a concentração de auxina nos tecidos (HARTMANN et al., 2002, p. 300).

O uso dessas substâncias reguladoras de crescimento vem sendo usadas com muita frequência, pois as mesmas aumentam os índices no enraizamento, principalmente em espécies de difícil enraizamento, promovendo a divisão e o alongamento celular, e a

formação de raízes adventícias (SALISBURY; ROSS, 1992, p. 366-368). A aplicação exógena de fitoreguladores irá compensar a falta endógena dos mesmos em plantas que são consideradas de difícil enraizamento (HARTMANN et al., 2002, p. 318).

Os fitoreguladores que apresentam maior efeito na formação de raízes são do grupo das auxinas. As auxinas atuam na formação das raízes adventícias, na ativação das células da região cambial e no crescimento das plantas, as quais também inibem as gemas laterais, e a queda de folhas e frutos (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005, p. 75). As mais utilizadas e que apresentam melhores resultados no enraizamento são o ácido indolbutírico (AIB), o ácido indolacético (AIA) e o ácido naftalenoacético (ANA) (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009, p. 17).

A auxina mais utilizada na estaquia é o ácido indolbutírico, pois não causa fitotoxicidade aos explantes, induz o enraizamento adventício e é eficiente em grande parte das espécies vegetais. Quanto maior for a concentração da solução menor deverá ser o tempo de contato das estacas com a mesma (HARTMANN et al., 2002, p. 368-370). Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005, p. 75) destacam que a concentração da auxina exógena varia dependendo da espécie e existe uma faixa adequada para estimular o enraizamento.

Iritani e Soares (1981) utilizaram em seu estudo concentrações de 3.000 e 5.000 mg/L de AIB e observaram uma diminuição no tempo necessário para o enraizamento, obtendo maior número de estacas enraizadas e número de raízes, chegando a 75% de estacas enraizadas. Graça et al. (1988) confirmaram que a utilização de tais substâncias no tratamento de estacas de erva-mate se mostra eficaz, obtendo um percentual de 47% de enraizamento com 8.000 mg/L de AIB e 62% com 5.000 mg/L, em estacas de brotações do ano de árvores adultas e de mudas, respectivamente, se comparadas com as estacas que não foram tratadas com as doses do fitoregulador. Horbach (2008) verificou que a aplicação de AIB na concentração de 4.000 mg/L aumentou o percentual de estacas enraizadas de erva-mate.

Trabalhos realizados com a erva-mate têm demonstrado que o uso do AIB, em solução hidro alcoólica, pode proporcionar resultados satisfatórios de enraizamento, mas variam entre plantas. Santos (2011), avaliando o enraizamento de estacas de genótipos nativos de erva-mate, verificou que a dose de 6.000 mg/L estimulou ou não prejudicou o enraizamento, embora tenha observado certo grau de toxicidade ao aumentar a queda de folhas e a mortalidade de estacas em alguns genótipos. Hettwer (2013) obteve resultados semelhantes em seu estudo com treze genótipos de erva-mate ‘Cambona 4’, tratadas as estacas com 6.000 mg/L. Tres (2016), em estudo com trinta genótipos de erva-mate, tratadas as estacas com 8.000 mg/L de AIB, obteve em quinze genótipos alto percentual de enraizamento, entre 62,5% e 93,8%.

Um regulador vegetal só tem ação positiva depois que o mesmo tenha a sua concentração determinada para a espécie em estudo, pois muitas vezes uma concentração pequena de fitoregulador pode não suprir as necessidades para o favorecimento do enraizamento, bem como uma concentração mais elevada pode ocasionar efeito tóxico aos tecidos da planta, ocasionando, assim, a morte do propágulo (PAIVA; GOMES, 2005).

Outro fator importante no processo de formação de raízes está ligado ao tipo de substrato utilizado, o qual precisa fixar, aderir e permitir a remoção das estacas sem que haja danos as raízes (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005, p. 89). Os substratos mais utilizados na estaquia são a serragem, areia, casca de arroz carbonizada, vermiculita, casca de pinus, turfa, entre outros, sendo estes utilizados na forma pura ou misturados (PAIVA; GOMES, 2005). Além disso, é preciso levar em consideração as características físicas e químicas do substrato, bem como as condições ambientais do local onde será implantado o cultivo das estacas, pois cada planta possui uma necessidade específica (VERDONCK; VLEESCHAUWER; DE BOODT, 1981).

O substrato, além de sustentar as estacas, deve ter características de boa disponibilidade de água e oxigênio, para que haja sucesso no processo de enraizamento (OLIVEIRA et al., 2003). Para Wendling (2004) se faz necessária a busca e pesquisa de

substratos para o enraizamento na estaquia de erva-mate. Destaca a importância das condições de manejo, dando relevância ao manejo hídrico, pois cada substrato apresenta diferentes capacidades de retenção, gerando diferentes percentuais de enraizamento.

A casca-de-arroz carbonizada, utilizada nesta pesquisa, é oriunda de um processo simples de carbonização da casca-de-arroz, utilizada de forma pura na fase inicial de enraizamento, devido à boa retenção de umidade e elevada porosidade, sendo utilizada no enraizamento de estacas herbáceas e semi-lenhosas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005, p. 89; WENDLING, 2002).

Brondani et al. (2007) estudando diferentes misturas de substratos e ambientes, verificaram que, para ambos os ambientes testados (casa de vegetação com controle e umidade e temperatura e sem controle), o substrato casca de arroz carbonizada + substrato a base de casca de *Pinus* sp. e vermiculita (1:1 v/v) mostrou-se o mais eficaz no enraizamento de miniestaas de erva-mate oriundas de material juvenil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e material vegetal

As estacas foram coletadas de clones de erva-mate ‘Cambona 4’ plantados em novembro de 2013, no Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária (Cepagro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), em Passo Fundo, RS. Por ocasião do início dos experimentos, em janeiro de 2017, as plantas se encontravam com pouco mais de três anos de idade, porém, com antecedência de seis meses, em julho de 2016, foram submetidas à colheita no sistema de poda drástica, rebaixando os ramos na altura média 0,50 m acima do nível do solo, de modo a causar um efeito de rejuvenescimento e estimular novas brotações.

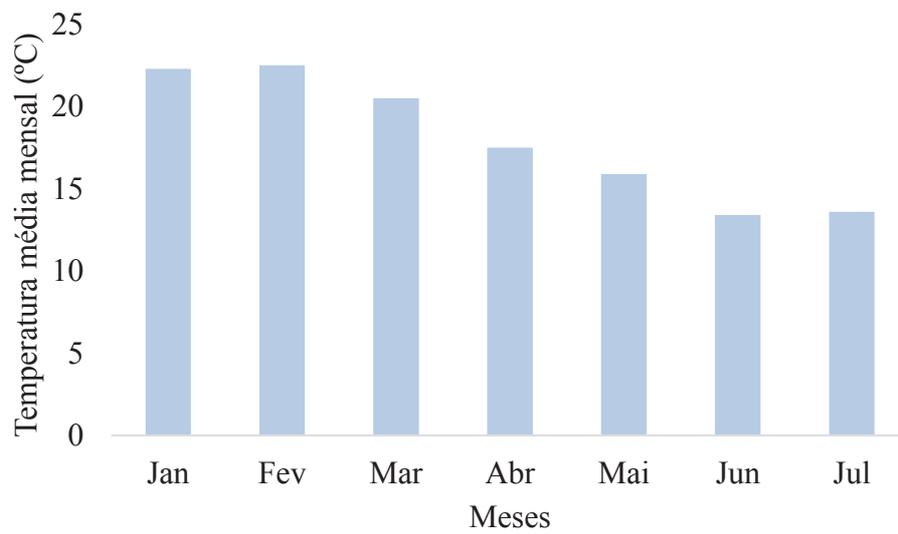
As matrizes clonais foram obtidas da pesquisa realizada por Hettwer (2013), que avaliou o enraizamento de quatorze genótipos, selecionados em um erval comercial com idade de sete anos, em Machadinho, RS, localizado a 610 m de altitude, nas coordenadas 27°31'92``S e 51°42'92``O. Os genótipos, originalmente multiplicados a partir de sementes, foram selecionados no erval por apresentarem características foliares diferenciadas entre si, e bom desenvolvimento vegetativo.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os experimentos foram realizados em duas épocas, entre 26 de janeiro e 25 de maio (verão/outono), e entre 28 de março e 25 de julho de 2017 (outono/inverno), considerando cada época um experimento, tendo as temperaturas médias mensais coletadas (Figura 1). Foram estudados seis clones (C7, C8, C9, C10, C11 e C13), sendo que cada clone apresentava três exemplares, correspondendo aos genótipos G7, G8, G9, G10, G11 e G13 do trabalho de Hettwer (2013), comparando estacas apicais e subapicais. A Figura 2 ilustra os clones avaliados, selecionados no jardim clonal pelo maior

