

TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO, PROCEDÊNCIA E FONTE DE NITROGÊNIO NA PRODUTIVIDADE DE ERVA-MATE EM SUCESSIVAS COLHEITAS

Delmar Santin¹; Ivar Wendling²; Eliziane Luiza Benedetti³

¹ Pesquisador/Consultor. Cambona Consultoria e Treinamento Agroindustrial Ltda (CCTA). Rod Br 277, Km 711, Santa Terezinha de Itaipu-PR, Brasil. Email: desantinflorestal@yahoo.com.br

² Pesquisador. Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira, Km 111, Colombo-PR, Brasil. Email: ivar.wendling@embrapa.br

³ Professora/Pesquisadora. Instituto Federal de Santa Catarina, IFSC, Canoinhas. Av. Expedicionários, 2150, Canoinhas-SC, Brasil. Email: eliziane.benedetti@ifsc.edu.br

Resumo: A baixa produtividade e heterogeneidade da erva-mate comercial dos ervais brasileiros, atualmente, ainda é realidade. O plantio de ervais com mudas propagadas vegetativamente poderia minimizar esse problema. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da técnica de propagação de mudas e fontes de nitrogênio na produtividade e na relação entre massa verde e seca de erva-mate comercial, de um erval em quatro sucessivas colheitas. O plantio foi realizado em 2005 em São Mateus do Sul-PR, no espaçamento 1,2 m x 3,0 m com mudas propagadas por semente (SE) e miniestaquia (MI). Avaliou-se as procedências Bituruna (BI/MI), Cruz Machado (CM/MI), São Mateus do Sul (SM/MI e SM/SE); e as fontes de nitrogênio (N) nitrato de amônio (NA), sulfato de amônio (SA) e ureia (UR). Nas colheitas de 2012 e 2013 aplicou-se 130 kg ha⁻¹ de N e, nas de 2015 e 2016, 300 kg ha⁻¹ de N. Avaliou-se a produtividade de erva-mate comercial (ECOM= folhas+galhos finos) e a relação entre massas verde/seca (ECOM.V/S) nas idades de 6,5, 8,0, 9,5 e 11,0 anos. As colheitas foram realizadas com intervalo de 18 meses. Na idade de 11 anos a produtividade máxima e mínima de 32,8 e 23,1 t ha⁻¹ de ECOM ocorreu, respectivamente, nas procedências de SM/MI e SM/SE. A produtividade de ECOM foi influenciada pelas fontes de N nas procedências BI/MI e SM/MI. A relação massa verde/seca de ECOM foi pouco influenciada pela idade do erval e fontes de N. Conclui-se que a propagação vegetativa de mudas estimula o aumento de produtividade de ECOM e a preferência de fontes de nitrogênio varia para cada procedência. Erval estabelecido com mudas propagadas por sementes e adubado com UR produz ECOM com menor relação entre massas, verde/seca.

Palavras-chave: Propagação vegetativa. Miniestaquia. Progenie. Nutrição de erva-mate. *Ilex paraguariensis*.

Introdução

A heterogeneidade e a baixa produtividade nos plantios de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) ainda é uma realidade, deixando essa cultura cada vez menos competitiva. Para culturas florestais bem mais recentes no Brasil, como o gênero *Eucalyptus*, a propagação via assexuada com a técnica de miniestaquia, permitiu a clonagem em escala comercial de material genético superior (Xavier e Silva, 2010), que, juntamente com nutrição dos plantios contribuiu para alavancar a eucaliptocultura brasileira nas últimas décadas. Na cultura da erva-mate, a exemplo do eucalipto, a propagação vegetativa de material superior associado a nutrição dos ervais, poderão contribuir significativamente na melhoria da produtividade e da padronização da erva-mate comercial.

