



Sistema de produção de erva-mate cultivada

Adubação

Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart



SISTEMA FAEP



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura e Pecuária
Sistema Faep/Senar-PR

Sistema de produção de erva-mate cultivada

Adubação

Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart

Embrapa
Brasília, DF
2023

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba, Caixa Postal 319
83411-000 Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Embrapa Florestas

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*

Vice-presidente: *José Elidney Pinto Júnior*

Secretária-executiva: *Elisabete Marques Oaida*

Membros: *Annete Bonnet, Cristiane Aparecida Fioravante Reis, Elenice Fritzsons, Guilherme Schnell e Schühli, Marilice Cordeiro Garrastazú, Sandra Bos Mikich, Susete do Rocio Chiarello Penteadado, Valderês Aparecida de Sousa*

Supervisão editorial e revisão de texto: *José Elidney Pinto Júnior*

Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche, Valéria de Fátima Cardoso*

Projeto gráfico, capa e editoração eletrônica: *Luciane Cristine Jaques*

Foto capa: *Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart*

1ª edição

1ª impressão (2023): 1.000 exemplares

Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Florestas

Goulart, Ives Clayton Gomes dos Reis.

Sistema de produção de erva-mate cultivada : adubação / Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart. – Brasília, DF: Embrapa, 2023.
PDF (41 p.) : il. color.

ISBN 978-65-5467-026-5

1. *Ilex paraguariensis*. 2. Sistema de produção. 3. Aplicação de fertilizante. I. Título. II. Embrapa Florestas.

CDD (21. ed.) 633.77

Francisca Rasche (CRB-9/1204)

© Embrapa 2023

Autor

Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal,
analista da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Apresentação

A erva-mate, *Ilex paraguariensis*, é espécie nativa da região Sul do Brasil e o seu cultivo tem grande importância socioeconômica para muitos municípios, sendo o principal produto não madeireiro do agronegócio florestal na região. É fonte de renda para a agricultura familiar e representa, ao mesmo tempo, um importante fator de conservação ambiental no estado do Paraná, pois sua cadeia envolve tanto a manutenção da Floresta Ombrófila Mista quanto o seu cultivo sombreado em remanescentes desse ecossistema.

Hoje, tem-se uma realidade que permite distinguir tecnicamente os ervais e a disponibilidade de meios para trabalhá-los de forma sustentável e produtiva. Tanto o extrativismo de erva-mate quanto os cultivos comerciais, adensamentos de erva-mate, ervais arborizados e os ervais sob pleno sol são fontes primárias dessa matéria-prima tão importante para a região do Sul do Brasil.

A parceria entre a Embrapa Florestas e o Sistema Faep/Senar-PR, que é composto pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná (Faep), pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Paraná (Senar-PR) e pelos sindicatos rurais, tem como objetivo contribuir com o setor ervateiro paranaense, transferindo aos produtores o conhecimento acumulado obtido pela pesquisa desenvolvida pela Embrapa e parceiros, na forma de tecnologias e práticas de manejo eficientes e sustentáveis para o cultivo da erva-mate. O maior beneficiário desta cooperação é o produtor de erva-mate.

Este trabalho apresenta aderência a diferentes metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da agenda 2030 proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU), especificamente ODS 2, 8, 12, 15 e 17, por tratar de tecnologias para produção sustentável de espécie nativa com foco na agricultura familiar e na erradicação da pobreza no campo. O trabalho envolve parcerias entre diferentes instituições e a colaboração de comunidades tradicionais comprometidas com a produção agroecológica.

Ágide Meneguette

Presidente do Sistema Faep/Senar-PR

Erich Gomes Schaitza

Chefe-Geral da Embrapa Florestas

Sumário

Importância da adubação no cultivo da erva-mate.....	6
Resposta da erva-mate à adubação.....	10
Resposta de ervais sombreados à adubação.....	12
Adubação do erval.....	14
Etapas da adubação do erval.....	16
Fases de adubação da erva-mate.....	18
Interpretação da análise de solo.....	20
Recomendação para a aplicação de cálcio e magnésio.....	22
Recomendação para as fases de plantio e de formação de copa.....	24
Recomendação para fase de produção.....	27
Exemplo prático de interpretação e recomendação de adubação....	31
Considerações finais.....	39
Referências.....	40

Importância da adubação no cultivo da erva-mate

A erva-mate é uma espécie nativa do Brasil e seu uso comercial se estabeleceu pelo extrativismo na Floresta Ombrófila Mista. Esta floresta ocorre mais ao Sul do Brasil, sendo componente do bioma Mata Atlântica. Atualmente, mesmo em cultivos comerciais¹, alguns preceitos extrativistas inadequados como podas drásticas e ausência de reposição nutricional do solo ainda predominam, limitando o potencial produtivo dos ervais (Goulart; Penteado Junior, 2016).

Muitos produtores rurais não levam em conta aspectos técnicos como a nutrição dos ervais. Entretanto, pesquisas demonstraram que a erva-mate, quando cultivada em solos com adequada fertilidade, apresenta um desempenho superior ao que é observado na média nacional (Figuras 1 e 2). Estudos recentes mostraram que a adubação é uma das tecnologias mais importantes para a produtividade dos ervais (Santin et al., 2013, 2017; Goulart et al., 2022b).



Atenção

Recentemente, foram publicados os parâmetros para adubação da erva-mate. A partir deles é possível calcular e recomendar a aplicação de fertilizantes nos ervais com segurança, o que pode elevar a produtividade sem afetar negativamente a qualidade da erva-mate colhida.

Os parâmetros técnicos para recomendação de adubação da erva-mate estão publicados no capítulo Nutrição do livro *Propagação e nutrição de erva-mate* (Wendling; Santin, 2015). Atualmente, a recomendação está disponível no Erva 20, Sistema de Produção de erva-mate proposto pela Embrapa (Penteado Júnior; Goulart, 2019) e nos Manuais de adubação e calagem dos estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) (SBCS, 2016) e do Paraná (PR) (Pauletti; Motta, 2019).

¹ São considerados ervais cultivados: os adensamentos de erva-mate em remanescentes florestais, no qual mudas de erva-mate são plantadas sob sombra de espécies arbóreas nativas; os ervais arborizados, onde são plantadas tanto a erva-mate quanto as árvores sombreadoras e; os ervais cultivados sob pleno sol. O extrativismo de erva-mate, conhecido como erval nativo, não é considerado cultivado.



Figura 1. Eralv de alta produtividade, manejado no Sistema Erva 20.

A Figura 2 mostra a produtividade média de erva-mate no Brasil em comparação com a produtividade encontrada em ervais cultivados, onde as recomendações técnicas são seguidas em diferentes níveis. Cabe salientar que a adubação é o fator de produção mais importante para a produtividade em ervais de alto nível tecnológico, e um dos mais importantes em ervais de médio nível (Goulart et al., 2022b). Portanto, fazer a reposição nutricional é determinante para elevar o rendimento de ervais cultivados. Contudo, não existe uma tecnologia que, sozinha, seja capaz de produzir o bom resultado que a adoção conjunta das recomendações produz.



Para saber mais

Para saber quais melhorias podem ser feitas no manejo do seu erval, de forma simples e rápida, utilize o aplicativo Manejo-Matte (Goulart et al., 2022a), desenvolvido pela Embrapa Florestas, pelo QR code:



É fundamental que produtores e técnicos conheçam as práticas de manejo que compõem o sistema de produção da erva-mate e façam um planejamento para adotá-las ao longo do tempo. A aplicação desses conhecimentos tornará o erval mais produtivo e rentável, em comparação com ervais de baixo nível tecnológico (Goulart et al., 2022a).



Para saber mais

Para conhecer as principais práticas de manejo e recomendações para produção de erva-mate, consulte o manual do Sistema Erva 20 (Penteado Júnior; Goulart, 2019). Acesse-o pelo QR code:

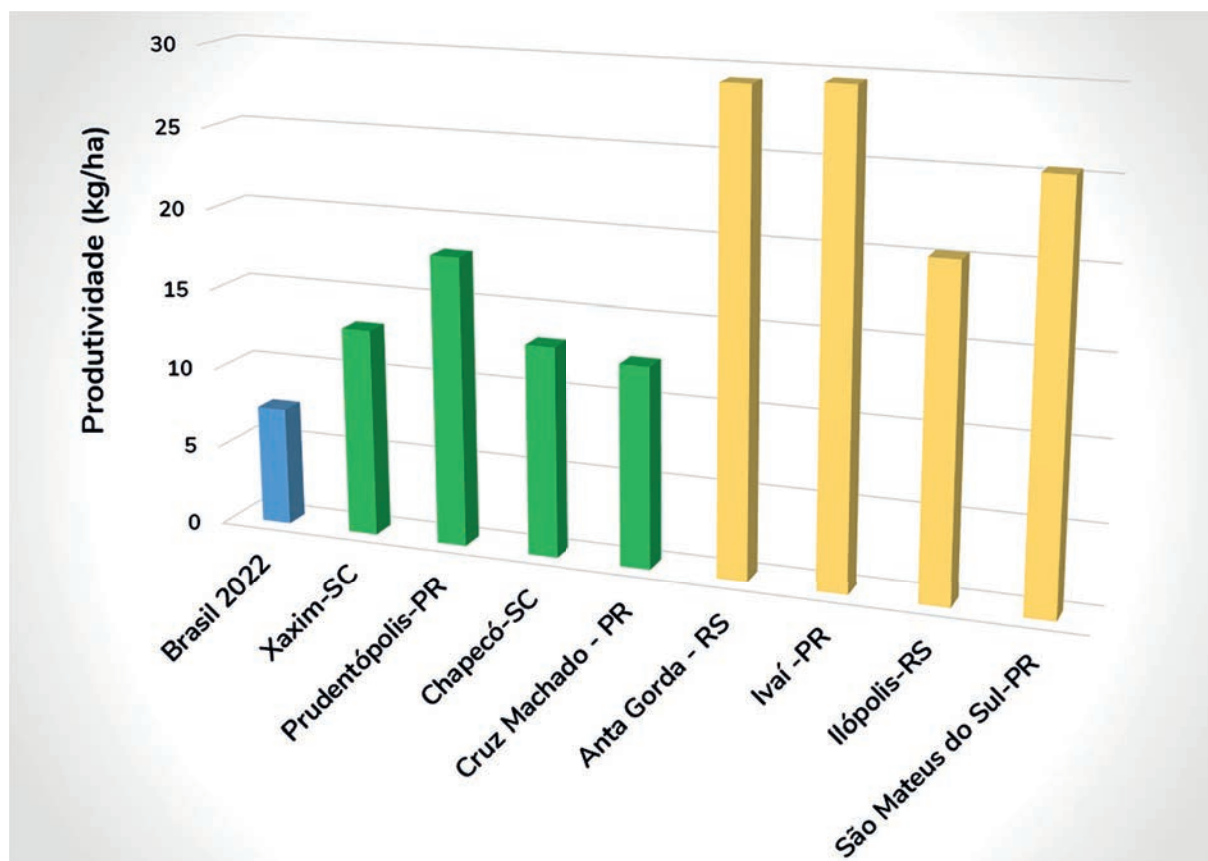


Figura 2. Estimativas de produtividade média de ervais no Brasil (em azul) e produtividade de ervais, sombreados (em verde) e sob pleno sol (em amarelo), conduzidos conforme recomendações técnicas.

Fonte: Adaptado de Lourenço e Medrado (1999), Floss et al. (2009), Santin et al. (2013) e IBGE (2021).

Com a adoção de tecnologias apropriadas a cada sistema de produção de erva-mate, pode-se obter produtividades superiores à média nacional (Figura 2), como é o caso das produtividades relatadas em ervais de Santa Catarina, Parana e Rio Grande do Sul, mantendo-se uma boa qualidade da matéria-prima. Isso vale para ervais sob pleno sol, arborizados e os adensamentos. Nestas situações, a erva-mate é conduzida com médio e alto níveis tecnológicos, com variedades melhoradas em algumas situações, adubação equilibrada, sistema de poda conforme recomendado, controle de pragas e plantas daninhas e outras práticas de manejo indicadas para a produção de erva-mate em seus diversos sistemas (Goulart et al., 2022b).

Resposta da erva-mate à adubação

A erva-mate é uma cultura que precisa de nutrientes do solo como qualquer outra e, por isso, é recomendada a reposição deles por meio da adubação. Resultados de pesquisas mostram que a erva-mate exporta nutrientes em níveis semelhantes ou superiores aos observados na cultura do milho, por exemplo, como mostra a Figura 3.



Você sabia?

O termo exportação de nutrientes se refere à quantidade de nutrientes do solo que são efetivamente retirados das áreas de cultivo por meio das colheitas. Existe ainda o termo extração ou absorção, que se refere à quantidade de nutrientes que as plantas precisam para crescer e produzir. Embora sejam parecidos, estes termos não são sinônimos.

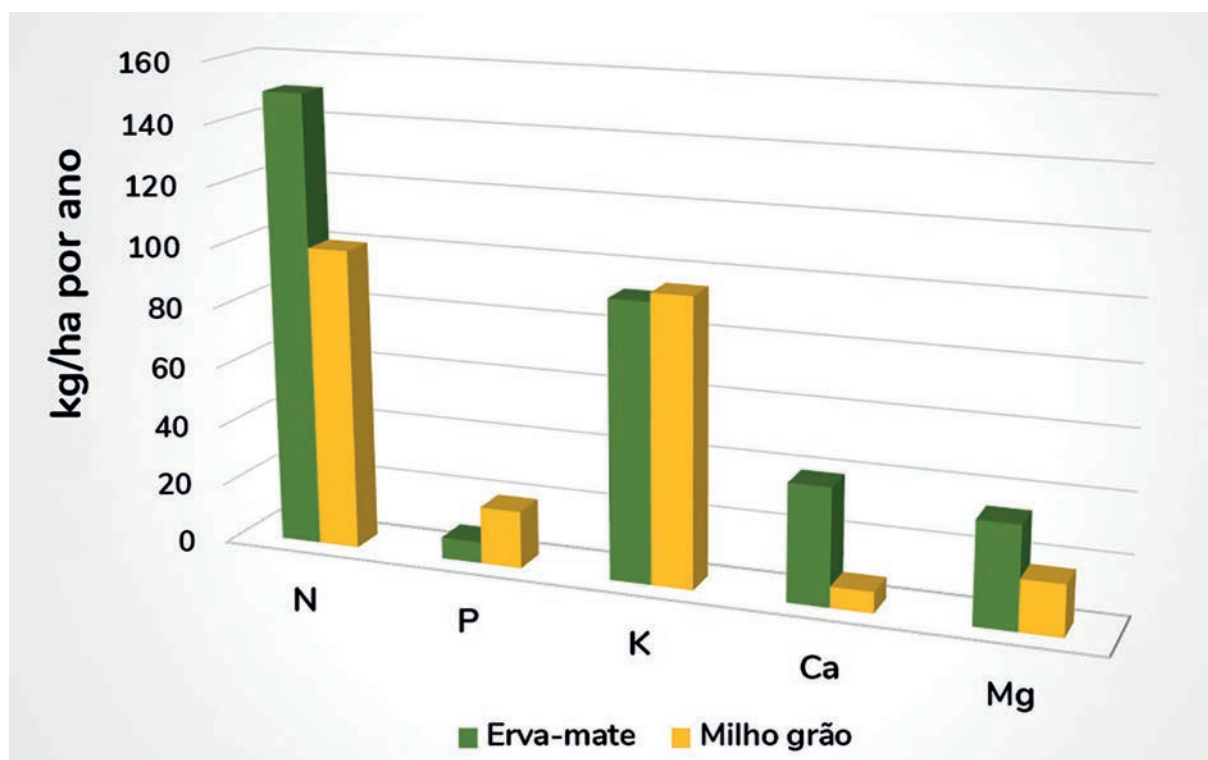


Figura 3. Exportação de macronutrientes nas culturas da erva-mate e milho: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Fonte: Adaptado de Lourenço e Medrado (1999) e Coelho (2006).

Observa-se que a erva-mate exporta mais nitrogênio que a cultura do milho, sendo esta última reconhecida pela alta demanda deste nutriente. O mesmo ocorre para cálcio e magnésio. Em relação ao potássio, milho e erva-mate apresentam exportações semelhantes. Devido à forte exportação nutricional, a erva-mate apresenta resposta à adubação de macronutrientes, conforme pode ser observado na Figura 4.

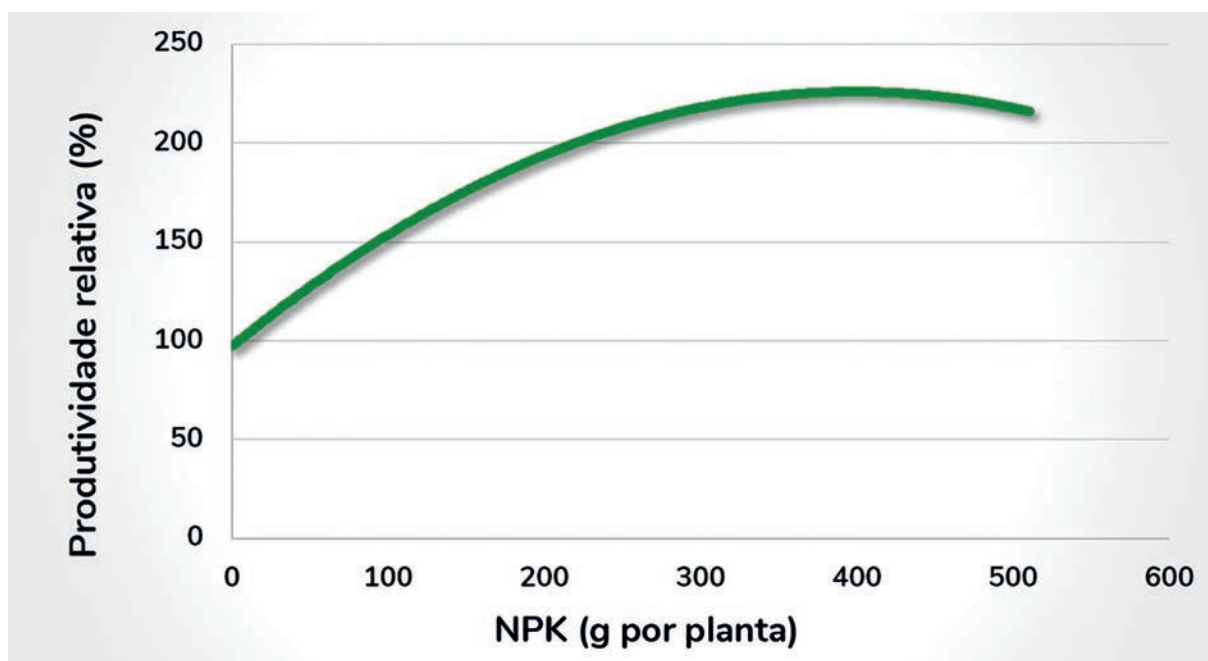


Figura 4. Produtividade relativa de erva-mate em fase de produção, em função da dose de NPK (formulado comercial à base de nitrogênio, fósforo e potássio).