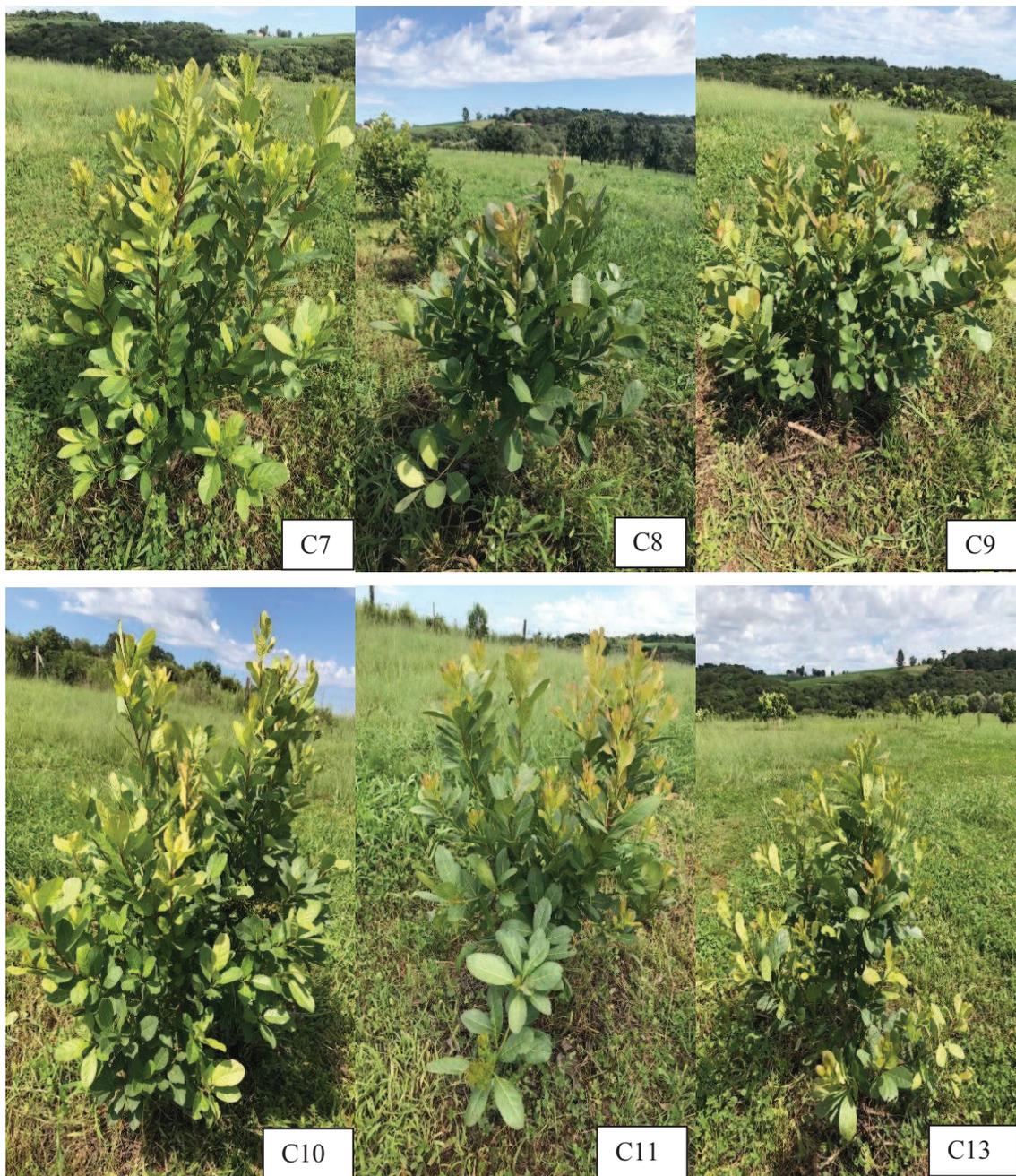
desenvolvimento vegetativo. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com os tratamentos arranjados no esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições e oito estacas por parcela.

Figura 1 - Temperatura média mensal de janeiro a julho de 2017. Passo Fundo, RS, 2017



Fonte: Embrapa Trigo.

Figura 2 – Clones de seis genótipos de erva-mate ‘Cambona 4’ (C7, C8, C9, C10, C11e C13) propagados por estaquia, constituindo um jardim clonal no pomar do Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária (Cepagro/UPF), em Passo Fundo, RS, 2017



Fonte: Imagens do autor.

3.3 Procedimentos específicos

Os experimentos foram conduzidos na FAMV/UPF em estufa revestida com polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 μm de espessura no teto e faces frontais. Nas laterais, e internamente na parte superior, era revestida com tela tipo “sombrite” (70% de sombreamento), para redução da temperatura do ar e da insolação. O sistema de irrigação do tipo nebulização intermitente, com linhas de irrigação distanciadas de 1,5 m e bicos nebulizadores dispostos a cada 1 m, era controlado por um timer acionado em intervalos de 8 minutos, com molhamento por 10 segundos. A nebulização tinha por objetivo minimizar a transpiração, mediante a redução da temperatura do ar e da folha, elevação da umidade relativa do ar e formação uma lâmina d’água sobre a folha.

As estacas foram coletadas com o auxílio de tesoura de poda, padronizadas com 10 cm de comprimento, corte em bisel na base e mantidas duas folhas cortadas pela metade (Figura 3A). Na execução da estaquia, a região basal das estacas (3- 4 cm) foi tratada com AIB na forma de talco, na dose de 2.000 mg/kg e, em seguida, plantadas a uma profundidade média de 4 cm em tubetes de 140 cm^3 (Figura 3B), utilizando como substrato casca de arroz carbonizada (Tabela 1).

No preparo do AIB em talco foi dissolvido, em 10 mL de álcool etílico 70 °GL, 0,6 g do produto puro (marca Sigma®). Posteriormente foi adicionado 200 mL de acetona e 299,4g de talco inerte, até formar uma pasta homogênea. A pasta foi distribuída em uma bandeja plástica e mantida na temperatura ambiente para a evaporação da acetona. Uma vez seca, a pasta foi moída com um pistilo e peneirada, voltando a forma de talco.

Figura 3 - Estacas de erva-mate ‘Cambona 4’ padronizadas com 10 cm, mantidas duas folhas pela metade (A), e vista geral da estaquia (B). Passo Fundo, RS, 2017



Fonte: Imagem do autor.

Tabela 1 - Propriedades físico-químicas da casca de arroz carbonizada utilizada na estaquia de genótipos de erva-mate ‘Cambona 4’

Substrato	D ¹	PT ²	EA ³	AFD ⁴	AT ⁵	pH ⁶	CTC ⁷
	(kg/m ³)		(m ³ /m ³)				mmol _c /kg
CAC ⁸	220	0,849	0,582	0,276	0,006	6,8	5,4

Fonte: Dados do autor.

¹D: densidade; ²PT: porosidade total; ³EA: espaço de aeração; ⁴AFD: água facilmente disponível; ⁵AT: água tamponante; ⁶pH: potencial hidrogeniônico; ⁷CTC: capacidade de troca de cátions; ⁸CAC: casca de arroz carbonizada.

3.4 Avaliações e análise estatística

Após 120 dias da estaquia foram determinadas as seguintes variáveis: porcentagem de retenção foliar, de sobrevivência, de enraizamento, de estacas enraizadas com calo e de estacas brotadas; comprimento médio das três maiores raízes, massa fresca e seca de raízes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável de comprimento médio das três maiores raízes foi utilizada uma régua simples para a realização da medição das mesmas. Na obtenção da massa fresca das raízes, as amostras foram pesadas em balança analítica, e em seguida colocadas em sacos de papel devidamente identificadas de acordo com o tratamento e acondicionadas em estufa a 50°C por 24 horas. Após esse período, foram pesadas novamente até a obtenção da massa seca constante.