Apesar dos estudos com propagação vegetativa da erva-mate terem iniciado na década de 1930 (Wendling e Bondani, 2015), atualmente os protocolos de estaquia ainda não estão bem ajustados para a produção de mudas em escala comercial. As limitações na propagação vegetativa de mudas de erva-mate ainda estão atreladas ao rejuvenescimento de material adulto e à nutrição das estacas, o que dificulta o enraizamento das mesmas (Wendling, 2004). Contudo, a técnica de miniestaquia,

desenvolvida a partir de 2000, promoveu grande avanço na propagação vegetativa, pois, maiores índices de enraizamento foram obtidos. No caso da erva-mate, testes a campo que avaliem produtividade e qualidade comparativa de mudas produzidas por propagação sexuada e vegetativa são de fundamental importância para a validação da silvicultura clonal da espécie (Wendling e Bondani, 2015).

Como o produto colhido da erva-mate é constituído basicamente por folhas e galhos finos, Reissmann et al. (1985) alertaram que a exportação de nutrientes da área era expressiva e que medidas de reposição nutricional seriam necessárias. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é que apresenta o maior teor foliar na erva-mate, conseqüentemente é o mais exportado pela colheita. Para cada 15 t de erva-mate comercial verde (70 % de folhas e 30 % de galhos finos, aproximadamente) são exportados aproximadamente 140 kg de N (Santin et al., 2015a).

Para culturas em geral, comumente a fonte de N mais utilizada é a ureia, constituída de N amídico (NH_2). Outras fontes, como nitrato de amônio com 50 % do N na forma de amônio (NH_4^+) e 50 % de nitrato (NO_3^-) e sulfato de amônio com N na forma de NH_4^+ (contém enxofre - S) (Alcarde, 2007) também se encontram facilmente no mercado. Para a erva-mate em fase de mudas, Gaiad et al. (2006) verificaram a preferência de NH_4^+ em relação ao NO_3^- . Para ervais em produção, Santin et al. (2014) constataram que fontes de N que continham S em sua fórmula ocasionaram maior queda de folhas e menor produtividade de erva-mate. Mas para ervais adultos os estudos ainda são incipientes.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da técnica de propagação de mudas e fontes de nitrogênio na produtividade e na relação entre massas, verde/seca, em um erval em quatro sucessivas colheitas.

Metodologia

O experimento foi instalado em São Mateus do Sul - PR, em agosto de 2005, localizado no segundo Planalto Paranaense (longitude $50^\circ 26' 09''$ O e latitude $25^\circ 44' 43''$ S) a 820 m de altitude. O clima do local é temperado (Cfb) com precipitação pluvial média anual entre 1600 a 1800 mm (IAPAR, 1994). Na região, predominam os solos Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho-Escuro e Cambissolos (Castella e Brites, 2004). O solo do local apresentava, na profundidade de 0-20 cm, pH(H_2O) de 4,5; Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H+Al e $\text{CTC}_{\text{pH}7,0}$, respectivamente, de 1,98, 0,98, 5,56, 34,50 e 37,76 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; disponibilidade de P e K, respectivamente, de 1,2 e 119,0 mg dm^{-3} ; saturação por bases, saturação por Al, teor de argila e de MO, respectivamente, 8,64, 63, 04, 44 e 4,5 %.

Os tratamentos relacionados às procedências de erva-mate consistiram de uma testemunha (mudas propagadas por sementes (SE) de procedência São Mateus do Sul (SM/SE)) e de mudas propagadas por miniestaquia (MI) em nível de progênie (propágulos juvenis), sendo, procedência Bituruna (BI/MI), Cruz Machado (CM/MI) e São Mateus do Sul (SM/MI).

