

ADUBAÇÃO POTÁSSICA E INTERVALOS DE COLHEITA INFLUENCIAM O POTÁSSIO DO SOLO E A PRODUTIVIDADE DE CULTIVOS DE ERVA-MATE

Delmar Santin¹, Eliziane Luiza Benedetti², Igor Carvalho de Almeida³, Nairam Félix de Barros⁴ e Ivar Wendling⁵

¹Eng. Florestal, Dr., Pós-doutorando em Ciências do Solo da UDESC, Lages, SC – BR, desantinflorestal@yahoo.com.br; ²Eng. Agrônoma, Dr^a. Professora do IFSC, Canoinhas, SC – BR; ³Graduando em Agronomia, Departamento de Solos, UFV, MG – BR; ⁴Eng. Florestal, PhD., Professor do Departamento de Solos da UFV, MG – BR; ⁵Eng. Florestal, PhD, Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR – BR;

Resumo: O trabalho objetivou avaliar a adubação potássica e intervalos de colheita na disponibilidade de potássio, produtividade e distribuição do conteúdo de potássio na massa colhida da erva-mate. Avaliaram-se doses de 0, 20, 40, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹ de K₂O para colheitas com intervalos de 12, 18 e 24 meses. Quantificou-se a disponibilidade de potássio em duas profundidades do solo e a produtividade de erva-mate comercial (ECOM) e galho grosso (GG) e distribuição do conteúdo de K nesses componentes. A adubação potássica aumentou a disponibilidade de potássio no solo e aumentou a produtividade da erva-mate. Para cultivos em solos com disponibilidade em nível baixo de potássio, recomenda-se doses próximas a 190, 270 e 320 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, para colheitas com intervalos de 12, 18 e 24 meses. Na retirada do GG da área, requer adubação de reposição do potássio adicional entre 20 a 30 %.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, disponibilidade de potássio, manejo de colheita, conteúdo de K.

POTASSIUM FERTILIZATION AND HARVEST INTERVALS INFLUENCE THE POTASSIUM IN THE SOIL AND PRODUCTIVITY OF YERBA MATE

Abstract: We evaluated the potassium fertilization and harvest intervals on potassium (K) availability, productivity and distribution of potassium content in yerba mate harvested mass. We evaluated doses of 0, 20, 40, 80, 160 and 320 kg ha⁻¹ of K₂O for harvest intervals of 12, 18 and 24 months. Quantification of potassium availability in two soil depths and productivity of commercial (ECOM) and thick branches (GG) of yerba mate and distribution of K content in these components were evaluated. Potassium fertilization increased soil K availability and increased productivity. For mate plantations established in soils with low K availability, we recommend doses near 190, 270 and 320 kg ha⁻¹ of K₂O, respectively, for harvests with intervals of 12, 18 and 24 months. When GG is removed from the area, fertilization requires additional replacement of K between 20-30 %.

Key words: yerba-mate, potassium availability, harvest management, K content.

Introdução

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), espécie perene, de porte arbóreo e grande longevidade (Carvalho, 2003), ocorre naturalmente nas regiões subtropicais da América do Sul (Oliveira e Rota, 1985) e, no Brasil, predomina na região Sul. Nessa região, ocorre naturalmente em solos ácidos, com baixo teor de cátions trocáveis (Carvalho, 2003). Contudo, a redução da produtividade média brasileira de 17,3 t ha⁻¹ em 1990 para 6,7 t ha⁻¹ em 2012 (IBGE, 2012) demonstra que a cultura está em declínio e poucos avanços têm sido observados nas pesquisas envolvendo seu sistema produtivo desta cultura nesse país.

A redução de mais de 60 % da produtividade nas duas últimas décadas é reflexo do sistema extrativista que ainda predomina e do baixo nível tecnológico adotado na cultura. A erva-mate ocorre naturalmente à sombra, no estrato inferior das matas (Castella e Britez, 2004), mas, a presença de estômatos na região abaxial das folhas (Rakocevic et al., 2011) permite seu cultivo tanto em condições de sombra quanto de sol. Quando a exploração da erva-mate ocorria predominantemente em ervais nativos, o intervalo entre colheitas variava de 36 a 48 meses. Porém, com redução da área desses ervais

e a introdução de plantios, o intervalo entre colheitas foi sendo paulatinamente reduzido. Normalmente, a colheita é realizada com podas anuais, ou com intervalo de 18 meses, sendo uma no inverno e outra no verão (Da Croce, 1997), mas, a maioria dos produtores faz a colheita de inverno a cada 24 meses.

