



COMPETÊNCIA AO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS E QUALIDADE DE MUDAS DE CLONES DE ERVA-MATE

ROOTING COMPETENCE OF MINI-CUTTINGS AND QUALITY OF MATE PLANTLETS

Dilson A. Bisognin^{1,2}; Larissa Bittencourt^{1,3}; Chakira Londero^{1,4}; Luciane G. Maculan^{1,5}; Antônio M. Z. Lunkes^{1,6}; Kelen H. Lencina⁷

¹ Universidade Federal de Santa Maria – RS, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, Santa Maria – RS, Cep: 97105-900, Brasil. ²dilson.bisognin@ufsm.br, Apresentador do trabalho, ³larybittencourt@gmail.com, ⁴chakiralondero@hotmail.com, ⁵lucianemaculan@hotmail.com, ⁶antoniolunkes@gmail.com.

⁷ Universidade Federal de Santa Catarina – SC, Rodovia Ulysses Gaboardi, Km 3, Curitibanos – SC, Cep: 89520-000, Brasil. kelen.lencina@ufsc.br.

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) é considerada uma das espécies nativas de maior importância no Sul do Brasil, devido ao seu potencial econômico, social e ecológico (DUARTE et al., 2019). Seu valor comercial se deve principalmente ao consumo na forma de chimarrão, à fabricação de chás, além do crescente interesse pelas indústrias farmacológica e cosmética (VIEIRA et al., 2021). O cultivo dessa espécie se dá em áreas nativas e plantadas, com sistemas de cultivo e manejo distintos, que variam desde monocultivos, consórcio com árvores sombreadoras ou ainda em adensamentos de ervais nativos. No caso de erval plantado, sua qualidade está relacionada diretamente com a qualidade das mudas utilizadas, as quais podem ser produzidas por sementes ou propagação vegetativa.

A propagação vegetativa possibilita a obtenção de mudas com maior padrão de qualidade genética, além da uniformidade dos plantios (DUARTE et al., 2019). Esse padrão pode ser obtido através da seleção precoce de genótipos superiores quanto ao enraizamento adventício de miniestacas em programas de melhoramento genético, o que reduz o tempo para o desenvolvimento de novos clones, além de ser importante para espécies recalcitrantes à propagação vegetativa (OLIVEIRA et al., 2015), como a erva-mate. A origem genética influencia o rendimento, a qualidade da matéria-prima produzida e o desenvolvimento das mudas para a implantação de novos plantios (SANTIN et al., 2015).

A utilização de miniestacas de gema única é uma forma de aumentar a taxa de multiplicação, além de produzir mudas de erva-mate de alta qualidade (PIMENTEL et al., 2020). As miniestacas são mais responsivas ao enraizamento adventício (DIAS et al., 2012), quando comparado à utilização de estacas. Essa consideração foi corroborada por Pimentel et al. (2019; 2020) para a erva-mate. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a competência ao enraizamento de miniestacas e a qualidade das mudas de erva-mate produzidas por miniestaquia.

MATERIAL E MÉTODOS



O trabalho foi realizado no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas (MPVP), da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, no período de maio de 2020 a janeiro de 2021. Foram coletadas brotações das minicepas de erva-mate que compõem o minijardim clonal previamente estabelecido com 38 clones selecionados por Gazzana et al. (2020), conforme metodologia descrita por Bisognin et al. (2017). As brotações foram seccionadas em miniestacas de gema única com 2,0 cm de comprimento e a folha reduzida à 50%. Em cada coleta foi anotado o número de miniestacas produzidas por minicepa.

As miniestacas foram tratadas com solução hidroalcoólica de AIB, na concentração de 2000 mg.L⁻¹, aplicada na porção basal das miniestacas, por 10 segundos. As miniestacas foram cultivadas em bandejas de polietileno com 100 alvéolos, contendo igual proporções substrato comercial, vermiculita média e areia de granulometria grossa. As miniestacas foram mantidas em câmara úmida com nebulização automatizada. A competência ao enraizamento foi avaliada aos 60 dias de cultivo, considerando as porcentagens de sobrevivência e enraizamento, o número de raízes, o comprimento médio das três maiores raízes e o número de miniestacas enraizadas por minicepa.

Para avaliação da qualidade, as miniestacas enraizadas foram transferidas para tubetes de 280 cm³ contendo uma mistura de substrato comercial e solo subsuperficial (2:1 v/v) conforme Pimentel et al. (2016). As mudas foram mantidas em casa de sombra com permeabilidade solar de 30% e irrigação automatizada uma vez ao dia durante 15 minutos. As mudas foram avaliadas aos 180 dias de cultivo, considerando a porcentagem de sobrevivência, o número de folhas, a altura da parte aérea (cm), o diâmetro do colo (mm) e a relação da altura da parte aérea com diâmetro do colo.