As sementes utilizadas na produção das mudas da SMS/Se foram coletadas das mesmas matrizes que se propagaram as mudas da SM/Mi. Para a produção de mudas por miniestacas as sementes foram coletadas em fevereiro de 2003 e para as mudas da SM/Se, em fevereiro de 2004, ambas de matrizes adultas nativas de cada procedência. As sementes foram estratificadas em areia por cinco meses, semeadas em sementeira e as plântulas ao atingirem aproximadamente 2 cm de altura foram transplantadas para tubetes plásticos de 75 cm^3 , onde permaneceram até atingirem em média 9 cm de altura quando foram plantadas a campo ou em canaletão para posterior coleta de propágulos. A produção das mudas via miniestaquia consistiu na poda a uma altura de 5 a 8 cm uma semana após o plantio, sendo convertidas em minicepas para emissão das brotações a serem usadas como miniestacas (Wendling et al., 2007). As miniestacas coletadas no minijardim clonal foram enraizadas em tubetes plásticos de 75 cm^3 , mantidas em casa de vegetação com temperatura de 20-30 $^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar acima de 80 %. O substrato foi constituído de partes iguais de vermiculita, casca de arroz carbonizada e substrato comercial a base de casca de pinus. Após as mudas passarem

pelos processos de enraizamento, aclimação e rustificação, ao atingirem altura média de 9 cm foram plantadas a campo.

O plantio foi estabelecido em agosto de 2005 no espaçamento de 3 x 1,2 m. A primeira colheita foi efetuada em agosto de 2008, a aproximadamente 60 cm de altura do nível do solo. Em agosto de 2010, após a segunda colheita, iniciou-se a adubação com fontes de N. Para este trabalho foram avaliadas as colheitas de 2012, 2013, 2015 e 2016, correspondendo respectivamente, às idades de 6,5, 8,0, 9,5 e 11,0 anos. As colheitas de 2012 a 2016 foram realizadas com intervalos de 18 meses (**Tabela 1**).

Os tratamentos foram arranjos no fatorial 3 x 4 em esquema de parcela subdividida, com três fontes de N e quatro procedências de erva-mate, sendo na parcela a fonte de N e na subparcela as procedências. Os tratamentos foram dispostos no delineamento blocos casualizados com três repetições. A unidade experimental foi composta por nove plantas úteis, com duas linhas como bordadura entre parcelas.

Os tratamentos de fontes de N consistiram da aplicação de 130 kg ha⁻¹ de N para as colheitas de 2012 e 2013 e, 300 kg ha⁻¹ de N nas colheitas de 2015 e 2016. As fontes avaliadas foram: nitrato de amônio (NA), sulfato de amônio (SA) e ureia (UR). As características químicas de cada fonte eram: NA= 34 % de N, sendo 50 % na forma de NH₄⁺ e 50 % de NO₃⁻; SA= 22 % de N na forma de NH₄⁺ e 24 % de enxofre (S); e UR= 45 % de N na forma amídica (**Tabela 1**).

Realizou-se adubação de P e K, sendo as fontes superfosfato triplo (42 % de P₂O₅) e cloreto de potássio (60 % de K₂O), respectivamente. Para as colheitas de 2012 e 2013 aplicou-se doses de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O. Nas colheitas de 2015 e 2016 aplicou-se 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 270 kg ha⁻¹ de K₂O. As doses de P, K e fontes de N de cada colheita foram parceladas em três vezes iguais, aplicadas superficialmente na projeção da copa sempre no início de fevereiro e de setembro de cada ano (**Tabela 1**).

Tabela 1. Dose, parcelamento e época de aplicação dos fertilizantes para cada colheita em erval estabelecido com mudas de quatro procedência propagadas por miniestaquia e por sementes em São Mateus do Sul – PR.

Colheita		Dose kg ha ⁻¹	Parcelamento e época da aplicação das doses de nutrientes		
Ano/mês	Nutriente		33,3 %	33,3 %	33,3 %
2012/Fev	N	130	Set/2010	Fev/2011	Set/2011
	P ₂ O ₅	40			
	K ₂ O	40			
2013/Ago	N	130	Fev/2012	Set/2012	Fev/2013
	P ₂ O ₅	40			
	K ₂ O	40			
2015/Fev	N	300	Set/2013	Fev/2014	Set/2014
	P ₂ O ₅	140			
	K ₂ O	270			
2016/Ago	N	300	Fev/2015	Set/2015	Fev/2016
	P ₂ O ₅	140			
	K ₂ O	270			