Fonte: Adaptado de Lourenço e Medrado (1999).

A Figura 4 mostra que, com o aumento da dose de adubo NPK (formulado comercial à base de nitrogênio, fósforo e potássio), a produtividade da erva-mate pode aumentar até 225%. No gráfico é possível observar que houve resposta na produtividade até a dose de 350 g de NPK por planta. Esta dose, convertida em kg por hectare é equivalente a 640 kg/ha de adubo, ou seja, mais de dez sacos por hectare. Portanto, a erva-mate responde à adubação e necessita ser adubada quando o objetivo do erval é obter boa produtividade de massa foliar.

Com base nas informações apresentadas, há a necessidade de repor os nutrientes do solo cultivados com erva-mate, pois a colheita da matéria-prima, composta por folhas e galhos finos, retira quantidades consideráveis de nutrientes. Com isso, adubações periódicas são essenciais para manter o erval produtivo. Sempre consulte um profissional habilitado antes de tomar decisões técnicas.

Resposta de ervais sombreados à adubação

Os sistemas de cultivo de erva-mate sombreados podem ser agrupados didaticamente em dois tipos, conforme a origem das árvores sombreadoras: os adensamentos de erva-mate, onde ela é cultivada sob sombra de remanescentes florestais com níveis de sombra variados; ou os ervais arborizados, onde a erva-mate é cultivada sob sombra de espécies arbóreas cultivadas em consórcio. Além dos cultivos, existe ainda o extrativismo de erva-mate, que ocorre nos remanescentes da Floresta Ombrófila Mista não degradados.

A resposta da adubação de ervais cultivados sombreados ainda não está claramente determinada, sobretudo em níveis altos de sombreamento. Estudos indicam que, em situações de sombra intensa, a serapilheira fornece grande quantidade de macro e micronutrientes (Chaimsohn et al., 2023), porém a produtividade da erva-mate nessas situações é reduzida pela baixa disponibilidade de luz (Floss et al., 2009; Signor et al., 2015; Zerbielli, 2017). De fato, Zerbielli (2017) demonstrou que a produtividade da erva-mate diminui na medida em que o sombreamento aumenta (Figura 5).

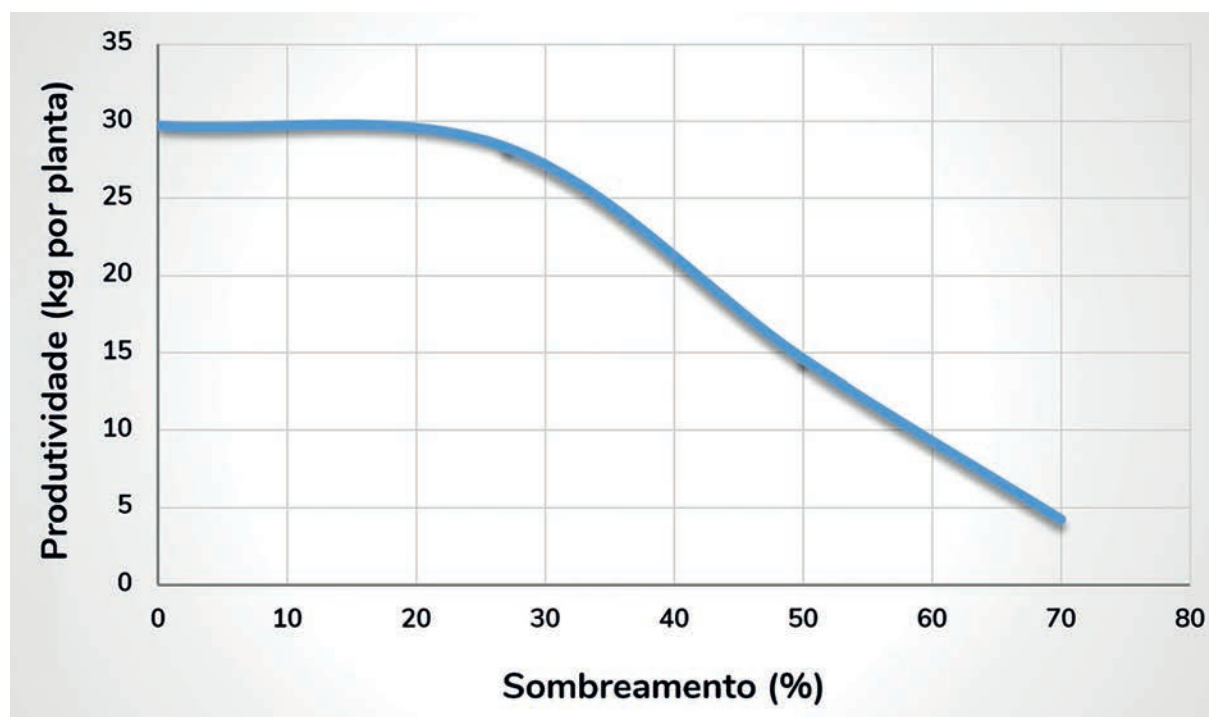


Figura 5. Produtividade da erva-mate cultivada em função do sombreamento natural.

Fonte: Adaptado de Zerbielli (2017).

Essa redução se torna perceptível a partir de 35% de sombreamento. Como a luz é fundamental para a produção de biomassa pelas plantas, esta situação é esperada.

É possível inferir, portanto, que a erva-mate responderá de forma diferente às práticas de manejo aplicadas, na medida em que exista mais sombra nos cultivos. Da mesma forma, a resposta da erva-mate à adubação em sistemas intensamente sombreados também será diferente. Neste sentido, a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e outros autores recomendam a adubação para a erva-mate em cultivos sombreados ou sob pleno sol, exceto nas áreas naturais preservadas em sua estrutura original, com alto nível de sombreamento natural (Santin et al., 2015; Pauletti; Motta, 2019; Penteadó Júnior; Goulart, 2019).

Importante: É imprescindível que os produtores respeitem as leis ambientais vigentes e evitem a derrubada de árvores nativas nos remanescentes florestais de suas propriedades. Consultem a assistência técnica para ajustar o manejo de seus ervais à condição de sombreamento existente em cada talhão.

Adubação do erval

A recomendação de adubação para a erva-mate indica qual é a quantidade dos nutrientes cálcio, magnésio, nitrogênio, fósforo e potássio deve ser aplicada ao solo. Entretanto, não há exigência quanto ao fertilizante comercial (ex.: cama de aviário, ureia, superfosfatos, etc.) a ser aplicado no erval. Por isso, é possível aplicar fertilizantes orgânicos, minerais ou mistura de ambos nos ervais, desde que ocorra nas doses prescritas. Deve-se dar preferência aos adubos mais baratos que se adequem à realidade da propriedade e da condição físico-química do solo.

Embora a aplicação de adubos minerais seja mais prática, atualmente estão disponíveis diversos formulados de fertilizantes orgânicos e organominerais que podem ser utilizados. Em alguns casos, será necessária a complementação da adubação orgânica com fertilizantes minerais. Porém, é importante seguir as recomendações de uso de adubos orgânicos e minerais, bem como conhecer os riscos de poluição ambiental destes produtos. Além disso, deve-se conhecer os teores de macronutrientes nos adubos orgânicos e, assim, aplicar a dose recomendada corretamente.



Atenção

O fertilizante comercial a ser utilizado no campo é uma decisão técnica, podendo ser tomada pelo produtor juntamente com um profissional habilitado. É fundamental o acompanhamento técnico para que a adubação tenha o sucesso esperado.

A recomendação de adubação irá indicar, com base na análise de solo, quanto de cada nutriente o erval está demandando. O técnico ou o produtor deverão calcular quanto do adubo formulado disponível deverá ser aplicado. É importante salientar que a recomendação de adubação apresentada aqui pode ser utilizada em ervais orgânicos, desde que os formulados a serem aplicados obedeçam às regulamentações vigentes.

Os parâmetros técnicos para recomendação de adubação da erva-mate estão publicados no capítulo de Nutrição do livro *Propagação e nutrição de erva-mate*, de Wendling e Santin (2015). Atualmente, a recomendação está disponível no Erva 20, Sistema de Produção de erva-mate proposto pela Embrapa (Penteado Júnior; Goulart, 2019) e nos Manuais de adubação e calagem dos estados do RS e SC (SBCS, 2016) e PR (Pauletti; Motta, 2019).



Para saber mais

Para realizar a recomendação é indispensável fazer análise no solo do erval, pois, a partir dos resultados dessa análise é que a recomendação será determinada. Para conhecer os detalhes de como realizar a análise de solo, acesse a publicação pelo QR code:



Etapas da adubação do erval

Não é recomendada a aplicação de fertilizantes sem o conhecimento prévio da fertilidade do solo e da demanda nutricional do erval. O processo a ser seguido se baseia na análise de solo e aplicação dos parâmetros de adubação para a erva-mate. Seguindo adequadamente as etapas, é possível estimar corretamente as doses e planejar a aplicação dos adubos.

De forma prática, os passos para o cálculo da adubação da erva-mate são:

1. Fazer a análise de solo por talhão ou gleba.
2. Interpretar os resultados da análise usando as tabelas de interpretação, ou com o aplicativo Ferti-Matte.
3. Calcular a quantidade de cada nutriente nas tabelas de recomendação ou com o aplicativo Ferti-Matte.
4. Calcular a dose do formulado escolhido com base na recomendação.
5. Planejar a aplicação dos fertilizantes.
6. Aplicar conforme orientação técnica.