Como o produto da colheita da erva-mate é constituído predominantemente por folhas, galhos finos, botões florais e sementes, a quantidade de nutrientes exportada é elevada (Reissmann et al., 1985). Este fato, associado à intensidade de colheita das últimas décadas, e considerando que a reposição dos nutrientes exportados pelas colheitas ainda é prática rara entre os produtores, faz com que o atual sistema produtivo seja insustentável.

Dentre os nutrientes, o potássio (K) que encontrado no tecido vegetal das folhas com teor em torno de $17,0 \text{ g kg}^{-1}$ é o segundo mais exportado pela colheita (Reissmann et al., 1985), justificando a resposta à adubação potássica (Lourenço et al., 1999; Pandolfo et al., 2003). No solo, a movimentação em profundidade do K é intermediária à do N e à do P (Ernani et al., 2007b), sendo determinada pela quantidade de água que percola no perfil e pela concentração do nutriente na solução do solo (Ernani et al., 2007b; Neves et al., 2009). As perdas de K podem ser evitadas empregando-se doses de fertilizantes compatíveis com a necessidade da cultura (Ernani et al., 2007a).

Os raros resultados de adubação de ervais em produção não permitem estabelecer a necessidade nutricional e a elaboração de uma recomendação condizente para a cultura. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a disponibilidade de K no solo, a resposta da erva-mate e a distribuição do conteúdo de K na massa colhida em cultivo manejado com diferentes intervalos de colheita e submetidos à adubação potássica.

Material e Método

O experimento foi conduzido no município de São Mateus do Sul, PR – BR, localizado no segundo Planalto Paranaense entre a longitude $50^{\circ}32' 02''$ O e latitude de $25^{\circ}54' 15''$ S, a 789 m de altitude. No local, um Latossolo Vermelho-Escuro álico, apresentava baixa fertilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de argila e propriedades químicas do solo de 0 a 20 cm de profundidade no local do experimento, São Mateus do Sul-PR

CO	Argila	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC _{pH7,0}	V	m
---	g kg ⁻¹ ---	H ₂ O	--	mg dm ⁻³ --	-----	-----	cmol _c dm ⁻³ -----	-----	-----	-----	% -----
29,79	760	3,7	1,50	54,90	0,87	0,34	4,79	16,33	17,68	7,64	78,01

Extratores: Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹): P e K e KCl (1 mol L⁻¹): Ca, Mg e Al.

Após remoção de parte da mata, permaneceram na área indivíduos esparsos de erva-mate nativa, araucária, imbuia e canela. Em 2001, realizou-se o plantio da erva-mate no espaçamento de 2 x 2 m, utilizando-se mudas propagadas por sementes coletadas de matrizes locais.

Na área nunca foi realizada calagem e adubação mineral ou orgânica. Em janeiro de 2009 o experimento foi instalado, sendo a limpeza do erval realizada com roçadas mecânicas nos meses de setembro, janeiro e abril de cada ano.

Os tratamentos foram arranjos no fatorial 3 x 6 em esquema de parcela subdividida, com três intervalos de colheita na parcela e seis doses de K na subparcela. Cada unidade experimental foi composta por 10 plantas úteis, com duas linhas de bordadura. Os tratamentos foram dispostos no delineamento blocos casualizados com cinco repetições.

Testaram-se colheitas com intervalos de 12, 18 e 24 meses e seis doses de potássio. Utilizou-se o cloreto de potássio (60 % de K₂O) para suprir 0, 20, 40, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹ de K₂O. No momento da instalação do experimento, aplicou-se, superficialmente em área total, 1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, conforme CQFS-RS/SC (2004). Como adubação complementar de N e P aplicou-se 80 kg ha⁻¹ de N e de P₂O₅, respectivamente, na forma de ureia e superfosfato triplo.

As doses de K₂O e a adubação complementar foram parceladas, sendo aplicadas superficialmente na área da projeção da copa, sem incorporação, sempre no início dos meses de janeiro e setembro. Na colheita com intervalo de 12 meses as doses de K₂O e a adubação complementar foram parceladas em duas vezes. Para as colheitas com intervalo de 18 e 24 meses as doses de K₂O foram parceladas em três vezes e a adubação complementar em duas vezes (duas primeiras aplicações).