Desde o plantio até a segunda colheita o cultivo não recebeu adubação e calagem. Em janeiro de 2012, logo após a segunda colheita, aplicou-se superficialmente sem incorporar 1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (CaO e MgO, respectivamente, de 33,2 % e 22,4 %). As colheitas foram realizadas

retirando-se aproximadamente 90 % da massa verde que brotou a partir da colheita anterior. Em cada colheita, separou-se a erva-mate comercial (ECOM= folha+galho fino) do galho grosso e foi determinada a quantidade de massa verde de ambos. O corte para a colheita foi efetuado entre 10 a 15 cm acima da posição da última poda. Da ECOM, retirou-se uma amostra por parcela de aproximadamente 500 g, pesadas a campo logo após a coleta e, posteriormente, após secas em estufa a 65 °C foram pesadas novamente. Considerou-se como GF os galhos com diâmetro menor de 7 mm, aproximadamente, e acima deste diâmetro como GG.

Quantificou-se a produtividade de massa verde do componente ECOM e a relação entre massa verde e seca da ECOM (ECOM.V/S). Na análise estatística, os fatores fontes de N, procedências e idade do erval, compuseram, respectivamente, parcela, subparcela e sub-subparcela. Os dados foram submetidos à análise da Anova. As médias referentes ao efeito de fontes de N e procedências foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$) e o efeito de idade do erval avaliadas por análise de regressão.

Resultados e Discussão

A produtividade de erva-mate comercial (ECOM) (**Figuras 1A e B**) e a relação entre massas verde/seca da ECOM (ECOM.V/S) (**Figuras 1C e D**) foram influenciadas pelas interações idade do plantio x procedência e fontes de N x procedência.

Com o avanço da idade do erval, a produtividade de ECOM aumentou linearmente. Aos 11,0 anos a produtividade de ECOM foi de 28,6, 27,4, 32,8 e 23,1 t ha⁻¹, respectivamente, para as procedências de BI/MI, CM/MI, SM/MI e SM/SE (**Figura 1A**).

Quanto ao efeito da interação entre fontes de N e procedências (**Figura 1B**), a produtividade de ECOM foi superior na procedência SM/MI com as fontes NA e UR, respectivamente, com 25,3 e 25,4 t ha⁻¹.

A procedência SM/SE, apresentou a menor produtividade de ECOM, para as três fontes de N avaliadas. Para a fonte SA, com produtividade de ECOM de 23,3 e 23,8 t ha⁻¹, respectivamente, as procedências BI/MI e SM/MI foram superiores as demais.

Quando avaliadas fontes de N na produtividade de ECOM em cada procedência, CM/MI e SM/SE não foram influenciadas pelas fontes. Por outro lado, enquanto o SA proporcionou a maior produtividade de ECOM na BI/MI (23,3 t ha⁻¹), para a SM/MI o SA foi inferior ao NA e UR (**Figura 1B**).

A relação entre massas de ECOM.V/S foi influenciada pela idade do erval para as procedências BI/MI e CM/MI, sendo de 2,73 na maior idade avaliada para CM/MI. Para a procedência BI/MI, a ECOM.V/S mínima de 2,63 ocorreu na idade de 8,1 anos. A ECOM.V/S das procedências SM/MI e SM/SE não foi influenciada pela idade do erval, tendo média, respectivamente, de 2,65 e 2,62 (**Figura 1C**).

Quando avaliado, procedência e fontes de N na ECOM.V/S (**Figura 1D**), somente a UR na procedência SM/SE (com valor de 2,56), foi inferior às demais fontes de N na mesma procedência, assim como, a SM/SE foi inferior as demais procedências na UR.