Entre as variáveis porcentagem de retenção foliar, de sobrevivência, de enraizamento e de estacas enraizadas com calo foi determinado o coeficiente de correlação de Pearson.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final dos 120 dias de estaquia, realizada no verão/outono, os clones de ‘Cambona 4’ revelaram interação significativa para a taxa de retenção foliar e de sobrevivência entre os fatores tipos de estaca e clones (Tabela 2).

As estacas subapicais de quatro clones se destacaram pela maior retenção foliar (C8, C9, C11 e C13), entre 71,9% e 79,7%, considerados resultados satisfatórios para a erva-mate. Apenas os clones C7 e C10 não diferiram quanto à retenção foliar das estacas apicais e subapicais. A retenção média nas estacas apicais foi de 36,7%, não diferindo entre clones.

Tabela 2 - Porcentagem de retenção foliar e de sobrevivência de estacas apicais e subapicais de seis clones de erva-mate ‘Cambona 4’, após 120 dias da estaquia no verão/outono. Passo Fundo, RS, 2017

Clones	Retenção foliar (%)				Sobrevivência (%)			
	Apical		Subapical		Apical		Subapical	
C7	32,8	Aa	34,4	Ab	40,6	Aa	50,0	Ab
C8	26,6	Ba	75,0	Aa	37,5	Ba	84,4	Aa
C9	40,6	Ba	71,9	Aa	50,0	Ba	93,8	Aa
C10	40,6	Aa	40,6	Ab	50,0	Aa	56,3	Ab
C11	34,4	Ba	79,7	Aa	43,8	Ba	90,6	Aa
C13	45,3	Ba	78,1	Aa	59,4	Ba	87,5	Aa
Média	36,7		63,3		46,9		77,1	
C.V. (%)	25,03				23,88			

Fonte: Dados do autor.

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

A retenção foliar influenciou positivamente a porcentagem de sobrevivência, pois as estacas subapicais dos mesmos clones se destacaram quanto a esta variável, mantendo-se vivas entre 84,4% e 93,8% das estacas. Da mesma forma, não diferiram os clones entre

si quanto à sobrevivência das estacas apicais (média de 46,9%). A maior sobrevivência das estacas subapicais, exceto nos clones C7 e C10, que não diferiram das apicais, demonstram que, provavelmente, o grau de lignificação pouco maior atribuí às mesmas uma condição de maior tolerância às temperaturas mais elevadas (verão) no interior da estufa e menor desidratação, ainda que a estrutura disponha de irrigação por nebulização intermitente. Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005, p. 81) corroboram, afirmando que estacas coletadas durante a primavera/verão se encontram mais herbáceas e mais suscetíveis a sofrer com perdas de água em temperaturas elevadas.

Hettwer (2013) estudou os mesmos genótipos realizando a estaquia no verão, porém utilizando estacas apicais oriundas das plantas-matrizes originais, de origem seminal, sem e com o tratamento de 6.000 mg/L de AIB, trabalho que resultou nos clones deste estudo, mantendo a mesma identificação numérica, alterando apenas de “G” (genótipo) para “C” (clone). Com AIB, os resultados de retenção foliar foram semelhantes aos obtidos nas estacas apicais do presente trabalho, com exceção do genótipo G13, que se aproximou dos melhores valores obtidos para as estacas subapicais.

Já para a sobrevivência, foi constatada uma maior variação dos resultados, na comparação dos obtidos com a estaquia das plantas matrizes seminais (HETTWER, 2013) e clonadas. Os clones de C7 e C10 proporcionaram maior porcentagem de estacas vivas comparadas com estacas coletadas das matrizes seminais; C8 e C9 menor sobrevivência; e C11 e C13 se mostraram similares nos dois trabalhos. Em que pese a estaquia ter sido realizada em diferentes anos, a comparação dos resultados dos dois trabalhos demonstram a possibilidade de obter diferentes respostas ao coletar estacas de plantas seminais ou clonadas, e de idades ou grau de juvenilidade diferentes.

No outono/inverno, não foi verificado efeito de interação entre tipos de estaca e clones para as avaliações de retenção foliar e sobrevivência das estacas (Tabela 3). O clone C9 se destacou por apresentar a mais alta retenção foliar (94,6% das folhas), com 100% de sobrevivência, não diferindo do clone C11, com 89,1% de estacas vivas. Com relação aos demais clones foi verificado que a retenção foliar se manteve entre 46,1% e 60,9% (exceto C9), e a sobrevivência entre 70,3% e 76,6%, exceto para C9 e C11.

Tabela 3 - Porcentagem de retenção foliar e de sobrevivência de estacas apicais e subapicais de seis clones de erva-mate ‘Cambona 4’, após 120 dias da estaquia no outono/inverno. Passo Fundo, RS, 2017

Clones	Retenção Foliar (%)	Sobrevivência (%)
C7	60,2 b	73,4 b
C8	46,1 b	70,3 b
C9	94,5 a	100,0 a
C10	52,3 b	76,6 b
C11	60,9 b	89,1 a
C13	60,9 b	76,6 b
Tipo de estaca		
Apical	60,9 ^{ns}	81,3 ^{ns}
Subapical	64,1	80,7
Média	62,5	81,0
C.V. (%)	23,98	17,28

Fonte: Dados do autor.

Nota: Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - não significativo pelo teste F.

Diferentemente do verificado na estaquia de verão/outono, as estacas apicais e subapicais não diferiram quanto à porcentagem de retenção foliar e de sobrevivência, com médias para as respectivas variáveis de 62,5% e 81,0% (Tabela 2). As taxas de retenção foliar foram superiores às obtidas para as estacas apicais no verão, e próximas das observadas para as subapicais (Tabela 3), com destaque para C9, que superou todos os resultados encontrados. Da mesma forma, a sobrevivência das estacas no outono/inverno foi superior à obtida para as apicais no verão/outono. Comparando com as subapicais na estaquia de verão/outono, é possível afirmar que C9 e C11 apresentaram taxas similares, portanto, clones que se destacaram nas duas épocas estudadas. Por sua vez, houve melhora na sobrevivência para C7 e C10, entre 20,3% e 23,4%, mas pequena redução em C8 e C13, entre 11% e 14%.

As variações encontradas nos resultados de sobrevivência, um dos maiores desafios da propagação por estaquia da erva-mate, são verificadas também por outros autores, como Santos (2011), que estudou a propagação por estaquia na primavera/verão

e no outono/inverno de doze genótipos nativos de erva-mate e quatro de um erval comercial, sem e com a aplicação de 6.000 mg/L de AIB. Concluiu que a porcentagem de estacas vivas variou conforme o genótipo e o uso ou não de AIB. Sem AIB, a sobrevivência na primavera/verão variou de 29,7% a 80,2%, e de 10,5% a 90% no outono/inverno. Com AIB, variou de 36,7% a 65,1% na primavera/verão, e de 5,7% a 76,3% no outono/inverno.

Estudo realizado por Tres (2016), com trinta genótipos de erva-mate de um erval comercial de Mato Castelhano, RS, com a estaquia em janeiro, revelou taxas de sobrevivência muito satisfatórias, que embora tenham variado de 25,0% a 95,8%, apenas cinco genótipos apresentaram menos de 68,8% de estacas vivas. A retenção foliar também foi satisfatória, com onze dos trinta genótipos apresentando taxas de 76,0% a 88,5%.

Diferentemente do verificado no presente trabalho, Teixeira et al. (2017), estudando a combinação de substratos, com e sem a aplicação de AIB (3.0 mg/L) em estacas de erva-mate, verificaram após sessenta dias da estaquia realizada no outono/inverno, que houve drástica redução na sobrevivência das estacas, variando de 30% a 55% de estacas vivas. Após 180 dias, a sobrevivência não passou de 30%.

A mais alta retenção foliar e sobrevivências, de um modo geral alcançadas com a estaquia no outono/inverno, pode ser justificada por fatores combinados, como o maior grau de lignificação das estacas, a ocorrência de radiação solar menos intensa e temperaturas mais amenas que no verão. Oliveira et al. (2012) atribuem, ainda, à condição fisiológica da planta-matriz e dos ramos no momento da coleta, porque é durante esse período que as plantas começam a armazenar reservas no caule, sendo prontamente disponíveis para as estacas durante os períodos de maior crescimento, diminuindo, conseqüentemente, a mortalidade.