Foi efetuada uma colheita para cada um dos intervalos de 12, 18 e 24 meses, realizada respectivamente, em jan/2010, jul/2010 e jan/2011. A colheita foi realizada retirando-se aproximadamente 95 % da massa verde que cresceu da colheita anterior, da qual, foi separada a erva-

mate comercial (ECOM= folha+galho fino) do galho grosso (GG) e 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. Considerou-se como galho fino (GF) os galhos com diâmetro menor de 7 mm, aproximadamente, e acima deste diâmetro como GG.

Antes da colheita, coletaram-se brotos, na metade da copa, para análise química de K. A amostra de brotos, logo após a coleta, foi separada em folhas (FO) e GF, lavada, seca em temperatura a 65 °C até peso constante e, posteriormente, analisada quimicamente para K conforme De Filippo e Ribeiro (1997). No momento da colheita retirou-se uma amostra representativa por parcela de GG, para essas mesmas determinações. Com o teor de K e a massa seca de cada componente calculou-se o conteúdo do nutriente na ECOM e GG.

No momento da colheita, em cada parcela, retirou-se uma amostra composta de solo em cada parcela proveniente de 15 amostras simples coletadas em três pontos na área da projeção da copa de cinco plantas, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Após secas ao ar e passadas em peneira com malha de 2 mm, as amostras foram analisadas para determinar a disponibilidade de K, extraído por Mehlich-1 de acordo com Tedesco et al. (1995). Os dados foram submetidos à Anova e o efeito da dose de K avaliado por análise de regressão ao nível de 5 % de probabilidade.

Resultado e Discussão

A disponibilidade de K no solo e a produtividade de erva-mate comercial (ECOM) e galho grosso (GG) foram influenciados pela interação de dose de K e intervalo de colheita (Figura 1).

O teor do K disponível no solo aumentou linearmente nas duas profundidades com a aplicação do fertilizante potássico, sendo os aumentos mais pronunciados ocorridos no intervalo de colheita de 12 meses e, menos, no intervalo de 24 meses (Figura 1A e B). Na camada de 0-10 cm, o incremento de K disponível, na maior dose, foi de 84,4, 72,3 e 36,5 mg dm⁻³, respectivamente, para colheitas com intervalos de 12, 18 e 24 meses (Figura 1A). Na camada de 10-20 cm, o incremento de K no solo foi de 42,3, 30,9 e 14,1 mg dm⁻³, respectivamente para as colheitas de 12, 18 e 24 meses.

O aumento do teor de K em profundidade, mesmo na camada de 10-20 cm e nas menores doses (20 e 40 kg ha⁻¹ de K₂O), para as três épocas de colheita, pode ter sido favorecido principalmente pela alta acidez do solo e pela elevada precipitação pluviométrica anual da região. Ainda que a CTC do solo possa ser considerada elevada (CQFS-RS/SC, 2004), somente o Al³⁺ ocupava mais de 78 % dos sítios de troca.

A movimentação de K no solo pode ser favorecida pela dose aplicada (Rosolem et al., 2006; Neves et al., 2009), que neste estudo, o aumento de sua disponibilidade com as doses foi linear mesmo na maior profundidade (Figura 1B). Dessa forma, apesar do solo ser muito argiloso e com alta CTC ocorreu movimentação de K para as camadas mais profundas. Para isso, a neutralização de parte do Al e H trocáveis pela calagem, poderia minimizar a movimentação do K no perfil do solo. O Al³⁺, com elevado teor em solos de alta acidez, tem preferência na adsorção às cargas negativas das argilas do solo em detrimento a outros cátions de menor valência, circunstância que favorece a movimentação de K no perfil do solo (Bissaniet al., 2004). Para isso, a neutralização de parte do Al e H trocáveis pela calagem, poderia elevar a CTC do solo (Albuquerque et al., 2000) e favorecer a adsorção de K e conseqüentemente reduzir sua movimentação no perfil do solo. Outra prática para reduzir a movimentação do K seria aumentar o parcelamento da fertilização.

A erva-mate respondeu positivamente à adubação potássica, com aumento na produtividade de dos componentes colhidos da planta, para os três intervalos de colheita (Figuras 1C e D), com exceção do GG para colheita com intervalo de 12 meses (Figura 1D). A maior produtividade ECOM e GG ocorreu quando o intervalo de colheita foi de 24 meses e a menor no intervalo de 12 meses.

A resposta da erva-mate à adubação potássica foi semelhante, tanto para os componentes no mesmo intervalo de colheita, como entre os diferentes intervalos. Porém, a magnitude de resposta, tanto no aumento da produtividade como na dose de maximização da produtividade, se diferenciou, principalmente, entre intervalos de colheita.