O aumento linear da produtividade de ECOM em função da idade do erval indica uma tendência de aumento para a próxima colheita (**Figura 1A**). Mas o que mais chama a atenção é uma diferença de produtividade de ECOM cada vez maior entre as procedências SM/MI e SM/SE. Enquanto na colheita aos 6,5 anos a produtividade de ECOM da SM/MI (16,6 t ha⁻¹) era 8,7 % superior a da SM/SE (15,2 ha⁻¹), aos 11,0 anos, com produtividade, respectivamente, de 32,8 e 23,1 t ha⁻¹ essa diferença passou para 42,4 %. A produtividade de ECOM das procedências propagadas por miniestaquia (MI) já era superior àquela propagada por sementes (SE) na colheita do ano de 2010 quando o erval estava com cinco anos de idade (Santin et al., 2015b). Normalmente se esperaria que mudas propagadas por miniestaquia pudessem apresentar crescimento inferior às propagadas por sementes, visto a existência

de raízes mais superficiais e com ausência de raiz pivotante (Wendling, 2004). No entanto, os resultados obtidos demonstram justamente o contrário, onde a erva-mate propagada por miniestaquia tem produtividade superior a propagada por semente.

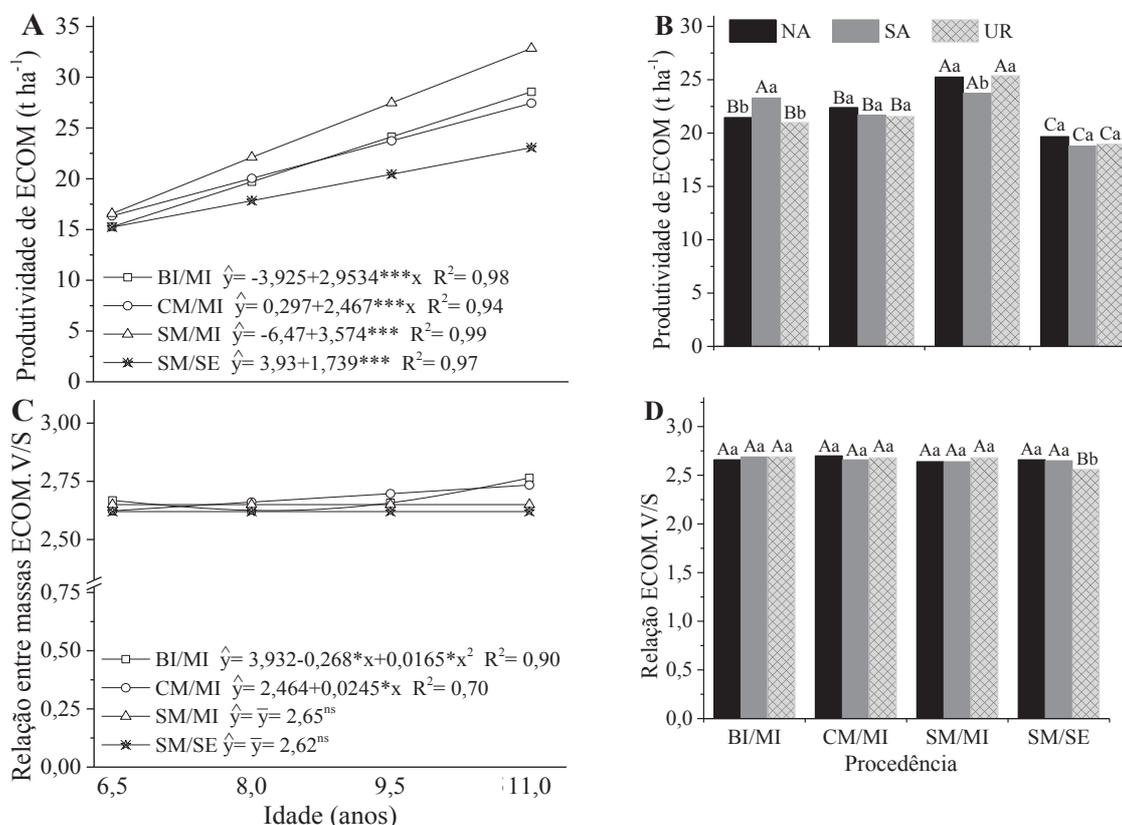


Figura 1. Produtividade de massa verde de erva-mate comercial (ECOM) (A e B) e relação entre massa verde e seca de ECOM (ECOM.V/S) (C e D) de quatro colheitas de um erval estabelecido em São Mateus do Sul-PR com mudas de procedência de Bituruna (BI), Cruz Machado (CM) e São Mateus do Sul (SM) propagadas por miniestaquia (MI) ou semente (SE) e submetido a adubação nitrogenada de nitrato de amônia (NA), sulfato de amônia (SA) e ureia (UR). *, **, *** e ^{ns}, respectivamente, significativo a 5 %, 1 %, 0,1 % e não significativo a 5 % de probabilidade. Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre procedências e médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre fontes de N pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Enquanto as procedências CM/MI e SM/SE não fizeram distinção de fontes de N, a SM/MI teve preferência pelo NA e UR e, a BI/MI, por SA (Figura 1B). Para erval situado em Anta Gorda - RS com 10 anos e com intervalo de colheita de 24 meses, Santin et al. (2014) verificaram que a produtividade de ECOM com fonte de adubação a base de NA e UR foi superior a de SA. Resultados que evidenciam a necessidade de investigação de testes com fontes de N para diferentes regiões de ocorrência da erva-mate.

Para a relação entre massas, verde/seca da ECOM, a média para ervais adubados é de 3,13 (Santin et al., 2015a). Para este trabalho, considerando o erval nutrido adequadamente, a ECOM.V/S variou de 2,56 a 2,73, situando-se abaixo do que comumente é verificado para ervais adubados.

Conclusões