Na estaquia conduzida durante o verão/outono, a porcentagem de enraizamento foi maior em estacas subapicais de quatro clones (C8, C9, C11 e C13), entre 78,2% e 90,6% (Tabela 4), tratamentos que também se destacaram quanto à retenção foliar e à sobrevivência (Tabela 2). Os clones não diferiram quanto ao enraizamento das estacas

apicais, com média de 45,8%. Nos clones C7 e C10 as taxas de enraizamento das estacas subapicais foi menor, não diferindo daquelas obtidas nas apicais. Praticamente todas as estacas enraizadas apresentaram calo formado (Tabela 4), porém, dentre as estacas vivas não enraizadas, apenas em C9 houve formação de calo, em taxa reduzida (10,9%).

Tabela 4 - Porcentagem de estacas apicais e subapicais enraizadas e enraizadas com calo de seis clones de erva-mate ‘Cambona 4’, após 120 dias da estaquia no verão/outono. Passo Fundo, RS, 2017

Clones	Enraizamento (%)		Enraizadas com calo (%)	
	Apical	Subapical	Apical	Subapical
C7	40,6 Aa	50,0 Ab	31,3 Aa	46,9 Ab
C8	37,5 Ba	84,4 Aa	37,5 Ba	81,3 Aa
C9	43,8 Ba	78,2 Aa	43,8 Aa	65,6 Aa
C10	50,0 Aa	56,3 Ab	50,0 Aa	43,8 Ab
C11	43,8 Ba	90,6 Aa	40,6 Ba	87,5 Aa
C13	59,4 Ba	84,4 Aa	59,4 Ba	84,4 Aa
Média	45,8	74,0	43,8	68,2
C.V. (%)	25,50		29,70	

Fonte: Dados do autor.

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados de enraizamento obtidos com as estacas apicais são similares aos alcançados por Hettwer (2013) nos genótipos seminais de ‘Cambona 4’, realizada a estaquia em janeiro, apenas com estacas apicais, sem e com a aplicação de 6.000 mg/L de AIB, em solução hidroalcoólica. O trabalho concluiu que o uso do AIB aumentou o enraizamento para vários genótipos e, em nenhum caso, reduziu. Com AIB, as porcentagens de enraizamento dos 14 genótipos variaram entre 2,1% e 52,6%. Mais especificamente, ao considerar apenas o enraizamento das estacas oriundas das plantas matrizes que deram origem aos clones estudados, a variação foi de 25,0% a 52,6%. Vale destacar a diferença verificada entre os dois estudos em relação ao G9/C9, que sem AIB havia apresentado apenas 1,6% de enraizamento e 25% com AIB, e que na presente pesquisa revelou 43,8% de enraizamento em estacas apicais, e 78,2% em subapicais.

Assim, os dados obtidos evidenciam que, ao realizar a estaquia em janeiro (verão), prolongando-se até o outono, é possível obter respostas mais promissoras ao utilizar estacas subapicais, pouco mais lignificadas, mas ainda semilenhosas, tratadas com AIB em doses mais baixas, na forma de talco. Soma-se a essa combinação de fatores, a coleta de estacas de matrizes previamente clonadas, a partir de genótipos selecionados oriundos de multiplicação sexuada.

Contudo, em que pese a necessidade de definir protocolos de procedimento para a estaquia da erva-mate, outros trabalhos demonstram que a genética de cada planta interfere decisivamente na capacidade de enraizar. Brondani et al. (2009b), estudando a composição de substratos e o ambiente de enraizamento, constataram que clones de erva-mate apresentaram comportamentos diferenciados em relação aos percentuais de enraizamento, tratadas as estacas com 8.000 mg/L de AIB. Realizando a estaquia no verão, Tres (2016) obteve taxas entre 2,1% e 85,4% de enraizamento, avaliando estacas apicais coletadas de 30 genótipos selecionados em um erval comercial implantado com mudas obtidas a partir de sementes, com 8.000 mg/L de AIB.

Na estaquia de outono/inverno, a porcentagem de enraizamento não diferiu entre os dois tipos de estacas e foi maior nos clones C7, C10, C11 e C13 (Tabela 5), entre 59,4% e 75,0%. Praticamente todas as estacas enraizadas apresentavam a formação de calo, como também observado na estaquia de verão.

Estabelecendo uma comparação com a estaquia de verão/outono, verifica-se que passaram a se destacar os clones C7 e C10 entre os de melhor enraizamento, enquanto G8 e C9 revelaram taxas inferiores, permanecendo em destaque os clones C11 e C13. Esse resultado demonstra uma variação de comportamento entre clones em função da época de estaquia. Já a diferença não observada entre o enraizamento de estacas apicais e subapicais se justifica, possivelmente, pelo grau mais similar no outono das características fisiológicas e morfológicas dos dois segmentos do ramo, como grau de lignificação (juvenilidade), acúmulo de reservas, e concentração de auxinas e cofatores.

Tabela 5 - Porcentagem de estacas apicais e subapicais enraizadas, enraizadas com calo e não enraizadas com calo de seis clones de erva-mate ‘Cambona 4’, após 120 dias da estaquia no outono/inverno. Passo Fundo, RS, 2017

Clones	Enraizamento (%)	Enraizadas com calo (%)	Não enraizadas com calo (%)
C7	59,4 a	59,4 ^{ns}	14,1 b
C8	51,6 b	48,4	18,8 b
C9	42,2 b	42,2	56,3 a
C10	60,9 a	59,4	15,6 b
C11	68,8 a	65,6	20,3 b
C13	75,0 a	73,4	1,6 b
Tipo de estaca			
Apical	58,9 ^{ns}	57,3 ^{ns}	21,9 ^{ns}
Subapical	60,4	58,9	20,3
Média	59,6	58,1	21,1
C.V. (%)	32,37	34,48	76,98

Fonte: Dados do autor.

Nota: Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - não significativo pelo teste F.

As menores taxas de enraizamento, quando comparadas às estacas subapicais na estaquia de verão/outono, podem ser atribuídas à vários fatores. Inicialmente, pode ser explicado pelo fato de que no período verão as plantas se encontram com o metabolismo mais acelerado, o que lhes confere condições fisiológicas favoráveis para o crescimento e desenvolvimento, conforme também corrobora Nery, Zuffellato-Ribas e Koehler (2014). Além disso, possivelmente o ritmo de indução e desenvolvimento radicial no período que compreende o outono e parte do inverno é mais lento, em decorrência das mais baixas temperaturas do leito de enraizamento (baixa temperatura do ar e da água de irrigação).

Assim, considerando que no último mês de estaquia (julho) já havia uma estabilidade na taxa de sobrevivência (média de 81,0%) (Tabela 3), talvez a permanência das estacas para além dos 120 dias permitisse obter melhores resultados, aproveitando o período de elevação da temperatura nos meses de agosto e setembro.

Esta hipótese é reafirmada ao analisar as porcentagens de estacas vivas não enraizadas, mas com presença de calo (Tabela 5), constatadas na estaquia de outono/inverno. Com destaque para C9 (56,3%), nos demais clones variaram de 1,6% a 20,3%. Na estaquia de verão/outono praticamente não foram obtidas estacas nesta condição, exceto também para C9, mas em taxas mais baixas (10,9%). A Figura 4 ilustra o enraizamento e a formação de calo em estacas do clone C9.

Embora a formação de raízes adventícias e de calo sejam processos independentes, oriundos do processo de divisão celular, e dependentes de condições ambientais e internas das estacas, a indução de ambos pode ou não ocorrer ao mesmo tempo, sendo que, em algumas espécies, a formação de calo é um precursor da formação de raízes adventícias, enquanto em outras o excesso de calo pode impedir o enraizamento (HARTMANN et al., 2002, p. 286). Segundo Nery, Zuffellato-Ribas e Koehler (2014), a formação de calo em estacas está ligado diretamente ao teor de auxina endógena disponível na estaca. Conforme Quadros (2009), o enraizamento da erva-mate é afetado positiva ou negativamente pela presença de calo, das folhas primárias e pela emissão de brotos, dependendo da origem do material e do grau de rejuvenescimento da estaca. Fonseca (2017), na estaquia de verão da ‘Cambona 4’ em diferentes substratos, verificou que acima de 84,5% das estacas enraizadas apresentavam calo.

