

Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. nas diferentes estações do anoProductivity of minicepas and rooting of minicuttings of *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. in the different seasons of the year**Karol Buuron da Silva^{1*}, Lia Rejane Silveira Reiniger¹,
Silvia Machado dos Santos Rabaiolli¹, Charlene Moro Stefanel¹ e
Ana Cristina da Fonseca Ziegler¹****Resumo**

O objetivo do presente trabalho foi analisar a produtividade das minicepas e o enraizamento de miniestacas de *Luehea divaricata* nas estações do ano. O primeiro ensaio avaliou a produtividade do minijardim, em que os tratamentos consistiram de oito coletas de miniestacas. O segundo ensaio avaliou as coletas de miniestacas nas diferentes estações do ano, o período de cultivo em cada uma delas e sua interação. A produtividade foi maior principalmente em duas coletas realizadas no verão e uma na primavera, que resultaram em mais de cinco miniestacas por minicepa em cada coleta; a primeira coleta realizada no verão e as duas primeiras da primavera apresentaram médias inferiores, porém todas superiores às maiores médias do inverno e do outono. A média de formação de raízes, aos 30 dias, foi de 95%, e aos 60 dias, de 100%. O maior número de raízes foi observado no verão, com média de 11,47 raízes por miniestaca. Em relação ao comprimento de raízes, número de raízes secundárias e folhas, houve maior desenvolvimento no verão e na primavera, principalmente aos 60 dias. A produtividade das minicepas foi superior no verão e essa estação também produz mudas mais desenvolvidas de *Luehea divaricata* por miniestaquia. Contudo, o processo de miniestaquia, nas condições avaliadas, pode ter continuidade ao longo do ano, com coletas também no outono, no inverno e na primavera. A miniestaquia é uma alternativa eficiente para a propagação vegetativa da espécie, obtendo-se, aos 60 dias de cultivo, mudas com maior desenvolvimento.

Palavras-chave: propagação vegetativa; miniestaquia; espécie florestal nativa; açoita-cavalo.

Abstract

The objective of this work was analyze the productivity of the minicepas and the rooting of minicuttings from seminal origin of *Luehea divaricata* in seasons. The first test evaluated the productivity of the minijardim, in which the treatments consisted of eight minicuttings collections. In the second test were evaluated the collections in seasons, the period of cultivation in each season and its interaction. The productivity was higher in two collections in the summer and one in the spring, which resulted in more than five minicuttings by minicepa in each collection; the first collection in the summer and the first two in the spring presented lower averages, but all higher than the highest winter and autumn averages. For root formation, at 30 days, the mean was 95% and at 60 days at 100%. The highest number of roots was observed in the summer, with 11.47 roots by minicut. In relation to the length of roots, number of secondary roots and leaves, there was more development in summer and spring, mainly at 60 days. The productivity of the minicepas is higher in the summer and this season also produces more developed seedlings of *Luehea divaricata* by minicutting technique. However, the minicutting technique, under the conditions evaluated, may continue throughout the year, with collections also in autumn, winter and spring. Minicutting technique is an efficient alternative for the propagation of the species, obtaining, at 60 days of cultivation, seedlings with greater development.

Keywords: vegetative propagation; minicutting technique; native forest species.

INTRODUÇÃO

Os usos e as potencialidades da floresta nativa têm sido cada vez mais estudados nos programas de melhoramento, visando utilizar espécies bem adaptadas ao ambiente e produzir mudas de alta qualidade para formação de plantios comerciais e para repor os recursos perdidos. *Luehea divaricata*

1. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria / RS, Brasil. * Autor correspondente: karolbuuron@hotmail.com

é uma espécie florestal nativa dos biomas Pampa e Mata Atlântica, conhecida popularmente como açoita-cavalo. A espécie pode atingir de 5 a 25m de altura e um diâmetro de 50 a 60 cm à altura do peito, com tronco geralmente tortuoso e nodoso de base alargada. Apresenta madeira moderadamente pesada, de cor clara, de boa trabalhabilidade e de acabamento delicado (CARVALHO, 2008; LORENZI, 2008). Sua madeira é empregada para a confecção de estruturas de móveis, principalmente em peças torneadas, coronhas de armas, caixotaria, cadeiras, entre outros usos, por ser uma madeira muito utilizada em técnicas de vergamento e de boa permeabilidade ao tratamento preservativo (REITZ et al., 1988).