Na colheita com intervalo de 12 meses, a máxima produtividade de ECOM de 12,3 t ha⁻¹, ocorreu próxima a dose de 200 kg ha⁻¹ de K₂O. A maximização da produtividade de GG e ECOM, no intervalo de 18 meses, foi respectivamente de 6,8 e 18,5 t ha⁻¹ ao se utilizarem doses próximas a 280 kg ha⁻¹ de K₂O. Para o intervalo de colheita de 24 meses a produtividade máxima de 15,3 e 28,5 t ha⁻¹, respectivamente, de GG e ECOM ocorreu nas doses de 320 e 298 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 1C e D).

Quando avaliado o aumento de produtividade de ECOM entre a dose zero a dose de maior produtividade, o aumento foi de 32, 70 e 58 %, respectivamente, nos intervalos de 12, 18 e 24 meses.

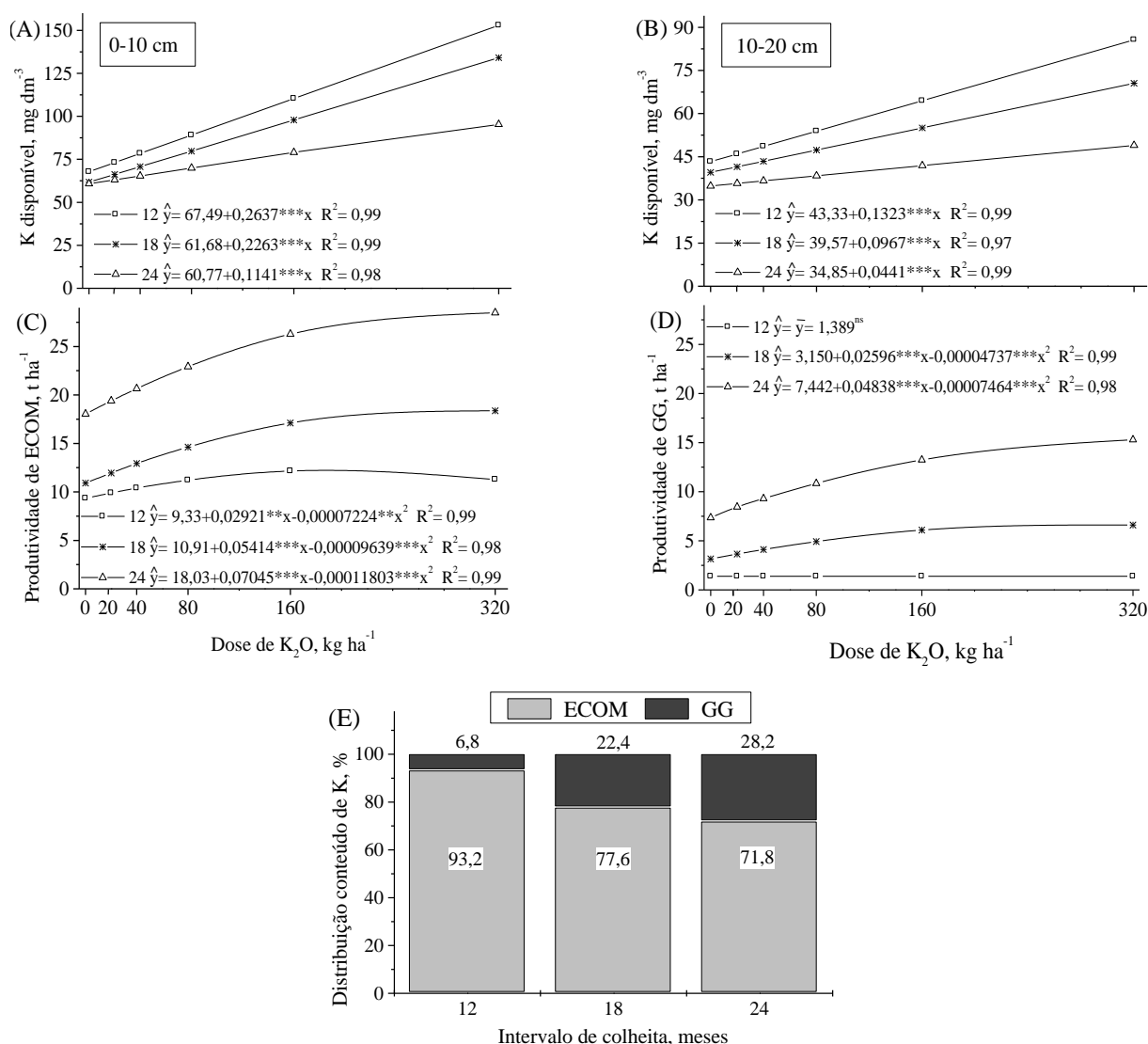


Figura 1. Disponibilidade de K no solo nas camadas de 0-10 cm (A) e 10-20 cm (B); produtividade de erva-mate comercial (ECOM) (C) e de galho grosso (GG) (D); e distribuição do conteúdo do K na ECOM e GG (E) em colheitas com intervalos de 12, 18 e 24 meses em plantio de erva-mate submetido à adubação potássica. **, *** e ^{ns}, respectivamente, significativo a 1, 0,1 % e não significativo a 5 % de probabilidade.

A produtividade de erva-mate comercial para os três intervalos de colheita foi superior à produtividade média nacional de 2012 de 6,7 t ha⁻¹ (IBGE, 2012). Na Argentina, a produtividade média anual nas áreas dos produtores rurais varia de 3,0 t ha⁻¹ em plantios de baixa tecnologia, até superior a 7,0 t ha⁻¹ nos ervais com nível tecnológico mais elevado, mas, a produtividade média anual das áreas com maior tecnologia é superior a 12,0 t ha⁻¹ (Montechiesi, 2008).

De forma geral, à medida que o intervalo entre colheitas aumentou maior foi a dose de K₂O necessária para maximizar a produtividade de cada componente. Em plantio com nove anos, quando o teor de K no solo se situava abaixo de 120 mg dm⁻³, a aplicação anual de 143 kg ha⁻¹ de K₂O resultou em produção de massa verde próxima da resposta máxima (Pandolfo et al., 2003). A máxima produtividade de erva-mate comercial (Figura 1C) para o intervalo de 12, 18 e 24 meses ocorreu quando os teores de K no solo, na camada de 0-10 cm, eram respectivamente, de 121, 125 e 95 mg dm⁻³. Nessa condição, a máxima produtividade ocorreu com disponibilidade de K no solo em nível alto (CQFS-RS/SC, 2004). Desta forma, mesmo que a erva-mate ocorra naturalmente em solos de baixa fertilidade