A recomendação de adubação deve ser feita com acompanhamento técnico de um profissional habilitado.



Você sabia?

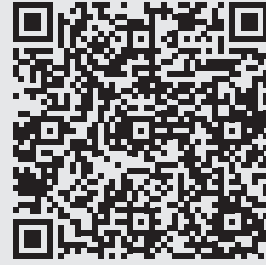
O aplicativo Ferti-Matte foi desenvolvido pela Embrapa Florestas para auxiliar profissionais e produtores a fazerem a recomendação de adubação em talhões de erva-mate. O aplicativo é gratuito e está disponível na Google Play Store. O manual de utilização foi publicado por Goulart et al. (2022c). Utilize os QR codes na próxima página para baixá-los gratuitamente.



ferti
matte



Aplicativo Ferti-Matte



Manual Ferti-Matte

Fases de adubação da erva-mate

As mudas de erva-mate são produzidas, geralmente, em viveiros comerciais e, após serem adquiridas, são plantadas no campo. O desenvolvimento das mudas após o plantio é lento e, por isso, as mudas requerem atenção desde o início, para que possam crescer e produzir satisfatoriamente. O sistema de adubação recomendado atualmente se alinha com o crescimento das erva-mates no campo, sendo dividido em três fases: plantio, formação de copa e produção (Santin et al., 2015). As doses recomendadas se ajustam à demanda nutricional das erva-mates ao longo do seu desenvolvimento, o que torna a adubação racional e sustentável econômica e ambientalmente.

■ Fase de plantio

Considera o período do plantio até a poda de formação.

Adubação na cova e em cobertura pós-plantio, até a poda de formação (primeira poda).

Nesta fase, as raízes das mudas de erva-mate têm alcance restrito aos nutrientes do solo, em razão do pequeno sistema radicular (Figura 6). A aplicação dos adubos é realizada no entorno das mudas ou em filetes, em doses baixas.

Foto: Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart



Figura 6. Erva-mate em fase de plantio.

■ Fase de formação de copa

Considera o período após a poda de formação até a execução da terceira colheita (Figura 7).

É subdividida em Formação 1, da primeira até a segunda colheita e Formação 2, após a segunda até a execução da terceira colheita. Nesta fase, as plantas apresentam maiores demandas por nutrientes, em comparação com a fase de plantio, mas as raízes ainda apresentam alcance restrito. A aplicação dos fertilizantes é realizada no entorno das plantas ou em filetes.



Figura 7. Erva-mate em fase de formação de copa.

■ Fase de produção

Considera o período depois da terceira colheita em diante (Figura 8).

Nessa fase, as erva-mates estão em produção, alcançando a maior demanda nutricional de seu desenvolvimento. Há um acréscimo natural no potencial produtivo dos ervais entre a terceira e a décima colheita, fruto do desenvolvimento das plantas. A aplicação dos fertilizantes pode ser feita em área total a lanço, pois as raízes das plantas já ocupam os espaçamentos entre as linhas.



Figura 8. Erva-mate em fase de produção.

Interpretação da análise de solo

Após o envio das amostras de solo para o laboratório, o produtor ou profissional recebe o laudo contendo o resultado das análises. Estes dados necessitam de uma interpretação técnica. A interpretação é importante, pois traz ao agricultor uma noção qualitativa dos resultados. Por exemplo, supondo que o teor de matéria orgânica do solo foi estimado em 2,5%, como saber se este valor é adequado? A interpretação traz essa noção, que é muito útil para diversas decisões de manejo do solo e da própria adubação, como qual tipo de fertilizante aplicar. O aplicativo Ferti-Matte realiza a interpretação dos resultados da análise de solo (Goulart et al., 2022a).

A interpretação dos resultados da análise de solo deve ser feita comparando o resultado de cada parâmetro da análise de solo com as Tabelas 1, 2 e 3 listadas abaixo:

Tabela 1. Interpretação do teor de matéria orgânica, cálcio e magnésio no solo.

Interpretação	Matéria orgânica	Cálcio	Magnésio
	%	----- cmol _c /dm ³ -----	
Baixo	≤ 2,5	≤ 2,0	≤ 0,5
Médio	2,6 – 5,0	2,1 – 4,0	0,6 – 1,0
Alto	> 5,0	> 4,0	> 1,0

Fonte: SBCS (2016).

Tabela 2. Interpretação do teor de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila.

Interpretação	Classes de solo conforme o teor de argila ⁽¹⁾			
	1	2	3	4
	----- mg/dm ³ -----			
Muito baixo	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 4,0	≤ 7,0
Baixo	2,1 – 4,0	3,1 – 6,0	4,1 – 8,0	7,1 – 14,0
Médio	4,1 – 6,0	6,1 – 9,0	8,1 – 12,0	14,1 – 21,0
Alto	6,1 – 12,0	9,1 – 18,0	12,1 – 24,0	21,1 – 41,0
Muito Alto	> 12,0	> 18,0	> 24,0	> 42,0

⁽¹⁾Teor de argila: classe 1 = > 60%; classe 2 = 60% a 41%; classe 3 = 40% a 21% e classe 4 = ≤ 20%.

Fonte: SBCS (2016).

Tabela 3. Interpretação do teor de potássio conforme as classes de CTC pH 7,0.

Interpretação	CTC _{pH 7,0} (cmol _c /dm ³)		
	> 15,0	5,1 – 15,0	≤ 5,0
	----- mg/dm ³ -----		
Muito baixo	≤ 30	≤ 20	≤ 15
Baixo	31 – 60	21 – 40	16 – 30
Médio	61 – 90	41 – 60	31 – 45
Alto	91 – 180	61 – 120	46 – 90
Muito alto	> 180	> 120	> 90

Fonte: SBCS (2016).

Recomendação para a aplicação de cálcio e magnésio

A erva-mate é uma espécie nativa da região subtropical do Brasil e apresenta boa tolerância a valores baixos de pH e à presença de alumínio no solo. Por essa razão, a aplicação de calcário nos cultivos da espécie requer baixas doses se comparada com aquelas de culturas agrícolas que necessitam de altas doses de calcário para ajuste do pH. Portanto, a adubação com calcário calcítico ou dolomítico na cultura da erva-mate tem o objetivo de fornecer os macronutrientes cálcio e magnésio e não alterar o pH do solo (Santin et al., 2015). Nas doses recomendadas, ocorre ainda a melhora das condições químicas do solo em relação ao alumínio e à disponibilidade de outros nutrientes para as plantas.



Atenção

A recomendação de adubação não é indicada para áreas com sombreamento maior que 50% e para áreas de floresta natural onde se pratica o extrativismo de erva-mate.

Na fase de plantio, o calcário deve ser aplicado de forma homogênea na cova ou na linha de plantio e incorporado até 20 cm de profundidade do solo. Para as fases de formação de copa e produção, a aplicação deverá ser superficial sem a incorporação, em qualquer época do ano. No caso de incorporação em área total, preferencialmente antes do plantio, realizar na camada de 0 cm a 20 cm do solo.

Aplicar calcário calcítico somente quando o teor de Mg^{2+} no solo estiver em nível alto e o Ca^{+2} baixo. Quando o teor de Ca^{2+} no solo estiver em nível alto e o de Mg^{2+} baixo, aplicar somente 50% da dose com calcário dolomítico. Nas demais condições aplicar calcário dolomítico. A Tabela 5 resume estas condições.

Tabela 4. Recomendação de calcário para as fases de plantio, de formação de copa e de produção.

CTC _{pH7,0} do solo	Plantio		Formação de copa e produção
	Na cova	Área total, incorporado	Área total, superficial
cmol _c /dm ³	g/planta	----- t/ha -----	
> 15,0	$\{[5,0-(Ca+Mg)]/2\} \times f$	5,5-(Ca+Mg)	
5,0 – 15,0	$\{[4,5-(Ca+Mg)]/2\} \times f$	5,0-(Ca+Mg)	
≤ 5,0	$\{[3,0-(Ca+Mg)]/2\} \times f$	3,5-(Ca+Mg)	

Na fórmula, o valor de Ca+Mg corresponde à disponibilidade dos mesmos no solo em cmol_c/dm³. O fator “f” corresponde ao volume de solo da cova. Uma cova com dimensões de 30 cm x 30 cm x 30 cm corresponde ao revolvimento de 30 dm³ de solo, sendo “f” = 30. Fonte: Adaptado de Wendling e Santin (2015) e Pauletti e Motta (2019).

Tabela 5. Tipo de calcário a ser aplicado em função da interpretação de cálcio (Ca⁺²) e magnésio (Mg⁺²) na análise de solo.

Interpretação da análise		Calcário a ser aplicado
Ca ⁺²	Mg ⁺²	
Alto	Alto	Dolomítico
Alto	Médio	Dolomítico
Alto	Baixo	50% da dose com Dolomítico
Médio	Alto	Dolomítico
Médio	Médio	Dolomítico
Médio	Baixo	Dolomítico
Baixo	Alto	Calcítico
Baixo	Médio	Dolomítico
Baixo	Baixo	Dolomítico

Recomendação para as fases de plantio e de formação de copa

As mudas de erva-mate necessitam de nutrientes para iniciarem seu crescimento no campo. Por isso, a adubação nas fases iniciais é muito importante e não deve ser esquecida. Quanto mais adequada a fertilidade do solo, menor será o tempo até a primeira poda, ou poda de desponte. Conseqüentemente, menor será o tempo até a primeira poda de colheita.