Por muitas décadas a exploração de *Luehea divaricata* tem apresentado caráter predatório, reduzindo drasticamente os exemplares com características adequadas ao uso comercial e ecológico, e a busca por alternativas para reduzir esse extrativismo é essencial para garantir a conservação e a perpetuação da espécie (PACHECO; FRANCO, 2008). Sendo assim, o emprego da propagação vegetativa em espécies florestais, associada a programas de melhoramento, tem como propósito acelerar o crescimento, aumentar a produtividade e gerar produtos madeireiros de qualidade (ALFENAS et al., 2009), instalando povoamentos comerciais que irão suprir as demandas madeireiras destas espécies nativas, sem a necessidade de explorar os remanescentes florestais.

Com isso, a estaquia é um dos métodos de propagação vegetativa mais acessível e amplamente empregado para plantios de espécies de alto valor comercial e podendo também ser viável para propagar espécies nativas (DIAS et al., 2012). Na estaquia, o principal aspecto determinante do sucesso da propagação é a indução do enraizamento adventício das estacas, que, quando submetidas a condições favoráveis, originam uma nova planta completa (HARTMANN et al., 2011; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). Entretanto, a estaquia não é uma técnica economicamente viável para todas as espécies, pois algumas apresentam dificuldades na obtenção de material vegetativo com grau de juvenildade e vigor fisiológico adequados ao enraizamento de estacas. Em *Luehea divaricata*, por exemplo, a estaquia com material lenhoso de 20 cm e aplicação de 5.000 mg L⁻¹ de AIB em tratamento "pulse" teve apenas 24,9% de enraizamento aos 90 dias de cultivo (PACHECO; FRANCO, 2008). Por este motivo, outras técnicas, como a miniestaquia, em particular, foram desenvolvidas, visando à otimização do enraizamento (ALFENAS et al., 2009; BRONDANI et al., 2008).

Os resultados obtidos com a miniestaquia têm apontado diversas vantagens em relação à estaquia convencional na produção de mudas, como a redução da área necessária para a formação do minijardim clonal, a redução dos custos de transporte e coleta das brotações, a maior eficiência das atividades de manejo no minijardim clonal quanto à irrigação, nutrição e controle de pragas e doenças, além de proporcionar maior qualidade, velocidade e percentual de enraizamento dos propágulos (DIAS et al., 2012; XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). Em espécies florestais, a miniestaquia vem sendo muito utilizada com o eucalipto (ALMEIDA et al., 2007), *Prunus salicina* (ameixeira) (TONIETTO et al., 2001) e, também, com espécies nativas brasileiras, como *Cedrela fissilis* (cedro-rosa) (XAVIER et al., 2003), *Erythrina falcata* (corticeira-do-mato) (WENDLING; FERRARI; DUTRA, 2005), *Ilex paraguariensis* (erva-mate) (WENDLING; DUTRA, 2008), entre outras.

Para o sucesso da técnica, alguns aspectos importantes devem ser considerados, como o número de miniestacas obtidas por minicepa, a eficiência do seu enraizamento, que varia em função da espécie/clone, o sistema de manejo do minijardim, e a época de coleta das miniestacas, considerando-se as condições ambientais e o vigor fisiológico das minicepas (HARTMANN et al., 2002). A produtividade das miniestacas por minicepa, em particular, varia de acordo com a espécie e também em relação à época de coleta, uma vez que o clima pode interferir no desenvolvimento do material vegetativo. No que diz respeito ao enraizamento, uma das formas mais comuns de favorecê-lo é a aplicação exógena de auxinas em sua base, elevando-se seu teor no tecido. Nesse sentido, a auxina mais utilizada é o ácido indolbutírico (AIB), por se tratar de uma substância fotoestável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica, em comparação às demais auxinas sintéticas (FACHINELLO et al., 1995). Por fim, cabe também ressaltar que a sobrevivência das minicepas ao longo das sucessivas coletas de brotações garantirá a viabilidade do sistema para a contínua obtenção de propágulos (WENDLING; FERRARI; DUTRA, 2005).

Frente ao exposto, o objetivo do presente trabalho foi analisar a produtividade das minicepas e o enraizamento de miniestacas de *Luehea divaricata* nas coletas realizadas em quatro estações do ano, bem como o período necessário para produzir mudas bem desenvolvidas por miniestaquia.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Cultura de Tecidos do Núcleo de Biotecnologia e Melhoramento do Departamento de Fitotecnia, e no Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais, ambos localizados na Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, em Santa Maria, RS.