Os dados de enraizamento de miniestacas e qualidade de mudas dos 38 clones avaliados foram submetidos a análise de correlação de Pearson. Para avaliação dos clones foi utilizado o modelo $y = Xm + Wp + e$, em que: y é o vetor de dados, m é o vetor dos efeitos de medição (assumidos como fixos) somados à média geral, p é o vetor dos efeitos permanentes de plantas (efeitos genotípicos + efeitos de ambiente permanente) (assumidos como aleatórios), e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). A significância do modelo foi obtida através da análise de Deviance e pelo teste de razão

da máxima verossimilhança (LRT), considerando o qui-quadrado (χ^2) com um grau de liberdade.

Também foram estimados os componentes de variância pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e a predição dos valores fenotípicos e genotípicos, pela Melhor Predição Linear Não Viciada - BLUP (RESENDE, 2002). A seleção foi feita com base nos genótipos que apresentaram desempenho relativo superior a 80% para o valor genotípico para variável número de miniestacas enraizadas.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de correlação linear mostrou que os caracteres de enraizamento de miniestacas e os de qualidade de mudas apresentaram correlação significativa entre si. Para o enraizamento, o número de miniestacas enraizadas por minicepa foi o único correlacionado com todos os demais. Além disso, o número de miniestacas enraizadas apresentou alta correlação com o número de miniestacas produzidas e com a porcentagem de enraizamento, que definem a taxa de multiplicação. Para a qualidade de muda, a altura da parte aérea apresentou correlação significativa com os demais caracteres analisados (Tabela 1).

TABELA 1 - Correlação de Pearson entre porcentagem de sobrevivência (S%), porcentagem de enraizamento (R%), número de raízes (NR), comprimento médio das três maiores raízes (C3MR), número de miniestacas produzidas por minicepa (NMP) e número de miniestacas enraizadas por minicepa (NME) considerando a propagação vegetativa, e entre altura da parte aérea (APA), diâmetro do colo (DC), número de folhas (NF) e da relação da altura da parte aérea e do diâmetro do colo (APA/DC) para qualidade de mudas de 38 clones de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil..

Enraizamento	S%	R%	NR	C3MR (cm)	NMP
R%	0,5233**				
NR	0,1158 ^{ns}	0,5227**			
C3MR	-0,0230 ^{ns}	0,2964**	0,5608**		
PR	-0,0800 ^{ns}	-0,1222 ^{ns}	0,0181 ^{ns}	0,0371 ^{ns}	
NME	0,2057**	0,5070**	0,3879**	0,1906*	0,6666**
Qualidade	S%	APA (cm)	DC (mm)	NF	
APA	-0,2517*				
DC	0,0065 ^{ns}	0,3378**			
NF	-0,0391 ^{ns}	0,8537**	0,3703**		
APA/DC	-0,2602*	0,9168**	0,0067 ^{ns}	0,7456**	

*Significativo a 5% e ** 1% de probabilidade de erro pelo teste T de Student. ns: não significativo.

A existência de correlação é muito importante por facilitar o processo de seleção, possibilitando o melhoramento simultâneo de vários caracteres favoráveis (CRUZ; REGAZZI, 1994), seja pela seleção direta e indireta de todos os caracteres correlacionados. Correlações positivas e significativas para os mesmos caracteres foram observados em *Myrocarpus frondosus* (BISOGNIN et al., 2020) e *Eucalyptus grandis* (ELOY et al., 2013). Pela estimativa dos componentes da variância verificou-se que há variabilidade genética entre os clones de erva-mate para todas os caracteres, indicando a possibilidade de obter ganhos de seleção (Tabela 2).

TABELA 2 – Estimativa dos parâmetros genéticos para o número de miniestacas enraizadas por minicepa (NME), porcentagem de enraizamento (R%), número de raízes (NR), altura da parte aérea (cm) e número de folhas para os 38 clones de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.

Parâmetros genéticos	NME	R%	NR	HPA	NF
V _{pp}	2,31	217,51	0,61	5,60	1,13
V _{te}	5,26	316,75	2,21	19,53	5,24
V _p	7,58	534,26	2,82	25,12	6,40
R=h ²	0,30 ± 0,12	0,41 ± 0,14	0,22 ± 0,10	0,22 ± 0,14	0,18 ± 0,13
A _{cm}	0,83	0,88	0,76	0,68	0,63
Média Geral	2,95	41,28	4,13	12,10	8,08

V_{pp}: variância fenotípica permanente entre plantas; V_{te}: variância temporária do ambiente; V_p: variância fenotípica individual; r = h²: repetibilidade individual; A_{cm}: acurácia da seleção.



A estimativa dos parâmetros genéticos mostrou que o número de miniestacas enraizadas e a porcentagem de enraizamento apresentam os maiores valores de herdabilidade e acurácia, corroborando as estimativas de correlação. Estes resultados estão de acordo com Gazzana et al. (2020), que verificaram em erva-mate que os maiores ganhos de seleção para competência ao enraizamento adventício são obtidos para o número de miniestacas enraizadas por minicepa.