Stuepp et al. (2015), estudando a estaquia de brotações provenientes de decepa de árvores de mais de oitenta anos coletadas no inverno/2006 e verão/2007, verificaram que a estaquia realizada no inverno apresentou menores taxas de enraizamento e maiores taxas na indução de calos. Steupp et al. (2017b), testando métodos de resgate e idades cronológicas de plantas-matrizes no enraizamento de brotações epicórmicas de *Ilex paraguariensis*, constataram que estacas provenientes de brotações epicórmicas de matrizes com 17 anos apresentam maior aptidão ao enraizamento adventício em estaquia realizada no inverno (88,7%). Os autores ainda ressaltam que os resultados encontrados para as matrizes mais velhas (80 anos) também são satisfatórios (47,5% a 57,1% de enraizamento), considerando que a espécie é considerada de difícil enraizamento.

Figura 4 – Estacas subapicais do clone C9 de ‘Cambona 4’ enraizadas e com apenas calo na estaquia de verão/outono (A) e outono/inverno (B). Passo Fundo, RS, 2017



Fonte: Imagens do autor.

Em outro trabalho, Stuepp et al. (2017a) estudaram o enraizamento de estacas de erva-mate coletadas em plantas com 12 anos e mais de 80 anos. Concluíram que a maior formação de calo observada na estaquia de outono, em estacas provenientes de plantas com mais de 80 anos, é um indicativo da maior maturação do material. Além disso, o outono foi uma das estações que apresentou as maiores porcentagens de enraizamento das plantas mais novas. Os resultados, segundo os autores, sustentam a hipótese de que a formação de calos prejudica o enraizamento de estacas de erva-mate, indicando que a rizogênese é direta, sem a dependência da formação anterior de calo.

As primeiras três a quatro semanas são consideradas as mais críticas para definir a retenção foliar e sobrevivência das estacas (SANTOS, 2011; HETTWER, 2013; TRES, 2016). Portanto, a realização da estaquia no outono/inverno, embora possa não ser, a princípio, a época mais apropriada para induzir enraizamento, em virtude da menor atividade cambial, pode ser considerada uma boa estratégia para reduzir a mortalidade de estacas nas primeiras semanas de estaquia, chegando ao final do inverno e início da primavera melhor aclimatizadas, para iniciar ou acelerar o processo de enraizamento.

Santos (2011), em estaquia de plantas nativas de erva-mate realizada no outono/inverno, sem e com 6.000 mg/L de AIB em solução hidroalcoólica, obteve resultados de modo geral inferiores aos do presente trabalho. Sem o uso do AIB o enraizamento se manteve entre 5,7% e 24,5%, e com a aplicação entre 5,7% e 63,7%. Para Bittencourt (2009), a primavera e o outono foram as melhores épocas para o enraizamento de estacas de erva-mate, sendo que, com a aplicação de 4.500 mg/L de AIB no outono, o enraizamento foi de 87,5%.

Teixeira et al. (2017), testando doses de AIB (sem, 1,0, 3,0 e 5,0 mg/L) na estaquia de erva-mate realizada no outono/inverno, verificaram aos 180 dias que estacas tratadas com 5,0 mg/L tiveram 93% de enraizamento, seguido do tratamento sem a aplicação do fitorregulador, com 90% de enraizamento. Os autores ressaltam que a utilização do substrato casca de pinus + calcário + vermiculita (1:1:1) favoreceam o enraizamento.

Esses resultados evidenciam, mais uma vez, que a combinação de procedimentos, como a época de estaquia, a aplicação do AIB em menor concentração e na forma de talco, e a utilização de plantas matrizes clonais possam favorecer a obtenção de melhores resultados.

Outros trabalhos revelam que, para cada espécie vegetal, é necessário definir o melhor protocolo de estaquia, envolvendo época e tipo de estaca. Pivetta et al. (2012), estudando a estaquia de espiroleira (*Nerium oleander* L.), obtiveram melhor enraizamento no verão, em relação ao inverno, afirmando que a associação do período do verão, de intenso de crescimento vegetativo da planta matriz, tende a facilitar o desenvolvimento de raízes adventícias em espécies de difícil enraizamento. Da Rosa (2014), estudando a estaquia de porta-enxertos de *Prunus* spp., constatou que a cultivar Mirabolano 29-C apresentou satisfatório enraizamento tanto de estacas herbáceas como semilenhosas, oriundas da porção apical do ramo. Por sua vez, Costa et al. (2015) verificaram maior enraizamento em estacas lenhosas de *Bougainvillea spectabilis* Willd., quando comparadas com estacas herbáceas e semilenhosas.

Determinado o coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis porcentagem de retenção foliar, de sobrevivência, de enraizamento e de estacas apresentando formação de calo, foi possível confirmar, nas duas épocas de estaquia (Tabela 6), que os clones que mantiveram mais folhas asseguraram maior sobrevivência, e que formação de calo e de raízes apresenta alta correlação.

Não houve correlação significativa do enraizamento com as taxas de retenção foliar ou de sobrevivência, contrariamente ao verificado nos trabalhos com erva-mate de Tres (2016) e Fonseca (2017). Tarrago et al. (2005) também verificaram a existência dessa correlação ($R^2 = 0,72$), fato atribuído ao suprimento proporcionado pelas folhas de auxina e nutrientes.

A relação positiva entre a capacidade de retenção de folhas e a sobrevivência das estacas deve ser destacada, afinal as folhas garantem um bom suprimento de fotoassimilados, como carboidratos, e são fontes de cofatores e auxinas, conforme

também afirmam vários autores (IRITANI; SOARES, 1981, PACHECO; FRANCO, 2008, HARTMANN et al., 2002, p. 293-294).

Tabela 6 - Coeficiente de correlação de Pearson (R^2) entre porcentagem de sobrevivência, de retenção foliar, de enraizamento e de estacas enraizadas com calo de seis clones de erva-mate ‘Cambona 4’, após 120 dias de estaquia no verão/outono e no outono/inverno. Passo Fundo, RS, 2017

Estaquia no verão/outono (R^2)			
Variáveis	Sobrevivência	Enraizamento	Enraizadas com calo
Retenção foliar	0,99**	-0,21	-0,09
Sobrevivência		-0,24	-0,13
Enraizamento			0,98**
Estaquia no outono/inverno (R^2)			
Retenção foliar	0,78**	0,08	0,17
Sobrevivência		0,29	0,32
Enraizamento			0,98**

Fonte: Dados do autor.

Nota: ** Significativo pelo teste t ($p \leq 0,01$).

A importância da presença de folhas na estaquia da erva-mate foi constatada por Tavares, Pichet e Maschio (1992), ao obter 50% de enraizamento com um par de folhas pela metade e enraizamento nulo na ausência de folhas. Quadros (2009) destaca que a presença de folhas foi fundamental para a sobrevivência e o enraizamento. Para Lima et al. (2011), a queda das folhas pode propiciar um déficit de carboidratos, em consequência da insuficiência de reservas armazenadas ou falta de tempo hábil para o transporte e efeito sobre o enraizamento.

Resultados positivos da presença das folhas nas estacas foram constatados em outras espécies por vários autores, como Garbuio et al. (2007), na estaquia de patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.); Fochesato et al. (2006) em louro (*Laurus nobilis* L.); Cunha; Wendling; Souza Júnior (2008), na corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.); Nienow et al. (2010), em quaresmeira (*Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.); Yamamoto et al. (2010), em goiabeira (*Psidium guajava* L.); Vignolo et al. (2014), em amoreira-preta; e Penso et al. (2016), na estaquia de oliveira ‘Koroneiki’.

Na estaquia de verão/outono, a porcentagem de estacas brotadas foi maior nas estacas subapicais, com destaque para os clones C7, C10 e C13, com taxas entre 25,0% e 40,6% (Tabela 7). No outono/inverno, possivelmente pelas condições térmicas mais amenas no interior da estufa, e menor atividade fisiológica das matrizes no campo, a brotação foi ainda menor ou nula (média de 5,0%), não diferindo os clones e tipos de estacas entre si. Resultados semelhantes foram verificados na estaquia das matrizes que deram origem aos clones deste estudo, realizada na primavera/verão por Hettwer (2013), obtendo baixa e desuniforme brotação, entre 18,7% e 41,6% sem o fitorregulador, e entre 10,4% e 43,7% com AIB. Taxas de brotação muito baixas ou nulas em erva-mate também foram obtidas por Santos (2011).