Produtividade do minijardim clonal de *Luehea divaricata*

Este ensaio foi implantado a partir de coletas realizadas em um minijardim clonal instalado a partir de sementes em 26/09/2016. As sementes foram provenientes de uma coleta realizada em agosto de 2012, na microrregião de Ijuí, RS, as quais estavam armazenadas em sacos de papel "kraft" pelo período de quatro anos em refrigerador (8-10 °C). O minijardim clonal foi constituído por 14 vasos com três sementes em cada, totalizando 42 minicepas.

Após cerca de 70 dias da sementeira foi realizada uma poda, sendo que cada minicepa ficou com, aproximadamente, 10 cm e três pares de folhas. Na sequência, iniciaram-se as coletas das miniestacas nas estações do verão, outono, inverno e primavera de 2017. Os vasos contendo as minicepas, com capacidade para 5 L, foram preenchidos com substrato Mecplant® e mantidos em casa de vegetação não climatizada. A adubação começou a ser realizada após 70 dias da sementeira, com NPK (5-20-20) semanalmente (1,5 g L⁻¹) e com ureia quinzenalmente (1,0 g L⁻¹), e diariamente as minicepas receberam irrigações para manter o seu turgor hídrico.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema unifatorial, em que os tratamentos consistiram das 11 coletas de miniestacas realizadas nas quatro estações do ano, no período de 05/01/2017 a 06/12/2017. Essas coletas foram efetuadas de acordo com o crescimento das brotações, sendo realizadas de forma sucessiva, somente quando apresentavam altura suficiente para o corte, ou seja, de 7 a 10 cm. Os vasos contendo as minicepas foram numerados e o controle de produtividade foi considerado a cada coleta, sendo registrado o número de miniestacas coletadas por minicepa em cada vaso.

Enraizamento das miniestacas de *Luehea divaricata* nas quatro estações do ano

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo bifatorial 4 x 2, em que o primeiro fator consistiu das coletas de miniestacas nas quatro estações do ano (utilizando-se as miniestacas da primeira coleta de cada estação, do experimento anterior), enquanto o segundo fator, pelo período de cultivo em cada estação (30 ou 60 dias), totalizando oito tratamentos, com 20 repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma miniestaca acondicionada em um copo plástico transparente, perfurado no fundo, com capacidade para 300 mL, previamente preenchido com 250 cm³ da mistura composta por substrato comercial Mecplant® e vermiculita, na proporção 1:1 (v/v).

As miniestacas de, aproximadamente, 7 a 10 cm e um par de folhas cortadas ao meio, foram preparadas tomando-se a parte caulinar de brotações de minicepas em desenvolvimento em casa de vegetação. Durante o momento da coleta, as miniestacas foram acondicionadas em caixa de isopor contendo água para evitar a perda de umidade.

Em seguida, as miniestacas foram imersas por 10 s em solução hidroalcoólica (50% etanol e 50% de água destilada, v/v) contendo 1.000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB) (tratamento "pulse") e, imediatamente após, colocadas para enraizar em copos plásticos. Essa concentração foi considerada a mais eficiente em ensaio piloto de enraizamento de miniestacas de origem seminal (dados não apresentados), no qual foram testadas 0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹ de AIB em tratamento "pulse".

Os copos plásticos contendo as miniestacas foram alocados aleatoriamente em bandejas plásticas com dimensões de 20 x 40 x 60 cm, devidamente identificadas, e levados para casa de vegetação com nebulização e temperatura controladas (UR 80% e 25 °C). Decorridos 30 e 60 dias, as miniestacas foram avaliadas quanto à sobrevivência (%) (miniestacas com coloração verde), número de folhas, formação de raízes (%) (raízes adventícias primárias originadas da base da miniestaca), comprimento médio de raízes primárias (cm), presença de raízes secundárias (%) (raízes adventícias laterais de segunda ordem originadas a partir das primárias) e formação de calos na base das miniestacas (%).

Análises estatísticas

Após testar a normalidade do resíduo por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett, as médias foram transformadas, sempre que necessário, pela função $\sqrt{x+0,5}$, sendo x o valor observado. A seguir, foram submetidas à análise de variância e, quando o valor de F foi significativo, utilizou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey ou Scott-Knott ao nível de 95% de probabilidade. A precisão dos ensaios foi estimada pelo índice de variação (IV), calculado por $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que o IV é igual ao coeficiente de variação (CV) dividido pela raiz quadrada do número de repetições (N) (PIMENTEL-GOMES, 2009). Empregou-se o pacote estatístico Sisvar (Sistema para Análise de Variância) para Windows® versão 5.1 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade do minijardim clonal de *Luehea divaricata*

Para a produtividade do minijardim clonal, houve efeito significativo das 11 coletas realizadas nas diferentes estações do ano ($p = 0,0000$; $IV = 4,05$), ao longo de 12 meses, correspondendo, em média, a uma coleta a cada 30 dias. Contudo, ressalta-se que, no outono e no inverno, em virtude do menor desenvolvimento das minicepas, o período entre as coletas foi aumentado em 12 e 19 dias, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 - Produtividade (nº médio de miniestacas coletadas por minicepa) de minicepas de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (açoita-cavalo) mantidas em casa de vegetação, em função das diferentes datas de coletas, estação do ano e intervalo entre as coletas. Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

Table 1 - Productivity (means number of minicuttings collected by minicepa) from minicepas of *Luehea divaricata* kept in greenhouse, depending on the different dates of collection, season of the year and interval between collections. Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

Coleta	Data	Estação do ano	Dias entre coletas	Produtividade (nº miniestaca/minicepa)
1	05/01/2017	Verão	29	3,80 b*
2	02/02/2017	Verão	28	5,45 a
3	02/03/2017	Verão	28	5,35 a
4	03/04/2017	Outono	32	2,50 c
5	15/05/2017	Outono	42	2,47 c
6	03/07/2017	Inverno	49	0,85 d
7	07/08/2017	Inverno	35	2,09 c
8	15/09/2017	Inverno	39	2,47 c
9	09/10/2017	Primavera	24	2,28 c
10	08/11/2017	Primavera	30	3,97 b
11	06/12/2017	Primavera	28	5,64 a
MÉDIA				3,35
IV**				4,05

* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 95% de probabilidade. **Índice de variação (IV).

As minicepas não apresentaram mortalidades no decorrer do experimento, o que indica que o manejo do minijardim clonal foi conduzido de maneira eficiente, mesmo ocorrendo em ambiente sem controle de temperatura e de umidade. O manejo do minijardim clonal é muito importante para a sobrevivência das minicepas fornecedoras de propágulos vegetativos, e constitui um dos principais fatores que afetam a propagação vegetativa (HARTMANN et al, 2011).

A produtividade foi maior principalmente em duas coletas realizadas no verão e em uma na primavera, que resultaram em mais de cinco miniestacas por minicepa em cada coleta; a primeira coleta realizada no verão e as duas primeiras da primavera apresentaram médias inferiores, porém todas superiores às maiores médias do inverno e do outono (Tabela 1). As coletas realizadas no verão e na primavera ocorreram em intervalos de, aproximadamente, 30 dias (Tabela 1), o que demonstra a potencialidade dessas duas estações para a produção de mudas por meio da miniestaquia em *Luehea divaricata*.

No outono e no inverno, a produtividade ficou em torno de duas miniestacas por minicepa, exceto naquela que correspondeu ao início do inverno, quando foram registradas temperaturas baixas (em torno de 8 °C), mas, na sequência, ocorreram temperaturas amenas, com um inverno que não foi muito rigoroso, apresentando médias em torno de 14 °C (INMET, 2017). Isso ratifica a afirmação de que o aumento na produção de miniestacas, em determinado período, possivelmente está associado à elevação na temperatura, a qual proporciona condições fisiológicas mais favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das brotações (FERRIANI et al., 2011; SILVA et al., 2012).

Por sua vez, as temperaturas mais baixas podem diminuir a produção de propágulos vegetativos em algumas espécies tropicais (ROSA, 2006), e a diferença na produtividade das minicepas pode estar relacionada à sazonalidade, como foi igualmente verificado no presente trabalho. Da mesma maneira, em *Paulownia fortunei* (quiri), com a diminuição das temperaturas médias (outono e inverno), Stuepp et al. (2015) relataram que houve uma tendência à diminuição na produção de miniestacas por minicepa, ocorrendo uma maior produção no verão e na primavera.

O número de miniestacas produzidas por minicepa indica que há potencial de rebrota na propagação por miniestaquia de *Luehea divaricata* (Tabela 1), considerando que essa capacidade é essencial para o estabelecimento do minijardim e para viabilizar a produção de mudas por miniestaquia (ALTOÉ et al., 2011).

Comparando-se o número de miniestacas produzidas por minicepa no presente estudo com *Luehea divaricata*, com aqueles registrados para outras espécies, pode-se afirmar que a média obtida foi elevada. Em *Piptocarpha angustifolia* (vassourão-branco) foram obtidas médias de 1,1 a 3,2 brotações por minicepas ao longo de 13 coletas, em sistema semi-hidropônico em casa de vegetação com condições controladas (25 °C; UR = 80%) (FERRIANI et al., 2011). Ferreira et al. (2010) verificaram, em *Sapium glandulatum* (leiteiro), 1,4 a 2,2 miniestacas por minicepa em sistema de tubetes, em casa de vegetação climatizada (20 a 30 °C; UR = 80%).

Em relação à quantidade de coletas que foram realizadas nas quatro estações avaliadas, os resultados também foram muito promissores, uma vez que após onze coletas sucessivas a produtividade se manteve satisfatória, com uma média de 3,35 miniestacas por minicepa. Resultado inferior foi obtido com *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo), em que a produtividade média foi de 1,98 miniestacas produzidas por minicepa após oito coletas sucessivas em casa de vegetação não climatizada (OLIVEIRA et al., 2015). Da mesma maneira, em *Eugenia uniflora* (pitangueira), a produtividade média foi de 2,5 miniestacas por minicepa, após oito coletas ao longo de 12 meses, com temperaturas variando entre 14 e 20 °C em casa de vegetação não climatizada (PEÑA et al., 2015).

Enraizamento das miniestacas de *Luehea divaricata* nas quatro estações do ano

A sobrevivência das miniestacas não foi afetada em relação às estações do ano, nem pelo período de cultivo, atingindo média de 100%, o que é muito positivo para a propagação da espécie durante todo o ano.

Quanto a formação de raízes (IV = 1,01), houve efeito significativo apenas do período de cultivo ($p = 0,0416$), não da estação do ano ($p = 0,2428$) e tampouco da interação entre eles ($p = 0,2428$). Aos 30 dias, a média foi de 95% e aos 60 dias de 100%. Esses valores são muito satisfatórios, mesmo aos 30 dias, sugerindo que é possível acelerar o processo de produção de mudas (Figura 1). Em *Peltophorum dubium* (canafístula) (CURTI, 2014), *Paulownia fortunei* (quiri) (STUEPP et al., 2015) e *Psidium guajava* (goiabeira) (ALTOÉ et al., 2011), o período de 60 dias de cultivo foi o que favoreceu a formação de um sistema radicular mais desenvolvido.

Avaliando o número de raízes (IV = 3,53) e formação de calos (IV = 2,63), constata-se que houve efeito significativo apenas das estações do ano ($p = 0,0000$; $p = 0,0007$, respectivamente), mas não do período de cultivo ($p = 0,6042$; $p = 0,7477$, respectivamente) e nem da interação entre os dois fatores ($p = 0,0784$; $p = 0,09584$, respectivamente). O maior número de raízes foi observado no verão, com 11,47 raízes por miniestaca (Tabela 2), mas nas demais estações, que não diferiram entre si, as médias também são satisfatórias. Em função do maior crescimento vegetativo no verão, Hartmann et al. (2002) afirma que estacas coletadas nesta época tendem a ter maior facilidade de enraizamento, fato que ocorreu no presente trabalho. Já em *Sapium glandulatum* (leiteiro) o maior número de raízes foi observado no inverno (6,06), sem a adição de fitorreguladores nas miniestacas que permaneceram em casa de vegetação com nebulização (FERREIRA et al., 2010). Da mesma

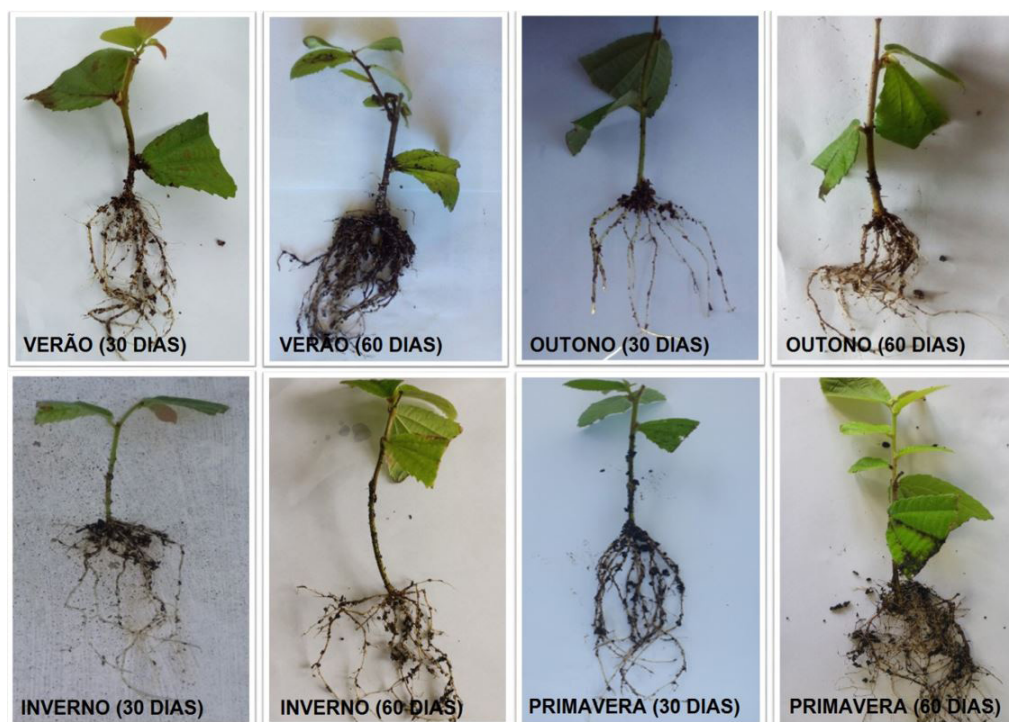


Figura 1 - Representação ilustrativa das miniestacas de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (açoita-cavalo), em função da estação do ano em que foram avaliadas (verão, outono, inverno ou primavera) e do período de avaliação (30 ou 60 dias). Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

Figure 1 - Illustrative representation of the minicuttings of *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. depending on the season of the year in which they were evaluated (summer, autumn, winter or spring) and the evaluation period (30 or 60 days). Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

Tabela 2 – Médias de número de raízes e formação de calos (%) em miniestacas de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (açoita-cavalo), em função da estação do ano em que foram avaliadas (verão, outono, inverno ou primavera), independentemente do período de cultivo (30 ou 60 dias). Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

Table 2 - Mean number of roots and callus formation (%) in minicuttings of *Luehea divaricata* Mart. & Zucc., depending on the season of the year in which they were evaluated (summer, autumn, winter or spring), independently of the cultivation period (30 or 60 days). Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

Estação do ano	Número de raízes	Calos (%)
Verão	11,47 a*	7,5 ab
Outono	8,15 b	20,0 b
Inverno	7,92 b	0,0 a
Primavera	6,67 b	0,0 a
MÉDIA	8,55	6,87
IV**	3,53	2,63

* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

** Índice de variação (IV).

maneira em *Pinus taeda* (pinus), o maior número de raízes foi observado no inverno (7,4) e também na ausência de fitorreguladores (ALCANTARA et al., 2007).

A formação de calos (Tabela 2) foi de baixa (7,5%) a moderada (20%) nas miniestacas, sendo superior no outono. Os calos, por serem massas de células não-organizadas e irregularmente diferenciados, podem afetar negativamente o enraizamento na base das miniestacas (SCHMILDT et al., 2010). Contudo, no presente trabalho, a formação de calos não comprometeu a rizogênese de *Luehea divaricata*. De maneira similar, em miniestacas de *Sapium glandulatum* (leiteiro) foram observadas baixas porcentagens de formação de calos (inferiores a 5%), porém independentemente da estação do ano em que foram coletadas, mesmo na presença de até 8.000 mg L⁻¹ de AIB ou ANA (FERREIRA et al., 2010).

Em relação ao comprimento de raízes (IV = 2,78), formação de raízes secundárias (IV = 1,52) e número de folhas (IV = 4,91), houve efeito significativo das estações do ano (p = 0,0000; p = 0,0041; p = 0,0000, respectivamente), do período de cultivo (p = 0,0000; p = 0,0030; p = 0,0000, respectivamente) e da interação entre eles (p = 0,0194; p = 0,0282 e p = 0,0000, respectivamente). Em todas estas variáveis houve maior desenvolvimento no verão e na primavera, principalmente aos 60 dias após

o estaqueamento, demonstrando que essas estações do ano são as mais adequadas para produzir mudas de *Luehea divaricata* por miniestaquia. Possivelmente as altas temperaturas, médias entre 22 e 25 °C (INMET, 2017), favoreceram o crescimento e o desenvolvimento das plantas, ressaltando que a temperatura possui função regulatória no metabolismo das plantas e afeta o enraizamento, uma vez que a divisão celular é favorecida com o aumento na temperatura e, conseqüentemente, auxilia na formação de raízes (HARTMANN et al., 2002).

Para o comprimento de raízes, o maior comprimento (Tabela 3) ocorreu no verão aos 60 dias de cultivo (Figura 1), porém é possível observar que mesmo aos 30 dias, até mesmo no outono e no inverno, em que foram registradas as menores médias (9,45 cm e 7,42 cm respectivamente), os valores apresentam-se adequados para produzir mudas aparentemente saudáveis e bem desenvolvidas. A redução nas médias observadas no outono e no inverno pode ser atribuída à diminuição na atividade metabólica, decorrente do período de crescimento vegetativo intenso nas estações anteriores.

Tabela 3 – Comprimento médio de raízes (cm), raízes secundárias (%) e número de folhas em miniestacas de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (açoita-cavalo), em função da interação entre o período de cultivo (30 ou 60 dias) e a estação do ano em que foram avaliadas (verão, outono, inverno ou primavera). Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

Table 3 – Length means of roots (cm), secondary roots (%) and number of leaves in minicuttings of *Luehea divaricata* Mart. & Zucc., depending on the interaction between the cultivation period (30 or 60 days) and the season of the year in which they were evaluated (summer, fall, winter or spring). Santa Maria, RS, UFSM, 2017.

Estação do ano	Comprimento de raízes (cm)		Média
	30 dias	60 dias	
Verão	16,45 B a*	29,95 A a	23,20
Outono	9,45 B bc	18,60 A c	14,02
Inverno	7,42 B c	13,82 A d	10,62
Primavera	13,35 B ab	24,90 A b	19,12
MÉDIA	11,66	21,81	
IV**	2,78		
Estação do ano	Raiz secundária (%)		Média
	30 dias	60 dias	
Verão	100,00 A a	100,00 A a	100,00
Outono	75,00 B b	100,00 A a	87,50
Inverno	75,00 B b	95,00 A a	85,00
Primavera	100,00 A a	100,00 A a	100,00
MÉDIA	87,50	98,75	
IV**	1,52		
Estação do ano	Número de folhas		Média
	30 dias	60 dias	
Verão	3,80 A a	4,00 A b	3,90
Outono	0,10 A b	0,65 A c	0,37
Inverno	0,45 B b	1,55 A c	1,00
Primavera	0,90 B b	7,15 A a	4,02
MÉDIA	1,31	3,33	
IV**	4,91		

* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade. **Índice de variação (IV).

De maneira similar, em *Psidium guajava* (goiabeira), o maior comprimento das raízes (8,0 cm), após 62 dias em casa de vegetação com nebulização, também ocorreu no verão (ALTOÉ et al., 2011). Em miniestacas de *Pinus taeda* (pinus), avaliadas nas quatro estações do ano, o comprimento das raízes em miniestacas coletadas no outono foi inferior (1,05 cm) ao daquelas obtidas nas demais estações do ano (variando de 3 a 8 cm) (ALCANTARA et al., 2007).

Em relação à formação de raízes secundárias, as médias são elevadas e variaram entre 95% e 100% aos 60 dias de cultivo, nas quatro estações do ano (Tabela 3). Esses resultados são muito positivos, pois a presença de raízes secundárias é de extrema importância para o desenvolvimento das mudas, uma vez que são responsáveis pela absorção de água e de nutrientes (SILVA et al., 2012).

A formação de folhas na primavera, aos 60 dias, foi bem superior àquela observada nas demais estações (Tabela 3), sendo seguida pelo número de folhas formadas no verão; no outono e no

inverno o número de folhas novas foi reduzido. A presença de folhas nas miniestacas é importante para o desenvolvimento da muda e para o processo de enraizamento, que é decorrente da produção e translocação de substâncias, como carboidratos, durante a fotossíntese, bem como à síntese de auxinas responsáveis pela rizogênese, o que pode aumentar sua sobrevivência e a probabilidade de formação de raízes (DIAS et al., 2012; HARTMANN et al., 2002; VALERI et al., 2012).

CONCLUSÕES

A produtividade das minicepas foi superior nas coletas efetuadas no verão e esta estação também propiciou a produção de mudas de *Luehea divaricata* com maior número de folhas, maior formação e comprimento de raízes primárias e presença de raízes secundárias por meio de miniestaquia. Contudo, o processo de miniestaquia, nas condições avaliadas, pode ter continuidade ao longo do ano. Aos 60 dias de cultivo, já podem ser obtidas mudas de *Luehea divaricata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA, G. B.; RIBAS, L. L. F.; HIGA, A. R.; RIBAS, K. C. Z.; KOEHLER, H. S. Efeito da idade da muda e da estação do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 399-404, 2007.
- ALFENAS, A. C.; ZAZUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa: UFV. 2009. 500 p.
- ALMEIDA, F. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M.; PAIVA, H. N. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p.455-463, 2007.
- ALTOÉ, J. A., MARINHO, C. S.; TERRA, M. I. C.; BARROSO, D. G. Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 312-318, 2011.
- BRONDANI, G. E.; ARAUJO, M. A.; WENDLING, I.; KRATZ, D. Enraizamento de miniestacas de erva-mate sob diferentes ambientes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 57, p. 29-38, jul-dez, 2008.
- CARVALHO, P. E. R. **Açoita-Cavalo (*Luehea divaricata*)**, Circular Técnica Embrapa Florestal, Colombo, n. 147, 9 p., 2008
- CURTI, A. **Rizogênese in vitro e ex vitro em *Peltophorum dubium* (SPRENGEL) TAUBERT**. 136 f. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- DIAS, P. C., OLIVEIRA, L. S., XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, p.453-462, 2012.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p 109-112, 2014.
- FERREIRA, B. G. A; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; NOGUEIRA, A. C. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de Ácido Indol Butírico e Ácido Naftaleno Acético. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.
- FERRIANI, A. P. ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; HELM, C. V.; BOZA, A.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.
- HARTMANN, H. T; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. 8 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.
- HARTMANN, H. T; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Brasília: INMET, 2017. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 07 dez. 2017.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol 1. Nova Odessa: Plantarum. 2008. 384 p.

OLIVEIRA, T. P. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; CARNEIRO, J. G. A.; OLIVEIRA, M. A. Productivity of polyclonal minigarden and rooting of *Handroanthus heptaphyllus* Mattos minicuttings. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2423-2432, 2015.

PACHECO, J. P.; FRANCO, E. T. H. Ácido indolbutírico em diferentes diâmetros na estaquia de *Luehea divaricata*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1624-1629, 2008.

PEÑA, M. L. P.; ZANETTE, F.; BIASI, L. A. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitangueira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3055-3068, 2015.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009, 451 p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. [S.l.]: Herbário Barbosa Rodrigues; Secretaria da Agricultura e Abastecimento-DRNR, 1988. 525 p.

ROSA, L. S. **Adubação nitrogenada e substratos na miniestaquia de Eucalyptus dunnii Maiden**. 89 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR.

SCHMILDT, E. R.; AMARAL, J. A. T.; SCHMILDT, O.; COLEHO, R. I.; RABELLO, W. S.; MARTINS FILHO, S. Níveis de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento *in vitro* de microestacas de mamoeiro 'Tainung 01'. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 125-129, 2010.

SILVA, M. P. S, BARROSO, D. G.; SOUZA, J. S.; FERREIRA, D. A.; CARNEIRO, J. G. A. Enraizamento de miniestacas e produtividade de minicepas de cedro australiano manejadas em canaletões e tubetes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 703-713, 2012.

STUEPP, C. A.; WENDLING, A.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Estaquia de árvores adultas de *Paulownia fortunei* var. *mikado* a partir de brotações epicórmicas de decepa. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 667-677, 2015.

TONIETTO, A.; FORTES, G. R. L.; SILVA, J. B. Enraizamento de miniestacas de ameixeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 373-376, 2001.

VALERI, S. V.; SÁ, A. F. L.; MARTINS, A. B. G.; BARBOSA, J. C. Enraizamento de estacas de *Caesalpinia echinata* Lam. em hidroponia. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 241-250, 2012.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura Clonal**: Princípios e Técnicas. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 279 p.

XAVIER, A., SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p.139-143, 2003.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Solução nutritiva para condução de minicepas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Circular Técnica Embrapa Florestas**, Colombo, 5 p., 2008.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de corticeira-do-mato por miniestaquia de propágulos juvenis**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 5 p. (Comunicado Técnico 130).

Recebido em: 14/03/2018

Aceito em: 28/09/2018