No plantio, a adubação deve ser aplicada e incorporada, na cova ou na linha de plantio. Seis meses após o plantio, a adubação de pós-plantio deve ser aplicada na superfície do solo, a uma distância de 25 cm do caule da muda. Pode ser aplicada circundando a muda ou de forma contínua (filete contínuo) a 25 cm da linha de plantio (Figura 9).

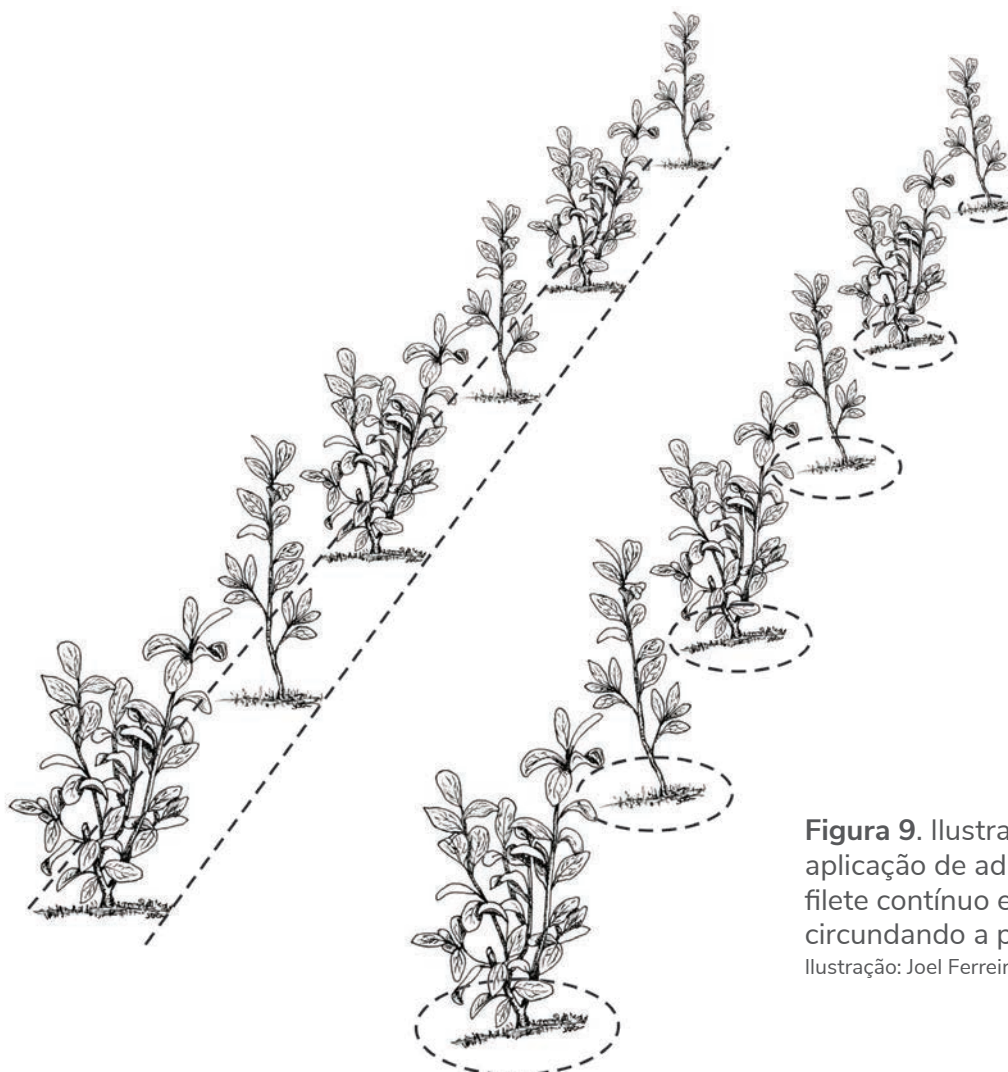


Figura 9. Ilustração da aplicação de adubo em filete contínuo e em coroa, circundando a planta.

Ilustração: Joel Ferreira Penteadó Júnior.

Na fase de formação de copa, aplicar a adubação a uma distância de 40 cm do caule da planta, também circundando-a ou em filete contínuo (Figura 9).

Conforme descrito anteriormente, entre a 1ª e a 2ª colheita, as erveiras estão na fase formação de copa 1, por isso deve ser aplicada a dose para esta fase. Já as erveiras que estão entre a 2ª e a 3ª colheita, se encontram na fase de formação de copa 2, devendo receber a dose proposta para esta fase. Estas informações estão detalhadas nas Tabelas 6, 7 e 8.



Atenção

As doses recomendadas para as fases plantio e formação de copa são anuais. Ou seja, o adubo deverá ser aplicado durante o ano, dividido em, pelo menos, duas parcelas a serem aplicadas em janeiro e setembro. O fósforo pode ser aplicado tanto em dose única como parcelado.

Tabela 6. Recomendação de nitrogênio (N) para fase de plantio e formação de copa.

Matéria orgânica no solo	Plantio		Formação de copa	
	Cova ⁽¹⁾	Pós-plantio	Formação 1	Formação 2
	g/planta de N	----- g/planta de N por ano -----		
≤ Baixo	18	31 – 40	36 – 45	45 – 55
Médio	12	21 – 30	26 – 35	36 – 45
> Alto	6	10 – 20	15 – 25	25 – 35

⁽¹⁾Quando o volume da cova for diferente de 30 dm³, a quantidade de nitrogênio deve ser recalculada para o volume de solo real da cova. Para isso, considerar dose de 0,6 g/dm³, 0,4 g/dm³ e 0,2 g/dm³ de nitrogênio, quando o teor de matéria orgânica no solo estiver, respectivamente, baixo, médio e alto.

Fonte: Adaptado de Wendling e Santin (2015) e Pauletti e Motta (2019).

Tabela 7. Recomendação de fósforo (P_2O_5) para fase de plantio e formação de copa.

Interpretação do teor de P no solo	Plantio		Formação de copa	
	Cova ⁽¹⁾	Pós-plantio	Formação 1	Formação 2
	g/planta de P_2O_5	----- g/planta de P_2O_5 por ano -----		
Muito baixo	24	41 – 50	51 – 60	56 – 65
Baixo	18	31 – 40	45 – 50	46 – 55
Médio	12	21 – 30	31 – 40	36 – 45
Alto	6	10 – 20	21 – 30	26 – 35
Muito alto ⁽²⁾	0	0	10 – 20	15 – 25

⁽¹⁾Quando o volume de solo da cova for diferente de 30 dm³, a quantidade de fósforo deve ser recalculada para o volume de solo real da cova. Para isso, considerar dose de 0,8 g/dm³, 0,4 g/dm³, 0,2 g/dm³ de P_2O_5 quando o teor de fósforo no solo estiver, respectivamente, muito baixo, baixo, médio e alto. ⁽²⁾Quando o teor de fósforo no solo estiver 1,5 vez acima do nível muito alto, não adubar com fósforo.

Fonte: Adaptado de Wendling e Santin (2015) e Pauletti e Motta (2019).

Tabela 8. Recomendação de potássio (K_2O) para fase de plantio e formação de copa.

Interpretação do teor de K no solo	Plantio		Formação de copa ⁽²⁾	
	Cova ⁽¹⁾ com 30 dm ³	Pós-plantio ⁽²⁾	Formação 1	Formação 2
	g/planta de K_2O	----- g/planta de K_2O por ano -----		
Muito baixo	18	31 – 40	46 – 55	51 – 60
Baixo	12	21 – 30	36 – 45	41 – 50
Médio	6	11 – 20	26 – 35	31 – 40
Alto	3	5 – 10	16 – 25	21 – 30
Muito alto ⁽²⁾	0	0	5 – 15	10 – 20

⁽¹⁾Quando o volume da cova for diferente de 30 dm³, a quantidade de potássio deve ser recalculada para o volume de solo real da cova. Para isso, considerar dose de 0,6 g/dm³, 0,4 g/dm³ e 0,1 g/dm³ de K_2O quando o teor do potássio no solo estiver, respectivamente, muito baixo, baixo, médio e alto. ⁽²⁾Quando o teor de potássio no solo estiver 1,5 vez acima do nível muito alto, não adubar com potássio.

Fonte: Adaptado de Wendling e Santin (2015) e Pauletti e Motta (2019).

Recomendação para fase de produção

A colheita e a comercialização da erva-mate retiram do erval uma quantidade considerável de material vegetal. Isso significa que há exportação dos nutrientes contidos nesse material para fora da área de produção. Caso não haja reposição desses nutrientes, o solo vai se esgotando gradualmente e a produtividade do erval diminui. Portanto, é imprescindível a reposição nutricional nos ervais em produção, independente de sistema convencional, orgânico ou agroecológico.

A exportação de nutrientes depende do intervalo de tempo entre colheitas e do tipo de manejo. Quanto maior o intervalo entre colheitas, maior a exportação de nutrientes do solo. Não é recomendada a colheita em períodos maiores que 24 meses, devido à acentuada queda natural de folhas. Na fase de produção, a aplicação dos fertilizantes deverá ser realizada a lanço, em área total sem incorporação (Figura 10). A recomendação para a fase de produção pode ser obtida nas Tabelas 9, 10 e 11.



Figura 10. Aplicação de fertilizantes a lanço em erval na fase de produção.