Tabela 7 - Porcentagem de estacas apicais e subapicais brotadas de seis clones de erva-mate ‘Cambona 4’, após a estaquia por 120 dias no verão/outono e no outono/inverno. Passo Fundo, RS, 2017

Clones	Estacas brotadas no verão/outono (%)	Estacas brotadas no outono/inverno (%)
C7	40,6 a	0,0 ^{ns}
C8	13,9 b	9,4
C9	4,7 b	4,7
C10	29,7 a	0,0
C11	14,1 b	1,6
C13	25,0 a	14,1
Tipo de estaca		
Apical	12,0 b	5,7 ^{ns}
Subapical	29,7 a	4,2
Média	20,8	5,0
C.V. (%)	69,54	319,72

Fonte: Dados do autor.

Nota: Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} não significativo pelo teste F.

O comprimento médio das três maiores raízes, bem como a massa fresca e seca das raízes não diferiram entre clones e tipos de estaca, na estaquia de verão/outono, com as maiores raízes apresentando 8,7 cm, em média, e massa fresca e seca por estaca de 0,80 g e 0,11 g, respectivamente (Tabela 8).

Os resultados obtidos foram superiores aos verificados por Hettwer (2013) na estaquia dos genótipos seminais de ‘Cambona 4’, concluindo, também, que o uso de 6.000mg/L de AIB incrementou em até 60% o comprimento da maior raiz. Tres (2016) obteve raízes com comprimento médio de até 7,9 cm em estacas tratadas com 8.000 mg/L de AIB, similares ao do presente estudo.

Tabela 8 - Comprimento médio das três maiores raízes, massa fresca e seca de raízes de estacas apicais e subapicais de seis clones de erva-mate ‘Cambona 4’, após 120 dias da estaquia no verão/outono. Passo Fundo, RS, 2017

Clones	Comprimento das três maiores raízes (cm)	Massa fresca de raízes (g)	Massa seca de raízes (g)
C7	7,6 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,11 ^{ns}
C8	8,9	0,88	0,12
C9	9,7	0,75	0,10
C10	8,0	0,80	0,11
C11	9,0	0,91	0,13
C13	9,1	0,68	0,09
Tipo de estaca			
Apical	8,9 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Subapical	8,6	0,80	0,11
Média	8,7	0,80	0,11
C.V. (%)	11,07	27,85	30,42

Fonte: Dados do autor.

Nota: ^{ns} não significativo pelo teste F.

Ao realizar a estaquia no outono/inverno, também não foram constatadas diferenças significativas entre clones e tipos de estaca (Tabela 9), com as três maiores raízes apresentando comprimento médio de 3,0 cm, massa fresca de 0,87 g e massa seca de 0,017 g por estaca, valores bem inferiores aos obtidos na estaquia de verão/outono.

Brondani et al. (2008) destacam que, para a produção de mudas de erva-mate, a qualidade e o vigor do sistema radicial é essencial para o crescimento no campo. Portanto, para a estaquia no outono/inverno, considerando a satisfatória retenção foliar e sobrevivência das estacas, seria possível apostar de que a técnica pode ser viável, desde

que prolongado o tempo de estaquia para os meses de elevação da temperatura no sul do Brasil, para que ocorra de forma eficaz a formação das raízes adventícias. Outra vantagem da estaquia no outono/inverno seria a possibilidade de utilizar com maior sobrevivência tanto estacas apicais como subapicais, aumentando o rendimento de estacas por planta matriz.

Tabela 9 - Comprimento médio das três maiores raízes, massa fresca e seca de raízes de estacas apicais e subapicais de seis clones de erva-mate ‘Cambona 4’, após 120 dias da estaquia no outono/inverno. Passo Fundo, RS, 2017

Clones	Comprimento das três maiores raízes (cm)	Massa fresca das raízes (g)	Massa seca das raízes (g)
C7	3,5 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,016 ^{ns}
C8	3,4	0,93	0,023
C9	1,8	0,67	0,011
C10	2,8	0,58	0,011
C11	3,3	1,03	0,016
C13	3,5	1,26	0,025
Tipo de estaca			
Apical	2,9 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,016 ^{ns}
Subapical	3,2	0,93	0,018
MÉDIA	3,1	0,87	0,017
C.V. (%)	42,27	71,41	69,57

Fonte: Dados do autor.

Nota: ^{ns} não significativo pelo teste F.

5 CONCLUSÕES

a) A retenção das folhas durante a estaquia influencia positivamente a sobrevivência das estacas.

b) Realizada a estaquia em janeiro (verão/outono), apresentam maior sobrevivência e enraizamento as estacas subapicais, enquanto que com a estaquia em abril (outono/inverno) não difere a utilização de estacas apicais ou subapicais.

c) O potencial de enraizamento de cada clone pode ser influenciado pela época de estaquia, mas para a maioria dos clones as porcentagens de enraizamento obtidas com a estaquia no verão/outono são superiores.

d) Os clones C11 e C13 apresentam maior enraizamento nas duas épocas estudadas, com destaque, também, para C8 e C9 no verão/outono, e para C7 e C10 no outono/inverno.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A propagação vegetativa por estaquia de plantas matrizes clonais de erva-mate ‘Cambona 4’ se apresenta como uma técnica viável na obtenção de mudas. No presente trabalho ficou evidente que a utilização de plantas matrizes clonais, combinando a melhor época de estaquia para cada clone e tipo de estaca, tratadas com AIB na forma de talco, em menor concentração que o usual em outras pesquisas, podem oportunizar melhores resultados na propagação da erva-mate ‘Cambona 4’.

Embora maiores taxas de enraizamento tenham sido obtidas com a estaquia em janeiro, e condução durante o período de verão/outono (120 dias), a estaquia em abril pode se constituir em uma boa estratégia, desde que o período de manutenção das estacas no leito de enraizamento seja estendido até os meses mais quentes de final do inverno e início da primavera. Desse modo, o maior grau de lignificação das estacas, a radiação solar menos intensa e as temperaturas mais amenas de outono garantiriam, inicialmente, satisfatória retenção foliar e sobrevivência no período crítico pós estaquia, que se estende até em torno de um mês. Posteriormente, com as temperaturas em elevação em agosto/setembro, mais favoráveis à atividade cambial, os resultados na formação de raízes adventícias poderiam ser muito promissores.

Além disso, a pesquisa demonstrou que não há distinção entre o potencial de sobrevivência e de enraizamento entre estacas apicais e subapicais na estaquia de outono/inverno, garantindo maior quantidade de material a ser propagado por planta matriz. Portanto, outros estudos devem ser conduzidos para confirmar esta hipótese.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, A. G. **Avaliação do potencial a regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração**. 2012. 171f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2012.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2004.
- ALMEIDA, A. N.; BITTENCOURT, A. M.; SANTOS, A. J. dos; EISFELD, C. L.; SOUZA, V. S. Production and price evolution of the main extractive non timber forest products in Brazil. **Cerne**, v. 15, n. 3, p. 282-287, 2009.
- ANTUNES, L. E. C.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. de A. Propagação de cultivares de amoreira-preta (*Rubus* spp.) através de estacas lenhosas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 195-199, 2000.
- BITENCOURT, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 3, p. 277-281, 2009.
- BORGES JÚNIOR, N.; MARTINS-CORDER, M. P.; SOBROSA, R. C.; SANTOS, E. M. Rebrotas de cepas de árvores adultas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 611-615, 2004.
- BRANDT, M.; SILVA, N. S. A coleta da erva-mate pela população cabocla do vale do rio do peixe e oeste de Santa Catarina: apropriação privada da terra e rupturas (décadas de 1900 a 1940). **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 3, p. 459-469, 2014.
- BRONDANI, G. E.; ARAUJO, de A. M.; WENDLING, I.; KRATZ, D. Enraizamento de miniestacas de erva-mate sob diferentes ambientes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 57, p. 29-38, 2008.
- BRONDANI, G. E.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. G.; WENDLING, I.; HORNIG, L. Estabelecimento, multiplicação e alongamento *in vitro* de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Árvore**, v. 23 n. 1, p. 11-19, 2009a.

- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; ARAÚJO, M. A. de; SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; ROVEDA, L. Composição de substratos e ambientes de enraizamento na estaquia de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 41-49, 2009b.
- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; ROVEDA, L. F.; ORRUTÉA, A. G. Ambiente de enraizamento e substratos na miniestaquia de erva-mate. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 3, p. 257-267, 2007.
- CARELLI, G.; MACEDO, S. M. D.; VALDUGA, A. T.; CORAZZA, M. L.; OLIVEIRA, J. V.; FRANCESCHI, E.; VIDAL, R.; JASKULSKI, M. R. Avaliação preliminar da atividade antimicrobiana do extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. - Hil.) obtido por extração com CO₂ supercrítico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 1, p. 110-115, 2011.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.
- COELHO, G. C.; MARIATH, J. E. de A.; SCHENKEL, E. P. Populational diversity on leaf morphology of mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 45, p. 47-51, 2002.
- COLUSSI, J. ; PRESTES, N. P. Frugivoria realizada por aves em *Myrciaria trunciflora* (Mart) O. Berg. (Myrtaceae), *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) e *Ilex paraguariensis* St. Hil. no norte do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 19, n. 1, p. 48-55, 2011.
- CORRÊA, G.; VILICAHUAMAN, L. J. M.; MELO, I. B. de; BAGGIO, A. J.; FELIZARI, S. R.; RUFFATO, A. **Sistema agroflorestal de erva-mate com a progênie bi-parental Cambona 4**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 20p. (Circular Técnica, 1).
- CORRÊA, G.; FONSECA, T. M. da; MELO, I. B. de; GRISON, A.; RUFFATO, A.; MEDRADO, M. J. S.; CANSIAN, R. L.; VILICAHUAMAN, L. J. M.; FELIZARI, S. R. **Cambona 4: desenvolvimento de uma progênie biclonal de erva-mate em Machadinho, RS**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 30p. (Documentos. Embrapa Florestas, 224).
- COSTA, E. M.; LOSS, A.; PEREIRA, H. P. N.; ALMEIDA, J. F. Rooting stem cuttings of *Bougainvillea spectabilis* Willd. using indolbutyric acid. **Acta Agronomica**, v. 64, n. 3, p. 221-226, 2015.
- COSTA, P. A.; LIMA, A. L. S.; ZANELLA, F.; DE FREITAS, H. Quebra de dormência em sementes de *Adenantha pavonina* L. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 1, p. 83-88, 2010.

CUNHA, A. C. M. C. M. da; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de cortiçeira-do-mato. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 85-92, 2008.

CUQUEL, F. L.; CARVALHO, M. L. M. de.; CHAMMA, H. M. C. P. Avaliação de métodos de estratificação para a quebra de dormência de sementes de erva-mate. **Scientia Agricola**, v. 51, n. 3, p. 415-421, 1994.

DA CROCE, D. M.; FLOSS, P. A. **Cultura da erva-mate no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1999. (Boletim técnico, 100).

DA ROSA, G. G. **Propagação por estaquia de porta-enxertos de pessegueiro e ameixeira**. 91f. 2014. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal), Universidade de Pelotas, Pelotas, 2014.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWIID, C.; VAN, W. K. G. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon Press, 1994.

EMBRAPA. **Sistemas de produção: Cultivo da Erva-Mate**. 2 ed. Versão Eletrônica, Brasília: Embrapa, 2014. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo>>. Acesso em: 18 maio 2016.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

FILIP, R.; LOPEZ, P.; GIBERTI, G.; COUSSIO, J.; FERRARO, G. Phenolic compounds in seven South American *Ilex* species. **Fitoterapia**, v. 72, n. 7, p. 774-778, 2001.

FOCHESATO, M. L.; MARTINS, F. T.; SOUZA, P. V. D.; SCHWARZ, S. F.; BARROS, I. B. I. Propagação de louro (*Laurus nobilis* L.) por estacas semilenhosas com diferentes quantidades de folhas e tratadas com ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 3, p. 72-77, 2006.

FONSECA, D. **Propagação clonal de genótipos superiores de erva-mate cv. Cambona 4 em diferentes substratos**. 2017. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

FOWLER, J. A. P.; STURION, J. A. **Aspectos da formação do fruto e da semente na germinação de erva-mate**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 5 p. (Comunicado Técnico, 45).

GARBUIO, C.; BIASI, L. A.; KOWALSKI, A. P. de J.; SIGNOR, D.; MACHADO, E. M.; DESCHAMPS, C. Propagação por estaquia em patchouli com diferentes números de folhas e tipos de estacas. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 4, p. 435-438, 2007.

- GERHARDT, M. **História ambiental da erva-mate**. 2013. 290f. Tese (Doutorado em História). Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- GONÇALVES, A. L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 3, p. 353-358, 2005.
- GOTTLIEB, A. M.; GIBERTI, G. C.; POGGIO, L. Molecular analyses of the genus *Ilex* (Aquifoliaceae) in southern South America, evidence from AFLP and ITS sequence data. **American Journal of Botany**, v. 92, n. 2, p. 352-69, 2005.
- GOULART, P. B.; XAVIER, A. Efeito do tempo de armazenamento de miniestacas no enraizamento de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 671-677, 2008.
- GRAÇA, M. E. C.; COOPER, M. A.; TAVARES, F. R.; CARPANEZZI, A. A. **Estaquia de erva-mate**. Curitiba: Embrapa Florestas, 1988. (Circular Técnica, 18).
- GROPPO, M.; PIRANI, J. R. Aquifoliaceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULETTI, A. M. (coord.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. v. 2. São Paulo: HUCITEC, 2002.
- GROPPO, M.; PIRANI, J. R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Aquifoliaceae. **Boletim Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 23, n. 2, p. 257-265, 2005.
- GROSSI, F.; DUTRA, L. F.; WENDLING, I. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidopônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; JUNIOR DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th. ed. New Jersey: Englewood Clippings, 2002.
- HETTWER, V. F. J. M. **Variabilidade fenotípica e potencial de enraizamento por estaquia de genótipos de erva-mate Cambona 4**. 2013. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2013.
- HORBACH, M. A. **Propagação in vitro e ex vitro de erva mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire – Aquifoliaceae)**. 2008. 52f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura** – ano de 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 dez. 2017.
- INOUE, M. T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas nativas da Floresta Ombrofila Mista. **Floresta**, v. 37, n. 1, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>. Acesso em: 11 maio 2016.

IRITANI, C.; SOARES, R. V. Ação de reguladores de crescimento em estacas de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire. **Revista Floresta**, v. 12, n. 2, p. 59-67, 1981.

KOEHLER, H. S.; BITENCOURT, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.Hill.) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s. v. 11, n. 3, p. 277-281, 2009.

KRICUM, D. P. Propagación vegetativa de plantas adultas de yerba mate. In: WINGE, H.; FERREIRA, G. A.; MARIATH, J. E. A.; TARASCONI, L. C. (Org). **Erva-mate: biologia e cultura do Cone Sul**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1995. p. 23-26.

LEITZKE, L. N.; DAMIANI, C. R.; SCHUCH, M. W. Meio de cultura, concentração de AIB e tempo de cultivo no enraizamento *in vitro* de amoreira-preta e framboeseira. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 582-587, 2009.

LIMA, D. M.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BONA, C.; MAYER, J. L. S. Capacidade de enraizamento de estacas de *Maytenus muelleri* Schwacke com a aplicação de ácido indol butírico relacionada aos aspectos anatômicos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 13, n. 4, p. 422-438, 2011.

LIRA JÚNIOR, J. S.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F.; **Pitangueira**. Recife: Linceu, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002.

LOSS, A.; TEIXEIRA, M. B.; SANTOS, T. J.; GOMES, V. M.; QUEIROZ, L. H. Indução do enraizamento em estacas de *Malvaviscus arboreus* Cav. com diferentes concentrações de ácido indol-butírico (AIB). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 2, p. 269-273, 2009.

MACHADO, L.; BAGGIO, J. A.; CORREA, G.; MELO, I. B.; BOTELHO, M. **O saber do local e o SAF erva-mate com a progênie bi-parental *Cambona 4* como estratégia dp desenvolvimento sustentável na agricultura familiar**. 2011.