(Carvalho, 2003), ela requer alta disponibilidade de K no solo para expressar sua máxima capacidade produtiva.

A tendência de maior resposta a adubação quanto maior o intervalo de colheita, indica que quando a colheita é feita com poda muito drástica, em intervalos mais curtos não permite que a planta recomponha o equilíbrio entre parte aérea e radicular. Neste caso, a menor produtividade não estaria relacionada à falta de nutrientes, mas sim, à reduzida área foliar e, conseqüente, menor taxa fotossintética e crescimento das plantas (Epstein e Bloom, 2004). Essa hipótese é suportada pelas menores colheitas conseguidas no intervalo de 12 meses. Já nos intervalos mais longos, a resposta da produtividade às doses de K foi mais pronunciada.

Considerando as doses onde ocorreu a maximização da produtividade de ECOM para cada intervalo de colheita, o conteúdo de K na ECOM foi de 58, 115 e 141 kg ha⁻¹ de K, respectivamente, para os intervalos de colheita de 12, 18 e 24 meses. Nesta mesma condição, o conteúdo de K no GG para colheitas com 18 e 24 meses de intervalo foi, respectivamente, de 38 e 56 kg ha⁻¹ de K (dados não demonstrados). Quando, além da ECOM, também é retirado da área o GG, o K exportado seria de 153 e 197 kg ha⁻¹, respectivamente, para colheitas com intervalo de 18 e 24 meses.

A distribuição do conteúdo de K nos componentes ECOM e GG varia em função do intervalo de colheita, tendo maior participação do GG com o aumento do intervalo entre colheitas (Figura 1E). Com a expressiva quantidade de K exportada pela colheita, quando o nutriente não é repostado, a exaustão nutricional do solo é inevitável. Reissmann et al. (1985) já alertavam sobre a expressiva saída de nutrientes da área pela colheita de erva-mate. Quando é retirado da área também o GG que sobram da colheita, na adubação de reposição para colheitas com 18 e 24 meses de intervalo, deve-se prever um adicional na dose de K.

Conclusões

Para cultivos em solos com disponibilidade em nível baixo de K, são recomendadas doses próximas a 190, 270 e 320 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, para colheitas com intervalos de 12, 18 e 24 meses.