Atenção

No caso de colheitas onde, além dos galhos finos e folhas, são retirados do erval também os galhos grossos, a extração de nutrientes é maior. Por essa razão, o manejo dos galhos grossos é considerado no cálculo da adubação de produção. Além desse fator, a produtividade esperada também é considerada (Wendling; Santin, 2015).

Tabela 9. Recomendação de nitrogênio (N) para a cultura da erva-mate em fase de produção, conforme manejo do resíduo da colheita e intervalo de tempo entre colheitas .

Teor de matéria orgânica no solo	Sem retirada de galhos grossos	Com retirada de galhos grossos 18 meses	Com retirada de galhos grossos 24 meses
	----- kg/ha de N ⁽¹⁾ -----		
Baixo ⁽²⁾	PECV x 0,0121	PECV x 0,0133	PECV x 0,0137
Médio	PECV x 0,0107	PECV x 0,0118	PECV x 0,0122
Alto	PECV x 0,00938	PECV x 0,0103	PECV x 0,0107

PECV= Produtividade esperada de erva-mate comercial verde, em kg/ha.

⁽¹⁾Parcelar a dose total de nitrogênio conforme intervalo de tempo entre cada colheita, com aplicação da adubação, preferencialmente, em janeiro e setembro. ⁽²⁾Quando o teor de matéria orgânica no solo estiver baixo, a dose mínima recomendada é 120 kg/ha, 180 kg/ha e 230 kg/ha de N, respectivamente, para ervais com intervalo de colheita de 12, 18 e 24 meses.

Fonte: Wendling e Santin (2015).

Tabela 10. Recomendação de fósforo (P₂O₅) para a cultura da erva-mate em fase de produção, conforme manejo do resíduo da colheita e intervalo de tempo entre colheitas.

Interpretação do teor de P no solo	Sem retirada de galhos grossos	Com retirada de galhos grossos 18 meses	Com retirada de galhos grossos 24 meses
	----- kg/ha de P ₂ O ₅ ⁽¹⁾ -----		
Muito baixo ⁽²⁾	PECV x 0,00613	PECV x 0,00705	PECV x 0,00736
Baixo	PECV x 0,00491	PECV x 0,00564	PECV x 0,00589
Médio	PECV x 0,00245	PECV x 0,00282	PECV x 0,00294
Alto	PECV x 0,00123	PECV x 0,00141	PECV x 0,00147
Muito alto ⁽³⁾	PECV x 0,000613	PECV x 0,000705	PECV x 0,000736

PECV= Produtividade esperada de erva-mate comercial verde, em kg/ha.

⁽¹⁾Parcelar a dose total de fósforo, conforme intervalo de tempo entre cada colheita, com aplicação da adubação, preferencialmente, em janeiro e setembro. ⁽²⁾Quando o teor de fósforo no solo estiver muito baixo, a dose mínima recomendada é 120 kg/ha, 180 kg/ha e 230 kg/ha de P₂O₅, respectivamente, para ervais com intervalo de colheita de 12, 18 e 24 meses. ⁽³⁾Quando o teor de P no solo estiver 1,5 vez acima do nível muito alto, não é recomendada a adubação fosfata.

Tabela 11. Recomendação de potássio (K_2O) para a cultura da erva-mate em fase de produção, conforme manejo do resíduo da colheita e intervalo de tempo entre colheitas.

Interpretação do teor de K no solo	Sem retirada de galhos grossos	Com retirada de galhos grossos 18 meses	Com retirada de galhos grossos 24 meses
	----- kg/ha de K_2O ⁽¹⁾ -----		
Muito baixo ⁽²⁾	PECV x 0,0161	PECV x 0,0198	PECV x 0,0209
Baixo	PECV x 0,0129	PECV x 0,0158	PECV x 0,0166
Médio	PECV x 0,00964	PECV x 0,0119	PECV x 0,0124
Alto	PECV x 0,00643	PECV x 0,00791	PECV x 0,00829
Muito alto ⁽³⁾	PECV x 0,00321	PECV x 0,00395	PECV x 0,00415

PECV= peso de erva-mate comercial verde, em kg/ha.

⁽¹⁾Parcelar a dose total de potássio, conforme intervalo de tempo entre cada colheita, com aplicação da adubação, preferencialmente, em janeiro e setembro. ⁽²⁾Quando o teor de K no solo estiver muito baixo, a dose mínima recomendada é 120 kg/ha, 180 kg/ha e 230 kg/ha K_2O , respectivamente, para ervais com intervalo de colheita de 12, 18 e 24 meses. ⁽³⁾Quando o teor de potássio no solo estiver 1,5 vez acima do nível muito alto, não é recomendada a adubação potássica.

Fonte: Wendling e Santin (2015).



Atenção

Na fase de produção, a recomendação é calculada para o intervalo entre colheitas. Assim, o parcelamento da dose total da adubação deve seguir este intervalo. Aplicar preferencialmente em setembro e janeiro. O fósforo pode ser ou não parcelado, dependendo da formulação utilizada.

Se houver plantas de cobertura nas entrelinhas do erval, a dose total da adubação deverá conter o recomendado para a erva-mate e acrescentar a dose recomendada para a cobertura verde, para evitar a competição por nutrientes e favorecer o desenvolvimento de todas as espécies.

As épocas de aplicação dos adubos são muito importantes e devem ser obedecidas. Deve ser respeitado o prazo de três meses, para a aplicação de adubos antes da colheita, pois aplicações em um período menor podem reduzir a qualidade da erva-mate colhida e depreciar o seu valor de mercado.

Deve ser realizado um planejamento de aplicação. Por exemplo, se o intervalo de colheita é 18 meses, a dose recomendada deverá ser aplicada em um período de 18 meses, fracionada em três aplicações. No exemplo da Figura 11, a colheita é realizada em setembro. Nesse mesmo momento, é aplicada a 1ª parcela da adubação, ou 1/3 da dose. No mês de fevereiro seguinte, aplica-se a 2ª parcela. A 3ª é aplicada em setembro do próximo ano, fechando a dose recomendada. A colheita seguinte é realizada em fevereiro, momento no qual a 1ª parcela da adubação é novamente aplicada e, assim, sucessivamente.

Dessa forma, é possível calendarizar e programar a aplicação. O resultado é um erval sempre nutrido sem perder a qualidade da matéria-prima.

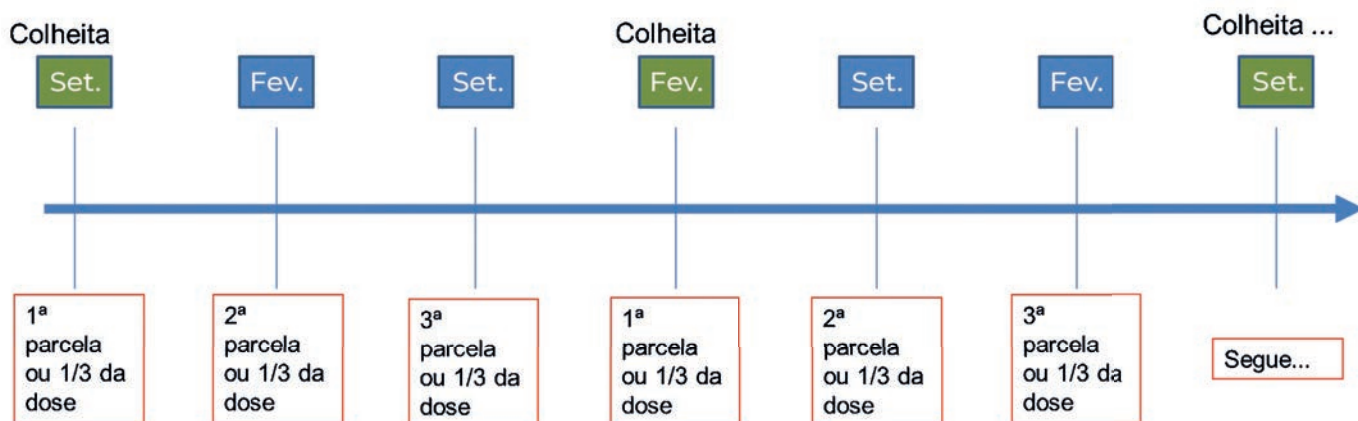


Figura 11. Exemplo de planejamento de aplicação de fertilizantes em erval com intervalo de colheitas de 18 meses.

Ilustração: Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart.

Exemplo prático de interpretação e recomendação de adubação

Para ilustrar como é realizada a interpretação e a recomendação na prática, será utilizada uma análise de solo hipotética e serão realizadas as interpretações para os parâmetros: matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), magnésio (Mg), argila, fósforo (P), capacidade de troca de cátions (CTC) e potássio (K). Posteriormente, será exemplificada a recomendação de potássio para cada uma das fases de adubação da erva-mate.

Para o exemplo a seguir, considere os resultados da amostra número 1 da seguinte análise de solo (Figura 12):

UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

47 anos
Sustentável e com qualidade

SELO DE QUALIDADE

Análise Básica + Micronutrientes
2014
ROLAS - NRS - SEC

Laudo de Análise de Solo

NOME: _____ DATA DO RECEBIMENTO: _____
MUNICÍPIO: _____ DATA DA EXPEDIÇÃO: _____
ESTADO: _____
LOCALIDADE: _____

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al _{troc.} cmol _c /dm ³	Ca _{troc.} cmol _c /dm ³	Mg _{troc.} cmol _c /dm ³
1	682/35	56	3.9	5.9	2.5	70	2.4	0.2	2.6	1.0
2	682/36	56	3.5	5.8	0.9	75	3.0	0.2	1.3	0.2
3	682/37	57	5.6	6.2	0.3	276	2.9	0.0	6.6	1.7
4	682/38	60	5.3	5.9	0.3	260	3.3	0.1	6.7	1.3

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P, K, Cu, Zn e Na determinados pelo método Mehlich 1; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al e Mn trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; S-SO₄ extraído com CaHPO₄ 500 mg L⁻¹ de P; B extraído com água quente.

NUM	Al+H cmol _c /dm ³	CTC cmol _c /dm ³	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha ⁻¹)			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	4.9	12.5	60	2.6	6	35	6				
2	5.5	12.5	55	2.8	4.2	28	7				
3	3.5	12.5	72	0.0	3.9	9	2.4				
4	4.9	13.6	63	1.1	5	10	2.0				

CTC a pH 7.0. Necessidade de calcário para atingir pH 6.0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

Figura 12. Laudo de análise de solo.



Atenção

O exemplo apresentado na página anterior tem fins didáticos, portanto, os produtores devem buscar acompanhamento técnico para realizar a recomendação de adubação e os ajustes de doses dos adubos formulados que forem utilizar. A assistência técnica irá prescrever a melhor forma de aplicar os fertilizantes com o menor risco de perda possível.

A interpretação dos resultados da análise é realizada com base nos parâmetros da Tabela 12.

Tabela 12. Parâmetros do solo utilizados na determinação de adubação de erva-mate.

Parâmetro
Matéria orgânica - MO
Cálcio - Ca
Magnésio - Mg
Argila
Fósforo - P
Potássio - K

Interpretação de MO, Ca e Mg

Para interpretar os resultados de MO, Ca e Mg, anota-se os valores obtidos na análise de solo seguinte (Figura 13):

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al _{troç.} cmol/dm ³	Ca _{troç.} cmol/dm ³	Mg _{troç.} cmol/dm ³
1	682/35	56	3.9	5.9	2.5	70	2.4	0.2	2.6	1.0

Figura 13. Detalhe da análise de solo usada no exemplo, com destaque na matéria orgânica (MO), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Os valores observados na análise foram MO = 2,4%; Ca = 2,6 cmol/dm³, e Mg = 1,0 cmol/dm³. A interpretação em si é realizada pela comparação dos resultados com as categorias da tabela de interpretação, representada na Figura 14:

Interpretação	Matéria orgânica	Cálcio	Magnésio
	%	----- cmol _c dm ⁻³ -----	
Baixo	≤ 2,5	≤ 2,0	≤ 0,5
Médio	2,6 – 5,0	2,1 – 4,0	0,6 – 1,0
Alto	> 5,0	> 4,0	> 1,0

Figura 14. Esquema de uso da tabela de interpretação de matéria orgânica (MO), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Dessa forma, percebe-se que o solo em questão tem baixo teor de MO, médio teor de Ca e médio teor de Mg.

■ Interpretação de P

A interpretação de P é realizada utilizando o teor de argila e o teor de P (Figura 15):

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al _{troc.} cmol _c /dm ³	Ca _{troc.} cmol _c /dm ³	Mg _{troc.} cmol _c /dm ³
1	682/35	56	3,9	5,9	2,5	70	2,4	0,2	2,6	1,0

Figura 15. Detalhe da análise de solo usada no exemplo, com destaque na argila e no fósforo (P).

Observa-se que o teor de argila é 56% e o de P é 2,5 mg/dm³. Deve-se, assim, encontrar qual é a classe de argila do solo analisado. O teor de P deve ser encontrado na coluna da respectiva classe. Conforme mostra a Figura 16, observa-se que o solo é classe 2 de argila e o teor de P está abaixo de 3,0.

Interpretação	Classes de solo conforme o teor de argila*			
	1	2	3	4
	----- mg dm ⁻³ -----			
Muito baixo	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 4,0	≤ 7,0
Baixo	2,1 – 4,0	3,1 – 6,0	4,1 – 8,0	7,1 – 14,0
Médio	4,1 – 6,0	6,1 – 9,0	8,1 – 12,0	14,1 – 21,0
Alto	6,1 – 12,0	9,1 – 18,0	12,1 – 24,0	21,1 – 41,0
Muito Alto	> 12,0	> 18,0	> 24,0	> 42,0

* Teor de argila: classe 1 = >60%; classe 2 = 60% a 41%; classe 3 = 40% a 21%; classe 4 = ≤ 20%.

Figura 16. Esquema de uso da tabela de interpretação de fósforo (P).

Portanto, o teor de P no solo analisado é muito baixo.

■ Interpretação de K

A interpretação de K utiliza o teor do próprio K e a $CTC_{pH\ 7,0}$ do solo analisado (Figura 17).

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al _{loc} cmol _c /dm ³	Ca _{loc} cmol _c /dm ³	Mg _{loc} cmol _c /dm ³	NUM	Al+H cmol _c /dm ³	CTC cmol _c /dm ³
1	682/35	56	3.9	5.9	2.5	70	2.4	0.2	2.6	1.0	1	4.9	16.5

Figura 17. Detalhe da análise de solo usada no exemplo, com destaque na potássio (K) e na capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$).

Na análise de solo, observa-se que o teor de K é 70 mg/dm³ e a $CTC_{pH\ 7,0}$ é 16,5 cmol_c/dm³. Deve-se, então, encontrar a faixa de $CTC_{pH\ 7,0}$ na tabela seguinte e, a partir da respectiva coluna, encontrar a faixa de K correspondente ao resultado da análise (Figura 18).

Interpretação	$CTC_{pH\ 7,0}$ (cmol _c dm ⁻³)		
	> 15,0	5,1 – 15,0	≤ 5,0
	----- mg dm ⁻³ -----		
Muito baixo	≤ 30	≤ 20	≤ 15
Baixo	31 – 60	21 – 40	16 – 30
Médio	61 – 90	41 – 60	31 – 45
Alto	91 – 180	61 – 120	46 – 90
Muito alto	> 180	> 120	> 90

Figura 18. Esquema de uso da tabela de interpretação de potássio (K), conforme classes de capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$).

Portanto, com a $CTC_{pH\ 7,0}$ maior que 15 e a faixa de K entre 61 e 90, o solo analisado tem médio teor de P.

A interpretação dos resultados da análise de solo em questão está resumida na Tabela 13.

Tabela 13. Interpretação de parâmetros da análise de solo.

Parâmetro	Interpretação
Matéria orgânica - MO	Baixo
Cálcio - Ca	Médio
Magnésio - Mg	Médio
Fósforo - P	Muito baixo
Potássio - K	Médio

Recomendação de adubação

Para exemplificar a elaboração da recomendação nas três fases de adubação da erva-mate, será tomado o exemplo do K. Entretanto, a forma de fazer a recomendação é semelhante entre os nutrientes N, P e K, bastando que seja seguido o mesmo raciocínio para os demais.

Além disso, será mostrado o cálculo para recomendação de Ca e Mg, que segue uma lógica um pouco diferente.

■ Recomendação de K na fase plantio e formação de copa

Com base na interpretação, é sabido que o teor de K no solo analisado é médio. Com esta informação, deve-se buscar na tabela de recomendação seguinte, a dose de K para a fase do erval (Figura 19).

Interpretação do teor de K no solo	Plantio		Formação de copa**	
	Cova* com 30dm ³ g planta ⁻¹	Pós-plantio** ----- g planta ⁻¹ ano ⁻¹ -----	Formação 1	Formação 2
Muito baixo	18	31 – 40	46 – 55	51 – 60
Baixo	12	21 – 30	36 – 45	41 – 50
Médio	6	11 – 20	26 – 35	31 – 40
Alto	3	5 – 10	16 – 25	21 – 30
Muito alto**	0	0	5 – 15	10 – 20

Figura 19. Esquema de uso da tabela de recomendação de potássio (K) para as fases de plantio e formação de copa.

Neste exemplo, se o erval estiver em fase de plantio, a dose recomendada de K₂O é 6 g por planta no momento do plantio ou entre 11 g e 20 g por planta se for a aplicação em pós-plantio.

Se o erval estiver em fase de formação de copa 1, a dose recomendada situa-se entre 26 g/planta e 35 g/planta. Se estiver em fase de Formação de copa 2, a recomendação de K₂O fica entre 31 g/planta e 40 g/planta. Em todos estes casos, a dose é anual.

As condições apresentadas no rodapé das tabelas devem sempre ser levadas em conta. No caso do K, as considerações referem-se ao volume da cova e ao teor de potássio 1,5 vez acima do muito alto.



Atenção

A recomendação indica a dose do nutriente e não do adubo formulado comercial. No exemplo do potássio, a dose se refere ao equivalente de K₂O, sendo necessária a conversão deste valor para o adubo formulado que será utilizado no campo. Esta é uma função exclusiva dos profissionais de ciências agrárias. Consulte sempre um profissional habilitado.

Recomendação de K na fase de Produção

Com base na interpretação da análise, é sabido que o teor de K no solo analisado é médio. Com esta informação, deve-se utilizar a tabela de recomendação de K para a fase de produção, e calcular a dose recomendada de acordo com a produtividade e o manejo empregado na colheita do erval (Figura 20).

Interpretação do teor de K no solo	Sem retirada de galhos grossos	Com retirada de galhos grossos 18 meses	Com retirada de galhos grossos 24 meses
	----- kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ *-----		
Muito baixo ^{***}	PECVx0,0161	PECVx0,0198	PECVx0,0209
Baixo	PECVx0,0129	PECVx0,0158	PECVx0,0166
Médio	PECVx0,00964	PECVx0,0119	PECVx0,0124
Alto	PECVx0,00643	PECVx0,00791	PECVx0,00829
Muito alto ^{****}	PECVx0,00321	PECVx0,00395	PECVx0,00415

Figura 20. Esquema de uso da tabela de recomendação de potássio (K) para a fase de produção. PECV = Peso da erva-mate comercial verde em kg/ha.

Caso a colheita ocorra sem retirada de galhos grossos dos talhões, no exemplo, deve-se utilizar a fórmula $PECV \times 0,00694$ para obter a dose recomendada de K (Figura 20). Assumindo uma produtividade de 14.500 kg de erva-mate comercial por hectare, ter-se-ia o seguinte cálculo:

(1) Dose de K = $14.500 \times 0,00694 = 100,63$ kg de K_2O /ha por safra ou intervalo entre colheitas.

Caso os galhos grossos sejam retirados do talhão e o intervalo entre colheitas (safra) for 18 meses, deve-se utilizar a fórmula $PECV \times 0,0119$ (Figura 19). Para a produtividade de 14.500 kg/ha.18 meses, tem-se o seguinte cálculo:

(2) Dose de K = $14.500 \times 0,0119 = 172,55$ kg de K_2O /ha em 18 meses.

Caso os galhos grossos sejam retirados do talhão e o intervalo entre colheitas (safra) for 24 meses, deve-se utilizar a fórmula $PECV \times 0,0119$ (Figura 19). Para a produtividade de 14.500 kg/ha.24 meses, tem-se o seguinte cálculo:

(3) Dose de K = $14.500 \times 0,0124 = 179,80$ kg de K_2O /ha em 24 meses.

■ Recomendação para a aplicação de Ca e Mg

Para determinar a recomendação para a aplicação de Ca e Mg, em termos de toneladas por hectare, é preciso conhecer os teores dos dois nutrientes no solo, a $CTC_{pH\ 7,0}$ e o volume da cova, no caso de aplicação no plantio.

Na análise de solo deste exemplo, tem-se $Ca = 2,6$ $cmol_c/dm^3$; $Mg = 1,0$ $cmol_c/dm^3$ e $CTC\ 16,5$ $cmol_c/dm^3$. Com estas informações, deve-se calcular a dose de calcário a ser aplicada usando a seguinte tabela de recomendação de calcário (Figura 21):

$CTC_{pH\ 7,0}$ do solo	Plantio		Formação de copa e Produção
	Na cova	Área total, incorporado	Área total, superficial
$cmol_c\ dm^{-3}$	$g\ planta^{-1}$	----- $t\ ha^{-1}$ -----	
> 15,0	$\{[5,0-(Ca+Mg)]/2\} \times f$	$5,5-(Ca+Mg)$	
5,0 – 15,0	$\{[4,5-(Ca+Mg)]/2\} \times f$	$5,0-(Ca+Mg)$	
≤ 5,0	$\{[3,0-(Ca+Mg)]/2\} \times f$	$3,5-(Ca+Mg)$	

Figura 21. Esquema de uso da tabela de recomendação de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$), f = volume da cova.

Como a CTCpH 7,0 é maior que 15, devem ser usadas as fórmulas da primeira linha (Figura 21). Caso o erval esteja em fase de plantio, deve-se utilizar o volume da cova em dm³. Neste caso, será usado o volume recomendado de 30 dm³. Nestas condições, o cálculo será o seguinte:

(4) Dose de calcário = $\{[5,0-(2,6+1,0)]/2\} \cdot 30 = \{[5,0-3,6]/2\} \cdot 30 = \{1,4/2\} \cdot 30 = 0,7 \cdot 30 = 21$ g de calcário por planta.

Caso o erval esteja em fase de formação de copa ou produção, o cálculo será o seguinte:

(5) Dose de calcário = $5,5 - (2,6+1,0) = 5,5 - 3,6 = 1,7$ t/ha de calcário.

Após a determinação da dose, deve-se definir qual o tipo de calcário deve ser aplicado no erval, considerando a interpretação dos teores de Ca e Mg no solo. Com base na interpretação da análise de solo deste exemplo, tem-se tanto o Ca quanto o Mg com teor médio no solo (Figura 22).

Interpretação da análise		Calcário a ser aplicado
Ca ⁺²	Mg ⁺²	
Alto	Alto	Dolomítico
Alto	Médio	Dolomítico
Alto	Baixo	50% da dose com Dolomítico
Médio	Alto	Dolomítico
Médio	Médio	Dolomítico
Médio	Baixo	Dolomítico
Baixo	Alto	Calcítico
Baixo	Médio	Dolomítico
Baixo	Baixo	Dolomítico

Figura 22. Esquema de determinação de tipo de calcário.

Portanto, nas condições deste exemplo o calcário a ser aplicado deve ser o dolomítico.



Atenção

Devem ser consideradas as orientações para parcelamento da dose, época de aplicação e forma de aplicação dos fertilizantes no erval. Consulte sempre um profissional habilitado.

Considerações finais

A dosagem final dos fertilizantes deverá ser estabelecida por um profissional habilitado. Este profissional irá utilizar os valores obtidos na recomendação e traduzi-los na quantidade do fertilizante comercial escolhido que o produtor deverá aplicar, como será realizado o parcelamento e quando o produtor deverá aplicar as doses no campo.

Enfatiza-se que a adubação da erva-mate pode acontecer tanto com fertilizantes orgânicos quanto com fertilizantes químicos ou até com uma combinação entre ambos.

Embora pareça uma tarefa complicada, os profissionais estão habituados a realizá-la. E dessa forma, a orientação técnica estará adequada à realidade do produtor, ajustada ao ambiente e, sobretudo, será economicamente eficiente, sem aplicações exageradas ou deficitárias.

A adubação dos cultivos de erva-mate é fundamental para o alcance de boas produtividades, qualidade aceitável e para a sanidade das plantas. Adote estas tecnologias com responsabilidade.

Referências

- CHAIMSOHN, P. F.; SOUZA, A. M.; LACERDA, A. E. B.; NIMMO, E. R. **Sistemas de produção tradicionais e agroflorestais de erva-mate no Centro-Sul do Paraná e Norte Catarinense**: contribuições para a construção do processo de Indicação Geográfica. 2. ed. Porto Alegre: Fi, 2023. 190 p.
- COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006, 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 78). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/490410>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- FLOSS, P. A.; CROCE, D. M. da; NESI, C. N. Produção de erva-mate consorciada com cinamomo e louro-pardo. **Agropecuária Catarinense**, v. 22, n. 2, 2009.
- GOULART, I. C. G. R.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; OLIVEIRA, E. B. de. **Aplicativo Manejo-Matte**: manual básico de utilização. Brasília, DF: Embrapa, 2022a. 29 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231731/1/EmbrapaFlorestas-2022-FL-Manejo-Matte.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- GOULART, I. C. G. R.; SANTIN, D.; BRASILEIRO, B. P. Fatores que afetam a produtividade na cultura da erva-mate. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1345-1367, 2022b. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509863661>.
- GOULART, I. C. G. R.; WENDLING, I.; SANTIN, D. **Aplicativo Ferti-Matte**: manual básico de utilização. Brasília, DF: Embrapa, 2022c. 27 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232840/1/EmbrapaFlorestas-2022-FL-Ferti-Matte.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- GOULART, I. C. R.; PENTEADO JUNIOR, J. F. Erva 20: Sistema de produção de erva-mate. In: SEMINÁRIO ERVA-MATE XXI: modernização no cultivo e diversificação do uso da erva-mate, 2016, Curitiba, PR. **Anais [...]**. Colombo: Embrapa Florestas, 2016. p. 44-47. (Embrapa Florestas. Documentos, 298). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155135/1/Paginas-44-47-de-Doc-298-1414-Completo3.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2023.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/documentos>. Acesso em: 2 maio 2023.
- LOURENÇO, R. S.; MEDRADO, M. J. S. **Adubação de erva-mate**: atualização. Colombo: Embrapa Florestas, 1999. Não publicado.
- PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2019. 289 p.
- PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. **Erva 20**: sistema de produção para erva-mate. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 152 p. (TTflorestal: transferência de tecnologia florestal). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/193651/1/2019-Manual-Erva20-web.pdf>.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BARROS, N. F. de; FONTES, L. L.; ALMEIDA, I. C. de; NEVES, J. C. L.; WENDLING, I. Manejo de colheita e adubação fosfatada na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em fase de produção. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 783-797, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509828629>.

SANTIN, D.; BENEDETTI, E. L.; BASTOS, M. C.; KASEKER, K. F.; REISSMANN, C. B.; BRONDANI, G. E.; BARROS, N. F. Crescimento e nutrição de erva-mate influenciados pela adubação nitrogenada, fosfatada e potássica. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 363-375, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050989282>.

SANTIN, D.; REISSMANN, C. B.; BENEDETTI, E. L. Nutrição e recomendação de adubação e calcário para a cultura da erva-mate. In: WENDLING, I.; SANTIN, D. (ed.). **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 99-195.

SIGNOR, P.; GOMES, G. S.; WATZLAWICK, L. F. Produção de erva-mate e conservação de Floresta com Araucária. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 83, p. 199-208, 2015. DOI: <https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.83.898>.

SBCS. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre, 2016. 376 p.

WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 195 p.

ZERBIELLI, L. C. **Produtividade, luminosidade, composição química e qualidade da erva-mate**. 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR.

Embrapa

Florestas

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

CGPE: 18392