Mudas de erva-mate propagadas por meio da técnica de miniestaquia resultam em aumento de produtividade de erva-mate comercial. A preferência de fontes de nitrogênio varia para cada

procedência. A relação entre massas, verde/seca da erva-mate comercial, é pouco influenciada pela idade do erval e pelas fontes de nitrogênio. Erval estabelecido com mudas propagadas por semente e adubado com ureia produz erva-mate comercial com menor relação entre massas verde/seca.

Agradecimentos

Ao Sr. Olando Boaski pela disponibilidade e manutenção adequada da área e à Empresa Baldo S.A. pelo suporte logístico para a realização do trabalho.

Referências Bibliográficas

- ALCARDE, J.C. Fertilizante. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência Solo, 276-374, 2007.
- CASTELLA, P.R.; BRITZ, R.M. **A floresta com araucária no Paraná**: projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira – PROBIO. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 233p., 2004.
- GAIAD, S.; RAKOCEVIC, M.; REISSMANN, C.B. N sources affect growth, nutrient content, and net photosynthesis in maté (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 5, p. 689-697, 2006.
- IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina. IAPAR, 49p., 1994.
- REISSMANN, C. B.; KOEHLER, C. W.; ROCHA, H. O.; HILDEBRAND, E. E. Avaliação da exportação de macronutrientes pela exportação da erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS. Sivicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). Curitiba, 1985, **Anais...** Curitiba: EMBRAPA/CNPF, p.128-139, 1985.
- SANTIN, D.; BENEDETTI, E.L.; BRUNETTO, F.; MARQUES, J. Manejo de colheita e fontes de nitrogênio na queda de folhas e produtividade da erva-mate. In: VI CONGRESSO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE Y II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ERVA-MATE Y SALUD. Motevideo, 2014, **Actas...** Montevideo: UDeLaR, 2014.
- SANTIN, D.; BENEDETTI, E.L.; REISSMANN, C.B. Nutrição e recomendação de adubação e calcário para a cultura da erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília: Embrapa, p. 99-195, 2015a.
- 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**, v. 25, n. 3, p. 571-579, 2015b.
- WENDLING, I.; BRONDANI, G. E. Produção de mudas de erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília: Embrapa, p., 11-98, 2015.
- WENDLING, I. **Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire): estado da arte e tendências futuras**. Colombo: Embrapa Florestas, 46 p., 2004. (Documentos, 91).
- WENDLING, I. DUTRA, L.F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 289-292, 2007.
- XAVIER, A.; SILVA, R.L. Evoluación de la silvicultura clonal de Eucalyptus en Brasil. **Agronomia Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010.