A erva-mate em fase de produção expressa sua melhor produtividade quando, na camada de 0-10 cm do solo, a disponibilidade de K esteja próxima de 90 mg dm⁻³ para intervalos de colheita de 12 meses e, e 120 mg dm⁻³ para colheitas com intervalos de 18 e 24 meses;

A menor resposta a adubação potássica para o cultivo com intervalo de colheita de 12 meses, indica que para manejo de colheita com poda drástica da copa, deve-se priorizar intervalos mais longos entre colheitas a tempo da planta se recompor do impacto da colheita anterior;

Quando o galho grosso é removido dá área do cultivo, na adubação de reposição deve prever adicional na dose do K entre 20 a 30 % de K.

Agradecimentos

À Agropecuária Vier Ltda e à Baldo S.A. de São Mateus do Sul – PR, à Embrapa Florestas de Colombo – PR, ao Departamento de Solos da UFV de Viçosa - MG e ao CNPq que possibilitaram a realização do trabalho.

Literatura Citada

- Albuquerque, J.A.; Bayer, C.; Ernani, P.R.; Fontana, E.C. 2000. Propriedades físicas e eletroquímicas de um Latossolo Bruno afetadas pela calagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:295-300.
- Bissani, C.A.; Meurer, E.J.; Bohnen, H. 2004. Solos ácidos e solos afetados por sais. In: Meurer, E.J. *Fundamentos de química do solo*. 2. ed., Porto Alegre: Gênese, 181-205.
- Carvalho, P.H.R. 2003. *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 1039p.
- Castella, P.R.; Britez, R.M. de. 2004. A floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 233 p.
- Comissão de Química e Fertilidade do Solo – CQFS-RS/SC. 2004. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 10.ed. Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 400p.
- Da Croce, D.M. 1997. Poda de erva-mate: novos métodos desenvolvidos pela EPAGRI. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE ERVA MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL

- SOBRE A CULTURA DA ERVA MATE, 2., 1997, Curitiba. Anais. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 351-357.
- De Filippo, B.V.; Ribeiro, A.C. 1997. Análise química do solo. Metodologia. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 26p. (Boletim de Extensão 29).
- Epstein, E.; Bloom, A.J. 2004. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Planta, 403p.
- Ernani, P.R.; Almeida, J.A.; Santos, F.C. 2007a. Potássio. 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, 551-594.
- Ernani, P.R.; Bayer, C.; Almeida, J.A.; Cassol, P.C. 2007b. Mobilidade vertical de cátions influenciada pelo método de aplicação de cloreto de potássio em solos com carga variável. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 31:393-402.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2012. Produção Agrícola Municipal: Culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 39:101.
- Lourenço, R.S.; Medrado, M.J.S.; Dalzoto, D.N. 1999. Efeito de níveis de potássio sobre a produtividade de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no município de Ivaí, PR. Boletim de Pesquisa Florestal, 39:119-131.
- Montechiesi, R. 2008. Yerba mate, cambios en la producción, no en la actividad. Posadas, 62p.
- Neves, L.S.; Ernani, P.R.; Simonete, M.A. 2009. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33:25-32.
- Oliveira, Y.M.M.; Rotta, E. 1985. Área de distribuição natural da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS. Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). 1983, Curitiba: EMBRAPA/CNPQ, 17-36.
- Pandolfo, M.C.; Floss, P.A.; Da Croce, D.M.; Dittrich, R.C. 2003. Resposta da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) à adubação mineral e orgânica em um Latossolo Vermelho aluminoso férrico. Ciência Florestal, 13:37-45.
- Rakocevic, M.; Borsato, A.V.; Bona, C.; Medrado, M.J.S. 2011. Distribuição de estômatos em folhas de diferentes idades de erva-mate cultivada em monocultura e sub-bosque. In: CONGRESO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE, 5. Posadas, 2011, Actas. Posadas: INYM/INTA/INaM, 45-50.
- Reissmann, C.B.; Koehler, C.W.; Rocha, H.O.; Hildebrand, E.E. 1985. Avaliação da exportação de macronutrientes pela exportação da erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS. Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Curitiba, 1985, Anais. Curitiba: EMBRAPA/CNPQ, 128-139.
- Rosolem, C.A.; Garcia, R.A.; FOLONI, J.S.S.; Calonego, J.C. 2006. Lixiviação de potássio no solo de acordo com suas doses aplicadas sobre palha de milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30:813-819.
- Tedesco, J.M.; Gianello, C.; Bissani, C.A.; Bohnem, H.; Volkweiss, S.J. 1995. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de solos, Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p. (Boletim Técnico, 5).