Os clones foram ranqueados considerando os componentes médios para número de miniestacas enraizadas. Desta forma foram selecionados os 12 melhores clones para a propagação por miniestaquia (Figura 1), que apresentaram ganhos genéticos diretos de 75,9%, elevando a média original de 2,95 para 5,20. O número de miniestacas enraizadas foi utilizado com sucesso também para a seleção de progênies de erva-mate (GAZZANA et al., 2020). Os ganhos indiretos de seleção foram de 42,5% para porcentagem de enraizamento, 20,1% para número de raízes, 14,2% para altura da parte aérea e 5,7% para número de folhas.

FIGURA 1 – Relação dos 12 melhores clones selecionados de *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. para o enraizamento adventício (com barras de erro padrão).

Os resultados deste trabalho confirmam que é possível selecionar clones de erva-mate com base no número de miniestacas enraizadas por minicepa, resultando em elevado ganho genético para este caractere. O número de miniestacas enraizadas é relevante, pois define a taxa de multiplicação potencial de um clone e, conseqüentemente, indica a quantidade possível de mudas produzidas por miniestaquia (MÜLLER et al., 2009).

CONCLUSÃO

O número de miniestacas enraizadas, por estar correlacionado com outros caracteres e possibilitar altos ganhos de seleção, deve ser utilizado para a identificação de clones de erva-mate para a propagação por miniestaquia.

AGRADECIMENTOS



À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal da Educação (CAPES) e o Conselho Nacional Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

- BISOGNIN, D.A.; LENCINA, K.H.; AIMI, S.C.; ARAUJO, M.M.; BURIN, C. Progeny selection of *Myrocarpus frondosus* for improved growth vigor of seedlings. **Ciência e Natura**, v. 42, n. e23, p. 1-16, 2020.
- BISOGNIN, D.A.; LENCINA, K.H.; KIELSE, P.; FLEIG, F.D.; SILVEIRA, R.; GIMENES, E.S. Cuttings of post fire epicormic shoots of *Ilex paraguariensis* and *Cabralea canjerana* adult plants. **Ciência Rural**, v. 47, n. 3, p. 1-6, 2017.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390p.
- DIAS, P.C.; OLIVEIRA, L.S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n.72, p. 453-462, 2012.
- DUARTE, M.M.; MIRESKI, M.C.; OLISZESKI, A.; WENDLING, I.; STUEPP, C.A. Rooting of yerba mate cuttings with different lengths. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 5, n. 1, p. 05-11, 2019.
- ELOY, E.; CARON, B.O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 373-384, 2013.
- GAZZANA, D.; PIMENTEL, N.; LOHMANN, G.T.; SPANEVELLO, J.F.; BISOGNIN, D.A. Selection between and within half-sibling progenies of *Ilex paraguariensis* for adventitious rooting of minicuttings. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 4, p. e32562043, 2020.
- MÜLLER, D.R.; BISOGNIN, D.A.; ANDRIOLO, J.L.; MORIN JUNIOR, G.R.; GNOCATO, 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.
- 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.
- PIMENTEL, N.; BISOGNIN, D.A.; KIELSE, P.; LENCINA, K.H.; MELLO, U.S. Shoot segment and substrate composition in rooting of juvenile ipê-roxo mini-cuttings. **Ciência Rural**, v. 46, n. 6, p. 996-1002, 2016.
- PIMENTEL, N.; LENCINA, K.H.; KIELSE, P.; RODRIGUES, M.B.; SOMAVILLA, T.M.; BISOGNIN, D.A. Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de clones de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.). **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 559-570, 2019.
- PIMENTEL, N.; RODRIGUES, M.B.; FLORES, R.; BISOGNIN, D.A. How do clonal plantlets of mate respond to different substrate compositions and shading levels? **Bioscience Journal**, v. 36, n. 6, p. 2020-2031, 2020.
- RESENDE, M.D.V. de. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2002. 975p.



SANTIN, D.; WENDLING, I.; BENEDETTI, E.L.; MORANDI, D.; DOMINGOS, D.M.
Sobrevivência, crescimento e produtividade de plantas de erva-mate produzidas por miniestacas juvenis e por sementes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 571-579, 2015.

VIEIRA, L.; MAGGIONI, R.; TOMASI, J.; NUNES GOMES, E.; WENDLING, I.; HELM, C;
ZUFFELLATO-RIBAS, K. Propagacao vegetativa, composicao quimica e atividade antioxidante de genotipos de erva-mate. **Recursos geneticos de plantas: Caracterizacao e utilizacao**, v.19, n.2, p.112-121, 2021. Doi: 10.10117/S1479262121000150