MANEN, J. F.; BOULTER, M. C.; NACIRI-GRAVEN, Y. The complex history of the genus *Ilex* L. (Aquifoliaceae): evidence from the comparison of plastid and nuclear DNA sequences and from fossil data. **Plant Systematics and Evolution**, v. 235, n. 1/4, p. 79-98, 2002.

- MEINHART, A. D.; BIZZOTTO, C. S.; BALLUS, C. A.; RYBKA, A. C. P.; SOBRINHO, M. R.; CERRO-QUINTANA, R. S.; TEIXEIRA-FILHO, J.; GODOY, H. R. Methylxanthines and phenolics content extracted during the consumption of mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) Beverages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 2188-2193, 2010.
- MIRANDA, C. S.; CHALFUN, N. N. J.; HOFFMANN, A.; DUTRA, L. F.; COELHO, G. V. A. Enxertia recíproca e AIB como fatores indutores do enraizamento de estacas lenhosas dos porta-enxertos de pessegueiro 'okinawa' e umezeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p.778-784, 2004.
- NERY, F. da S. G.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de *Psychotria nuda* (Cham. & Schltdl.) Wawra (Rubiaceae) nas quatro estações do ano. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 243-250, 2014.
- NIENOW, A. A.; CHURA, G.; PETRY, C.; COSTA, C. Enraizamento de estacas de quaresmeira em duas épocas e concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 16, n. 1, p. 139-142, 2010.
- OLIVEIRA, A. F. de; PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. de A.; RINCÓN, C. D. R. Enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira sob efeito de diferentes épocas, substratos e concentrações de ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 117-125, 2003.
- OLIVEIRA, de V. S.; WAQUIL, P. D. Dinâmica de produção e comercialização da erva-mate no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 750-756, 2014.
- OLIVEIRA, R. J. P.; BIANCHI, V. J.; AIRES, R. F.; CAMPOS, A. D. Teores de carboidratos em estacas lenhosas de mirtilheiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 1199-1207, 2012.
- ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996.
- PACHECO, J. P.; FRANCO, E. T. H. Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1900-1906, 2008.
- PAIVA, H. N. de; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: UFV, 2005. 46p. (Caderno Didático, 83).
- PENSO, G. A.; SACHET, M.R.; MARO, L. A. C.; PATTO, L. S.; CITADIN, I. Propagação de oliveira 'Koroneiki' pelo método de estaquia em diferentes épocas, concentrações de AIB e presença de folhas. **Revista Ceres**, v. 63, n. 3, p. 355-360, 2016.

PIVETTA, K. F. L.; PEDRINHO, D. R.; FÁVERO, S.; BATISTA, G. S.; MAZZINI, R. B. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espiroleira (*Nerium oleander* L.). **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 17-23, 2012.

PRECI, D.; CICHOSKI, A. J.; VALDUGA, A. T.; OLIVEIRA, D.; VALDUGA, E.; TREICHEL, H.; TONIAZZO, G.; CANSIAN, R. L. L. Desenvolvimento de iogurte light com extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) e adição de probióticos. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 1, p. 27-38, 2011.

QUADROS, K. M. **Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire – Aquifoliaceae)**. 2009. 58f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; RUFINI, J. C. M. **Produção de mudas de plantas frutíferas por semente**. Informe Agropecuário, v. 23, p. 64-72, 2002.

RAMOS, J. D.; MATOS, L. E. S.; GONTIJO, T. C. A.; PIO, R.; JUNQUEIRA, K. P.; SANTOS, F. C. Enraizamento de estacas herbáceas de ‘Mirabolano’ (*Prunus cerasifera* Ehrh) em diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 189-191, 2003.

ROWE, D. B.; BLAZICH, F. A.; RAPER, C. D. Nitrogen nutrition of hedged stock plants of loblolly pine: 1 – tissue nitrogen concentrations and carbohydrate status. **New Forest**, v. 24, n. 1, p. 39-51, 2002.

REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. de O.; LIMA, U. C. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 4, p. 931-938, 2000.

RIL, F. T.; LOCH, C. R.; VALDUGA, A. T.; MACEDO, S. M. D.; CICHOSKI, A. J. Biochemical profile of rats fed yogurt containing extract of yerba-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 4, p. 332-337, 2011.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 7.439, de 8 de dezembro de 1980. **Institui a Erva-Mate "*Ilex Paraguariensis*" como a Árvore Símbolo do Rio Grande do Sul**. Palácio Piratini, Porto Alegre, 8 de dezembro de 1980

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4. ed. Califórnia: Wadsworth, 1992.

SANSBERRO, P.; REY, H.; BERNARDIS, A.; LUNA, C.; COLLAVINO, M.; MROGINSKI, L. Plant regeneration of *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae) by in vitro culture of nodal segments. **Biocell**, v. 24, n. 1, p. 53-63, 2000.

SANTOS, S. R. F. **Multiplicação de genótipos de erva-mate pelo processo de estaquia**. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2011.

STENVALL, N.; PIISILÄ, M.; PULKKINEN, P. Seasonal fluctuation of root carbohydrates in hybrid aspen clones and its relationship to the sprouting efficiency of root cuttings. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 39, n. 8, p. 1531-1537, 2009.

STUEPP, C. A.; BITENCOURT, J. de; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Propagação de erva-mate utilizando brotações de anelamento e decepa em matrizes de duas idades. **Cerne**, v. 21, n. 4, p. 519-525, 2015.

STUEPP, C. A.; BITENCOURT, J. de; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Age of stock plants, seasons and IBA effect on vegetative propagation of *Ilex paraguariensis*. **Revista Árvore**, v. 41, n. 2, 2017a.

STUEPP, C. A.; BITENCOURT, J. de; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Métodos de resgate e idades cronológicas de plantas-matrizes no enraizamento de brotações epicórmicas de *Ilex paraguariensis*. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1409-1413, 2017b.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. de. **Melhoramento genético da erva-mate**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010.

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

TARRAGÓ, J.; SANSBERRO, P.; FILIP, R.; LÓPEZ, P.; GONZÁLEZ, A.; LUNA, C.; MROGINSKI, L. Effect of leaf retention and flavonoids on rooting of *Ilex paraguariensis* cuttings. **Scientia Horticulturae**, v. 103, p. 479-488, 2005.

TAVARES, F. R.; PICHET, J. A.; MASCHIO, L. M. A. Alguns fatores relacionados com a estaquia da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992. p. 626-640.

TEIXEIRA, M.; FILTER, M.; PÉRICO, E.; FREITAS, E. M. de; SPERORRO, R. A. Efficiency of indolebutyric acid and different substrates in yerba mate cuttings. **Iheringia**, Série Botânica, v. 72, n. 3, p. 388-393, 2017.

TRES, L. **Caracterização fenotípica e potencial de enraizamento por estaquia de um germoplasma de erva-mate de origem seminal**. 2016. 109f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.

UNIDER STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE. Disponível em: <<http://www.uspto.gov/>>. Acesso em: 11 maio 2016.

VERDONCK, O.; VLEESCHAUWER, D.; DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, v. 126, p. 251-258, 1981.

VIEIRA, T. **Viabilidade econômica da cultura de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. –Hil.) em áreas de reserva legal no paraná. 2012. 135f. Disserta o (Mestrado em Engenharia Ambiental). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.**

VIGNOLO, G. K.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C. Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3, p. 467-472, 2014.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: Ed UFV, 2009.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. DE S.; SORACE, M.; RACHID, B. F. R.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M. DE; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. ‘Século XXI’ tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e  lcool. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1037-1042, 2010.

WENDLING, I. **Propaga o vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire): estado da arte e tendências futuras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. (Documentos, n. 91)

WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropaga o**. 2002. 105f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. Produ o de mudas de erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propaga o e nutri o de erva-mate**. Brasília: Embrapa, 2015.

WENDLING, I.; BRONDANI, G. E.; BIASSIO, A. de.; DUTRA, L. F. Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormic shoots. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 1, p. 117-125, 2013.

WENDLING, I.; LAVORANTI, O. J.; RESENDE, M. D.; HORMANN, H. A. Sele o de matrizes e tipo de propágulo na enxertia de substitui o de copa em *Ilex paraguariensis*. **Revista  rvore**, v. 33, n. 5, p. 811-819, 2009.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturaq o e rejuvenescimento aplicado e espécies vegetais. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p.187-194, 2001.



PPGAgro

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMV