

Enraizamento de miniestacas em diferentes épocas de coleta para a seleção de clones de canjerana

Cláudia Burin¹, Dilson Antônio Bisognin¹, Kelen Haygert Lencina¹,
Tamires Manfio Somavilla¹, Marina Favarin Pedroso¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: clauburin@gmail.com (ORCID: 0000-0002-0700-339X); dbisognin@gmail.com (ORCID: 0000-0002-4754-9661); khaygert@gmail.com (ORCID: 0000-0001-5777-5569); tamiresengenheiraforestal@gmail.com (ORCID: 0000-0001-5507-5008); marinafengforestal@gmail.com (ORCID: 0000-0001-9289-8919)

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de época de coleta no enraizamento de miniestacas para desenvolver uma estratégia de seleção que maximize o ganho genético e facilite a identificação de clones de canjerana com potencial para a propagação vegetativa. Um minijardim clonal foi estabelecido com 22 clones de canjerana, no qual realizaram-se coletas de miniestacas em três épocas durante o período de maior crescimento vegetativo. Foram avaliadas as percentagens de sobrevivência, enraizamento e brotação de miniestacas, o número e comprimento de raízes e brotos e o número de miniestacas enraizadas por minicepa. Os clones foram agrupados pelo método não-hierárquico das k-médias para o número de miniestacas enraizadas em cada época de coleta. A identificação dos melhores clones foi realizada com base na soma de postos e estimado o ganho genético de seleção. A época de coleta das brotações afeta o enraizamento de miniestacas de canjerana. A seleção de clones de canjerana deve ser realizada com base no número de miniestacas enraizadas por minicepa durante todo o período de crescimento vegetativo.

Palavras-chave: *Cabralea canjerana*; ganho genético; miniestaquia; sazonalidade

Rooting of mini-cuttings in different collection times for the selection of canjerana clones

ABSTRACT: The objective of this work was to study the effect of the collection time in rooting capability of mini-cuttings to develop a selection strategy to maximize genetic gain from selection and to facilitate the identification of canjerana clones with potential for vegetative propagation. A clonal mini-hedge was established with 22 canjerana clones and mini-cuttings were collected in three different times during the vegetative growth season. The percentages of survival, rooting and shooting, the number and length of roots and shoots and the number of rooted mini-cuttings per mini-stump were evaluated. The clones were clustered by the non-hierarchical k-means method for the number of rooted mini-cuttings in each collection time. Clone selection was based upon the sum of ranks and genetic gain from selection was estimated. The collection time of canjerana shoots affects the rooting capability of mini-cuttings. Selection of canjerana clones should be based upon the number of rooted mini-cuttings per mini-stump, during the whole season of vegetative growth.

Key words: *Cabralea canjerana*; genetic gain; mini-cutting; seasonality

Introdução

A *Cabralea canjerana* (Vellozo) Martius (canjerana) é uma espécie arbórea nativa do Brasil que pertence à família Meliaceae. É considerada uma das espécies madeireiras mais valiosas do país, pois possui madeira resistente a intempéries e ataque de organismos xilófagos, com extraordinária durabilidade e valor econômico (Backes & Irgang, 2009). Essa espécie possui ampla aplicabilidade sendo utilizada para diversos fins, como obras externas, construção civil, moirões, marcenaria, entre outros (Carvalho, 2003). Também pode ser utilizada para fins ornamentais, sendo indicada para o paisagismo e recomendada para reflorestamento em ecossistemas degradados, além da utilização em plantios compensatórios de empreendimentos (Coradin et al., 2011).

As sementes de canjerana possuem baixa viabilidade. Apesar de não possuir dormência, são intolerantes à perda de água e quando armazenadas apresentam curta longevidade, pois as sementes perdem rapidamente a viabilidade após a secagem (Carvalho, 2003). Além disso, a germinação é considerada lenta e muito variável, de 40 a 93% (Carvalho, 2003) e de 22 a 86% (Felippi et al., 2015). Sementes recalcitrantes e de germinação lenta limitam a oferta contínua de mudas, necessária para a implantação de novos povoamentos, justificando o uso da propagação vegetativa para a produção de mudas, especialmente pela miniestaquia.

A miniestaquia se destaca por ser economicamente viável na produção de mudas clonais de *Eucalyptus*, além de permitir uniformização dos plantios, maximização dos ganhos em produtividade e qualidade da madeira e proporcionar alto percentual de enraizamento dos clones (Xavier et al., 2013). A miniestaquia também possibilita a formação de um banco de matrizes em casa de vegetação, que fornecem material diversificado para produção de mudas, visando à conservação da espécie e possibilitando a seleção daquelas com as melhores características para serem utilizadas na produção comercial de mudas (Oliveira et al., 2016).

A produção de mudas por miniestaquia depende do enraizamento adventício. O enraizamento adventício de algumas espécies varia com a época de coleta das brotações. Isso ocorre devido o estado fisiológico da planta matriz variar com as condições climáticas sazonais, como resultado das alterações hormonais e nutricionais, bem como do balanço entre promotores e inibidores do enraizamento (Hartmann et al., 2011). Além disso, os carboidratos também têm importância no enraizamento, pois a auxina requer uma fonte de carbono para a biossíntese de ácidos nucleicos e proteínas (Fachinello et al., 2005) e, portanto, existe uma demanda de energia e carbono para a formação das raízes, sendo que as reservas das miniestacas podem variar com a época de coleta das brotações. Essas variações na competência ao enraizamento adventício em relação as épocas de coleta das miniestacas foram observadas em *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii* (Brondani et al., 2010), *Pinus taeda* (Alcantara et al., 2007; Alcantara et al.,

2008) e em espécies arbóreas nativas como *Piptocarpha angustifolia* (Ferriani et al., 2011) e *Eugenia uniflora* (Peña et al., 2015).

A miniestaquia é viável e tem potencial para a produção massal de mudas de canjerana, sendo que a competência ao enraizamento adventício depende do clone e varia entre coletas (Gimenes et al., 2015). A variabilidade genética para a competência ao enraizamento adventício possibilita adotar estratégias de seleção de clones para a propagação vegetativa por miniestaquia, com altas estimativas de ganho genético (Oliveira et al., 2015). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de época de coleta no enraizamento de miniestacas para desenvolver uma estratégia de seleção que maximize o ganho genético de seleção e facilite a identificação de clones de canjerana com potencial para a propagação vegetativa por miniestaquia.

Material e Métodos

Este estudo foi conduzido em casa de vegetação climatizada, no Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (29°42'S, 53°49'W, a 95 m de altitude). O minijardim clonal foi estabelecido a partir de mudas seminais com aproximadamente um ano de idade, sendo plantadas 12 mudas por bandeja de polietileno (55 x 34 x 15 cm) no espaçamento de 10 x 10 cm. As mudas foram cultivadas em sistema fechado de cultivo sem solo, com areia grossa como substrato, adaptado de Bisognin et al. (2015). A solução nutritiva foi fornecida diariamente, durante 15 minutos, com o auxílio de um programador digital e uma bomba de baixa vazão, até o encharcamento completo do substrato e a formação de uma lâmina superficial de solução. A solução nutritiva foi constituída pelas quantidades de macro e micronutrientes descritas por Kielse et al. (2015). O pH da solução foi mantido entre 5,5 e 6,0 e a condutividade elétrica em 1 dS m⁻¹, ambos ajustados semanalmente. Após a aclimatização, as mudas foram submetidas à poda drástica para formar as minicepas, que produziram as brotações usadas para o preparo das miniestacas. Foram avaliados 22 clones (10SM01, 10SM03, 10SM05, 10SM06, 10SM42, 10SM119, 10SM240, 12SMI04, 12SMI05, 12SMI08, 12SMI10, 12SMI12, 12SMI14, 12SMI15, 12SMI16, 12SMI17, 12SMI55, 12SMI56, 12SMI57, 12SMS06, 12SMS22, 12SMS27) de canjerana, representados por uma minicepa cada.

Foram realizadas três coletas consecutivas, conforme a disponibilidade de brotações nas minicepas durante o período de crescimento vegetativo, nas seguintes datas 15/09/2014, 12/12/2014 e 13/03/2015. Em cada coleta foram preparadas miniestacas de 1,5 a 2,0 cm de comprimento, com um par de folíolos reduzidos à metade do tamanho original. Com base em testes preliminares (Gimenes et al., 2015), a parte basal das miniestacas foi imersa em solução hidroalcoólica (1:1, água:álcool, v/v) com 3.000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico, por 10 segundos.

As miniestacas foram cultivadas na posição vertical em bandejas de polietileno, contendo uma mistura de substrato comercial, areia grossa e casca de arroz carbonizada (1:1:1 v/v). As mesmas foram mantidas em câmara de nebulização, com temperatura média de 25 °C e umidade relativa do ar de aproximadamente 80%. Aos 60 dias de cultivo em câmara de nebulização foi avaliada a percentagem de sobrevivência (SOB) das miniestacas, a percentagem de miniestacas enraizadas (ENR), o número de raízes (NRA), o comprimento médio das raízes (CRA, cm), a percentagem de brotação das miniestacas (BRO), o número de brotos por miniestacas (NBR), o comprimento médio dos brotos (CBR, cm) e o número de miniestacas enraizadas por minicepa. As miniestacas foram consideradas enraizadas quando apresentaram pelo menos uma raiz adventícia de comprimento igual ou superior a 0,1 cm.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente ao acaso com número variável de repetições (de 3 a 19 miniestacas por clone). Para atender aos pressupostos da normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias, os dados de percentagem foram transformados para arco seno $\sqrt{x/100}$ e de contagem e comprimento para $\sqrt{x + 0.5}$. Após, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de épocas de coleta dos caracteres com diferença estatística foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Também foi realizada a correlação linear de Pearson entre os caracteres avaliados e a significância verificada por meio do teste t de Student, a 5% de probabilidade.

Com base em estudo realizado anteriormente, o número de miniestacas enraizadas por minicepa foi utilizado para separar os clones em cada época de coleta, a priori, em três grupos, estabelecidos pelo método de agrupamento não-hierárquico das k-médias (Mingoti, 2005). As médias de grupo em cada época de coleta foram comparadas pelo teste t de Student para amostras independentes, a 5% de probabilidade. O ordenamento de grupo foi utilizado para o ranqueamento e a identificação dos melhores clones com base na soma de postos proposta por Mulamba & Mock (1978) e descrita por Cruz & Regazzi (1997). A ordem de classificação de cada clone nas três épocas de coleta foi somada, resultando em um valor tomado como índice para a seleção dos mesmos (Cruz & Regazzi, 1997). O ganho de seleção (GS) foi calculado pela diferença entre a média dos clones selecionados (MCS) e a média dos 22 clones avaliados

(MCO), para os caracteres número de miniestacas enraizadas por minicepa, percentagem de miniestacas enraizadas, percentagem de brotação das miniestacas, representados em percentagem (GS%). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa ESTAT (UNESP - Jaboticabal) e do aplicativo Office Excel®.

Resultados e Discussão

Por meio da análise de variância constataram-se diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para a interação entre clones e épocas de coleta para todos os caracteres avaliados, com exceção do comprimento de broto (Tabela 1). Isso indica que os clones avaliados apresentam comportamento diverso em relação às três épocas de coleta. Desta forma, estratégias de seleção podem ser desenvolvidas tanto para a identificação de clones com maior competência ao enraizamento, quanto para o seu comportamento no enraizamento adventício e na brotação das miniestacas durante o período de crescimento vegetativo, quando ocorre a produção dos propágulos no minijardim clonal.

Neste estudo não foi desdobrada a interação entre clones e épocas de coleta, pois o objetivo foi avaliar o comportamento das miniestacas de canjerana nas diferentes épocas de coleta para estabelecer estratégias de seleção de clones para a propagação vegetativa. Neste sentido, as avaliações de sobrevivência, enraizamento e brotação das miniestacas de canjerana foram utilizadas para conhecer o efeito das épocas de coleta das miniestacas e, por isso, a importância de estudar este efeito em um grande número de clones para aumentar a inferência dos dados. De fato, as épocas de coleta das miniestacas afetaram todas as variáveis avaliadas nas miniestacas (Tabela 1), sendo que os melhores resultados foram observados nas miniestacas coletadas na época I (início do período de crescimento vegetativo), os quais podem ser observados pela alta percentagem de sobrevivência (86,8%) e pelas percentagens de enraizamento (43,5%) e de brotação (18,0%), aos 60 dias de cultivo (Tabela 2). A época II não diferiu da época I para os caracteres relacionados à brotação (percentagem de brotação, número e comprimento de broto), no entanto, os caracteres relacionados ao enraizamento diminuíram drasticamente. Já a época III apresentou as menores médias, provavelmente devido ao fato de que as miniestacas já haviam sido

Tabela 1. Quadrado médio para sobrevivência (SOB), percentagem de enraizamento (ENR), número de raiz (NRA), comprimento de raiz (CRA), percentagem de brotação (BRO), número de broto (NBR), comprimento de broto (CBR) de miniestacas de 22 clones de canjerana em três épocas de coleta.

FV	GL	SOB (%)	ENR (%)	NRA	CRA (cm)	BROT (%)	NBR	CBR (cm)
Clone (A)	21	4109,40*	2630,63*	0,41*	1,14*	2256,18*	0,18*	0,32*
Coleta (B)	2	106848,78*	32567,86*	4,10*	17,63*	3850,15*	0,31*	0,83*
AxB	42	2711,33*	1826,01*	0,32*	0,78*	1680,52*	0,14*	0,21 ^{ns}
Resíduo	334	659,72	1015,03	0,19	0,44	701,27	0,06	0,18
Média		51,99	23,43	0,50	0,66	13,68	0,34	0,37
Desvio Padrão		25,69	31,86	0,43	0,67	26,48	0,24	0,42

* Significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.

expostas a um período de crescimento vegetativo intenso anteriormente (épocas I e II) e estarem entrando em uma fase de reduzida atividade metabólica. E ainda, com relação ao consumo de carboidratos no crescimento vegetativo anterior, no qual as mesmas possuíam menos reserva, o que resulta na diminuição da formação de raízes adventícias (Tabela 2). Além disso, a capacidade do propágulo em emitir raízes está associada à interação de fatores no tecido vegetal, assim como às substâncias transportáveis produzidas nas folhas e gemas. Dessa forma, as variações climáticas sazonais podem afetar significativamente o estado fisiológico da planta-matriz e o balanço hormonal endógeno (Hartmann et al., 2011).

O efeito das variações sazonais também foi verificado no enraizamento de miniestacas, tanto de espécies arbóreas exóticas quanto nativas. Algumas espécies como *Pinus taeda*, *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*, *Araucaria angustifolia* e *Drymis brasiliensis* apresentaram maiores percentagens de enraizamento de miniestacas no inverno (Alcantara et al., 2007; Brondani et al., 2010) e em *Piptocarpha angustifolia* além do inverno, a primavera também foi uma estação favorável ao enraizamento de miniestacas (Ferriani et al., 2011). No entanto, o verão e a primavera foram as melhores épocas do ano para coleta e enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* (Alcantara et al., 2008) e todas as estações do ano, com exceção do outono, foram favoráveis ao enraizamento de miniestacas de *Eugenia uniflora* (Peña et al., 2015).

A canjerana apresenta intolerância à geada (Campos Filho & Sartorelli, 2015) e, no inverno, a espécie diminui consideravelmente o crescimento e, conseqüentemente, a produção de novas brotações tornando impossível a coleta de miniestacas durante esse período do ano. Além disso, é no outono e inverno que os carboidratos ficam armazenados para se tornarem disponíveis na primavera e verão, quando a planta necessita de energia para a brotação, sendo que a disponibilidade dessas reservas também pode favorecer o enraizamento das miniestacas (Bortolini et al., 2008). Em *Cedrela fissilis*, espécie da mesma família da canjerana, foi verificado que na coleta em que as temperaturas estavam mais baixas, as condições fisiológicas menos favoráveis ao processo de crescimento e desenvolvimento das brotações resultou em miniestacas com respostas negativas ao processo de enraizamento adventício (Xavier et al., 2003).

No presente estudo, as maiores percentagens de sobrevivência e enraizamento das miniestacas foram obtidos no início do crescimento vegetativo (época I) e as

menores percentagens próximo do final do período (época III). Este comportamento é oposto ao que foi encontrado em *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii* (Brondani et al., 2010). No entanto, as percentagens de enraizamento obtidas na época I (43,5%) e época II (16,7%) são semelhantes as médias obtidas em *Piptocarpha angustifolia* na primavera (45,0%) e outono (17,5%) (Ferriani et al., 2011), as quais correspondem respectivamente as épocas de coleta I e II realizadas nesta pesquisa (Tabela 2). Isso pode ser devido a maior síntese de auxinas ocorrer na primavera e no verão, devido a maior disponibilidade de radiação solar, e a temperatura ter efeito direto sobre o metabolismo da planta, e, quanto maior, mais aceleradas serão as reações químicas, além do aumento da temperatura favorecer a divisão celular das miniestacas (Taiz & Zeiger, 2013).

Este comportamento da canjerana pode estar associado a maior síntese de auxinas nos meristemas apicais, em gemas e folhas jovens (Taiz & Zeiger, 2013), pois foi possível observar um efeito positivo do crescimento das brotações nas minicepas e nas miniestacas no processo de enraizamento. Como no inverno há um repouso vegetativo, na primavera ocorre um crescimento intenso e vigoroso das brotações, em virtude do aumento do fotoperíodo e da temperatura, culminando com maior enraizamento e brotação das miniestacas (Tabela 2). Cabe ressaltar que na média das épocas de coleta ocorreu uma perda da competência ao enraizamento associado a brotação das miniestacas na comparação das época I a III. Esse comportamento também foi encontrado em estacas de quiri (*Paulownia fortunei* var. *mikado*), as quais não produziram brotações no inverno e as coletas de primavera e verão apresentaram as maiores percentagens de enraizamento (Stuepp et al., 2015).

Por meio da análise de correlação verificou-se que os caracteres de enraizamento estão altamente dependentes entre si, pois correlações positivas e de alta magnitude foram observadas entre a percentagem de enraizamento e o número e comprimento médio das raízes (Tabela 3). Esses caracteres merecem atenção, pois mudas com um melhor desenvolvimento radicular terão maiores índices de sobrevivência e um desenvolvimento mais vigoroso e rápido, proporcionando uma melhor fixação quando levadas a campo, o que diminui as perdas por mortalidade (Reis et al., 2000). Além disso, a percentagem de brotação apresentou alta correlação com o número de brotos e correlação mediana com o comprimento dos mesmos, demonstrando haver dependência também entre os caracteres relacionados à brotação e independência àqueles relacionados ao

Tabela 2. Médias para efeito de época de coleta para sobrevivência (SOB), percentagem de enraizamento (ENR), número de raiz (NRA), comprimento de raiz (CRA), percentagem de brotação (BRO), número de broto (NBR), comprimento de broto (CBR) de miniestacas de 22 clones de canjerana em três épocas de coleta.

Coletas	SOB (%)	ENR (%)	NRA	CRA (cm)	BROT (%)	NBR	CBR (cm)
Época I	86,8 a ¹	43,5 a	0,71 a	1,13 a	18,0 a	0,37 a	0,36 ab
Época II	58,0 b	16,7 b	0,41 b	0,54 b	15,3 a	0,35 a	0,43 a
Época III	22,8 c	10,0 b	0,34 b	0,33 b	6,3 b	0,27 b	0,25 b

¹ Médias de coletas, pelo teste de Tukey não seguidas pela mesma letra, diferem a 5% de probabilidade de erro.

enraizamento de miniestacas, já que os valores de correlação foram de menor magnitude.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos com miniestacas herbáceas de *Prunus persica*, nas quais os caracteres de enraizamento (número e comprimento de raiz) e de brotação (número e comprimento de brotos) apresentaram baixa correlação (Timm et al., 2015). Cabe ressaltar que é de fundamental importância o equilíbrio entre caracteres relacionados ao enraizamento e a brotação de miniestacas, pois são parâmetros importantes para o vigor e a qualidade das mudas de canjerana. Pela magnitude da correlação é possível inferir que clones de canjerana com competência ao enraizamento associada a brotação das miniestacas podem ser selecionados.

O número de miniestacas enraizadas é um caráter extremamente importante, pois define a taxa de multiplicação potencial de um clone e, conseqüentemente, indica a quantidade potencial de mudas produzidas. Por meio desse caráter, foi possível observar o comportamento dos clones ao longo das épocas de coleta, verificando quais são aqueles menos afetados pela época de coleta e com desempenho superior nas três épocas. Dessa forma, a utilização de um índice de classificação dos clones pelo número de miniestacas enraizadas, bem como o somatório dos índices de cada clone foi fundamental para identificar aqueles com maior competência ao enraizamento durante o período de crescimento vegetativo. Não é de conhecimento dos autores a utilização da soma de postos para a identificação de clones de espécies arbóreas, porém esta mesma metodologia proporcionou resultados satisfatórios na seleção de clones de batata (Müller et al., 2009) e de genótipos de soja (Costa et al., 2004). Esta estratégia de seleção deve ser aplicada em canjerana, pois o número de miniestacas enraizadas varia entre clones e entre épocas de coleta (Tabela 4). Diferenças genéticas entre clones explicam as variações no número de miniestacas enraizadas em uma mesma época e podem estar associadas às diferenças nos níveis endógenos de auxinas. Essas variações no enraizamento já foram verificadas em estudo realizado com três clones de canjerana em diferentes épocas de coleta (Gimenes et al., 2015).

Os clones avaliados apresentaram diferenças significativas de número de miniestacas enraizadas, variando de uma até oito miniestacas enraizadas na época I de coleta, de zero até nove miniestacas enraizadas na época II de coleta e de

Tabela 4. Número de miniestacas enraizadas por minicepa em cada época de coleta, número de miniestacas enraizadas por minicepa nas três épocas de coleta e índice de classificação pela soma de postos de 22 clones de canjerana.

Clone	Época I	Época II	Época III	Miniestacas enraizadas	Soma de Postos
10SM05	4 b ¹	9 a	4 a	17	4
12SMI57	6 a	5 a	0 c	11	5
10SM01	2 b	4 a	1 b	7	5
12SMI15	6 a	2 b	0 c	8	6
12SMI55	2 b	3 a	0 c	5	6
10SM42	1 c	1 b	3 a	5	6
10SM06	1 c	1 b	2 a	4	6
12SMI14	8 a	0 c	0 c	8	7
12SMI17	6 a	0 c	0 c	6	7
12SMI16	4 b	0 c	1 b	5	7
12SMI04	2 b	0 c	1 b	3	7
12SMI08	1 c	0 c	2 a	3	7
10SM240	4 b	0 c	0 c	4	8
12SMI05	3 b	0 c	0 c	3	8
12SMS06	2 b	0 c	0 c	2	8
12SMS22	2 b	0 c	0 c	2	8
12SMI10	1 c	1 b	0 c	2	8
10SM03	1 c	0 c	0 c	1	9
12SMI12	1 c	0 c	0 c	1	9
12SMI56	1 c	0 c	0 c	1	9
10SM119	1 c	0 c	0 c	1	9
12SMS27	1 c	0 c	0 c	1	9

¹ Os clones seguidos por mesma letra na coluna foram agrupados pelo método das k-médias e diferem a 5% de probabilidade pelo teste t de Student para amostras independentes. Para a soma dos postos, a = 1, b = 2, e c = 3.

zero até quatro miniestacas enraizadas na época III de coleta (Tabela 4). A seleção dos clones menos afetados pelas épocas de coletas, como é o caso do clone 10SM05, é importante para maximizar o número de miniestacas enraizadas ao longo das coletas. A seleção baseada no somatório dos índices dos clones com maior número de miniestacas enraizadas nas três coletas resultou na identificação dos clones 10SM05, 12SMI57, 10SM01, 12SMI15, 12SMI55, 10SM42 e 10SM06 (Tabela 4), os quais apresentaram maior potencial para a produção massal de mudas de canjerana por miniestaquia, ao longo do período de crescimento vegetativo.

Os clones 12SMI14, 12SMI17, 12SMI16, 12SMI04 e 12SMI08 também poderiam ser selecionados, pois apresentaram boa produtividade de miniestacas enraizadas na primeira época de coleta (Tabela 4). No entanto, apresentaram pouca ou nenhuma miniestaca enraizada

Tabela 3. Correlação de Pearson para sobrevivência (SOB), percentagem de enraizamento (ENR), número de raiz (NRA), comprimento de raiz (CRA), percentagem de brotação (BRO), número de broto (NBR), comprimento de broto (CBR) de miniestacas de 22 clones de canjerana em três épocas de coleta.

Caráter	ENR (%)	NRA	CRA (cm)	BRO (%)	NBR	CBR (cm)
SOB (%)	0,497*	0,422*	0,403*	0,347*	0,347*	0,299*
ENR (%)		0,848*	0,811*	0,283*	0,283*	0,299*
NRA			0,608*	0,312*	0,312*	0,333*
CRA (cm)				0,210*	0,210*	0,224*
BRO (%)					1,000*	0,581*
NBR						0,581*

*Significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t.

nas demais épocas de coleta, o que não é recomendado quando se quer maximizar a produção de mudas e selecionar clones menos afetados pelas mudanças de temperatura e fotoperíodo durante o crescimento vegetativo. Portanto, a estratégia de seleção deve ser baseada na soma de postos, sendo selecionados os clones com miniestacas enraizadas em pelo menos duas épocas de coleta, que apresentaram as menores somas de postos. Para a produção massal de mudas e o melhor aproveitamento da infraestrutura de propagação, quanto maior o período de enraizamento e a produção de miniestacas menor será o custo de produção das mudas. Além disso, com o conhecimento do período do ano mais favorável ao enraizamento adventício é possível adotar estratégias de manejo, visando otimizar a produção de mudas de clones previamente selecionados (Brondani et al., 2010).

Os maiores ganhos de seleção foram obtidos para o número de miniestacas enraizadas, com exceção da primeira época de coleta em que a percentagem de brotação resultou no maior ganho (Tabela 5). Isso novamente demonstra que a seleção de clones com base no número de miniestacas enraizadas é adequada, conforme já observado em canjerana.

A seleção dos clones de canjerana com base em todas as épocas de coleta promove maior ganho indireto de seleção (79,1%) para o número de miniestacas enraizadas, seguido da percentagem de enraizamento (61,0%) e da percentagem de brotação (26,1%). Entre as épocas de coleta, a época II é a que promoveu os maiores ganhos indiretos de seleção sendo de 202,2%, 142,4% e 94,8%, respectivamente, para os caracteres número de miniestacas enraizadas, percentagem de enraizamento e percentagem de brotação. A época III também garante ganhos expressivos de seleção para os caracteres número de miniestacas enraizadas (124,5%) e

Tabela 5. Valores das médias originais (MCO) e dos clones selecionados (MCS) e o ganho genético indireto de seleção (GS) e em percentagem (GS %) para número de miniestacas enraizadas por minicepa e para as percentagens de enraizamento e brotação de miniestacas de clones de canjerana em cada uma e no conjunto das três épocas de coleta.

Caracteres	MCO	MCS	GS	GS (%)
Todas as épocas de coletas				
Miniestacas enraizadas	1,5	2,7	1,2	79,1
Enraizamento (%)	24,9	40,1	15,2	61,0
Brotação (%)	14,0	17,6	3,6	26,1
Época I de coleta				
Miniestacas enraizadas	2,7	3,1	0,4	15,2
Enraizamento (%)	49,2	55,0	5,8	11,8
Brotação (%)	20,5	12,5	-8,0	39,0
Época II de coleta				
Miniestacas enraizadas	1,2	3,6	2,4	202,2
Enraizamento (%)	21,5	52,1	30,6	142,4
Brotação (%)	18,2	35,4	17,2	94,8
Época III de coleta				
Miniestacas enraizadas	0,6	1,4	0,8	124,5
Enraizamento (%)	8,9	18,5	9,7	109,0
Brotação (%)	5,7	5,6	-0,1	2,5

para a percentagem de enraizamento (109,0%) (Tabela 5). Os maiores ganhos de seleção nas épocas de coleta II e III se devem ao fato de que todos os clones com competência ao enraizamento foram selecionados e, portanto, devem ser analisados com ressalva.

Os resultados deste trabalho mostram que a seleção de clones de canjerana deve ser realizada com base no número de miniestacas enraizadas por minicepa durante o período de crescimento vegetativo, ou seja, nas três épocas de coleta, para que os clones produzam miniestacas por um maior período e seja maximizada a produção de mudas. Os clones selecionados serão utilizados com maior número de minicepas para aumentar a precisão experimental e o número de mudas, o que possibilitará comparar os clones quanto ao vigor de crescimento e a qualidade das mudas produzidas.

Conclusões

A época de coleta das brotações afeta o enraizamento de miniestacas de canjerana.

A seleção de clones de canjerana deve ser realizada com base no número de miniestacas enraizadas durante todo o período de crescimento vegetativo.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelas bolsas concedidas.

Literatura Citada

- Alcantara, G.B.; Ribas, L.L.F.; Higa, A.R.; Ribas, K.C.Z. Efeitos do ácido indolilbutírico (AIB) e da coleta de brotações em diferentes estações do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L. *Scientia Forestalis*, v.36, n.78, p.151-156, 2008. <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr78/cap07.pdf>. 8 Jun. 2017.
- 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*, v.31, n.3, p.399-404, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000300005>.
- Backes, P.; Irgang, B. *Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico*. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2009. 332p.
- Bisognin, D.A.; Bandinelli, M.G.; Kielse, P.; Fischer, H. Rooting potential of mini-cuttings for the production of potato plantlets. *American Journal of Plant Sciences*, v.6, n.2, p.366-371, 2015. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.62042>.
- Bortolini, M.F.; Ribas, K.C.Z.; Koehler, H.S.; Carpanezzi, A.A.; Deschamps, C.; Oliveira, M.D.C.; Bona, C.; Mayer, J.L.S. *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.: Enraizamento, anatomia e análises bioquímicas nas quatro estações do ano. *Ciência Florestal*, v.18, n.2, p.159-171, 2008. <https://doi.org/10.5902/19805098454>.

- Brondani, G.E.; Wendling, I.; Grossi, F.; Dutra, L.F.; Araujo, M.A. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*: (II) sobrevivência e enraizamento de miniestacas em função das coletas e estações do ano. *Ciência Florestal*, v.20, n.3, p.453-465, 2010. <https://doi.org/10.5902/198050982060>.
- Campos Filho, E.M.; Sartorelli, P.A.R. Guia de árvores com valor econômico. São Paulo: Agroicone, 2015. 139p.
- Carvalho, P.E.R. Espécies Arbóreas Brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.
- Coradin, L.; Siminski A.; Reis, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o futuro-Região Sul. Brasília: MMA, 2011. 934p.
- Costa, M.M.; Di Mauro, A.O.; Unêda-Trevisoli, S.H.; Arriel, N.H.C.; Bárbaro, I.M.; Muniz, F.R.S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.11, p.1095-1102, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100007>.
- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 1997. 390p.
- Fachinello, J.C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J.C. Propagação de plantas frutíferas. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.
- Felippi, M.; Araújo, M.M.; Longhi, S.J.; Lucio, A.D.C. Fenologia Reprodutiva e qualidade das sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. *Ciência Rural*, v.45, n.12, p.2137-2142, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130517>.
- 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*, v.31, n.67, p.257-264, 2011. <https://doi.org/10.4336/2011.pfb.31.67.257>.
- Gimenes, E.S.; Kielse, P.; Haygert, K.L.; Fleig, F.D.; Keathley, D.E.; Bisognin, D.A. Propagation of *Cabralea canjerana* by minicutting. *Journal of Horticulture and Forestry*, v.7, n.1, p.8-15, 2015. <https://doi.org/10.5897/JHF2014.0367>.
- Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies, F.T.; Geneve, R.L. Plant propagation: principles and practices. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 928p.
- Kielise, K.; Bisognin, D.A.; Haygert, K.L.; Mello, U.S.; Pimentel, N.; Raube, M.A. Production and rooting of cordia - *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. minicuttings collected from ministumps of asexual and seminal origin. *Ciência Rural*, v.45, n.7, p.1164-1166, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131011>.
- Mingoti, S.A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 297p.
- Mulamba, N.N.; Mock, J.J. Improvement of yield potential of the method Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal of Genetics and Cytology*, v.7, n.1, p.40-51, 1978.
- Müller, D.R. Bisognin, D.A.; Andriolo, J.L.; Morin Junior, G.R.; Gnolato, F.S. Expressão dos caracteres e seleção de clones de batata nas condições de cultivo de primavera e outono. *Ciência Rural*, v.39, n.5, p.1237-1334, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000078>.
- Oliveira, L.S.; Dias, P.C.; Almeida, M. Avaliação genética do enraizamento de miniestacas de uma procedência de *Eucalyptus cloeziana*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.35, n.84, p.391-397, 2015. <https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.84.890>.
- Oliveira, T.P.F.; Barroso, D.G.; Lamônica, K.R.; Carvalho, G.C.M.W. Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. *Ciência Florestal*, v.26, n.1, p.313-320, 2016. <https://doi.org/10.5902/1980509821128>.
- Peña, M.L.P.; Zanette, F.; Biasi, L.A. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitangueira. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, n.5, p.3055-3068, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p3055>.
- Reis, J.M.R.; Chalfun, N.N.J.; Lima, L.C.O.; Lima, L.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. <http://www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/38-volume-24-numero-4?download=608:vol24numero4>. 08 Jun. 2017.
- Stuepp, C.A.; Wendling, I.; 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*, v.25, n.3, p.667-677, 2015. <https://doi.org/10.5902/1980509819617>.
- Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 5.ed. Porto Alegre, Artmed, 2013. 954p.
- Timm, C.R.F.; Schuch, M.W.; Tomaz, Z.F.P.; Mayer, N.A. Enraizamento de miniestacas herbáceas de porta-enxertos de pessegueiro sob efeito de ácido indolbutírico. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, n.1, p.135-140, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n1p135>.
- Xavier, A.; Santos, G.A.; Wendling, I.; Oliveira, M.L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. *Revista Árvore*, v.27, n.2, p.139-143, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000200003>.
- Xavier, A.; Wendling, I.; Silva, R.L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. 2.ed. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 2013. 279p.