

Manejo da fertilidade do solo no Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

*Francisco Morel Freire¹
Antônio Marcos Coelho²
Nairam Félix de Barros³
Nairam Félix de Barros Filho⁴
Júlio César Lima Neves⁵*

Resumo - O Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) objetiva a produção de grãos, de forragem e de madeira numa mesma área, em consórcio, em rotação ou em sucessão de culturas, adotando-se, preferencialmente, o plantio direto, tendo, assim, uma diversidade de opções de cultivo. Essas peculiaridades do Sistema implicam em diferentes estratégias de manejo da fertilidade do solo. Para tanto, as recomendações devem ser mais bem estudadas, respeitando as situações em particular. São discutidas metodologias para a amostragem do solo, visando à análise de fertilidade e recomendações para a correção da acidez, melhorando o ambiente radicular das camadas subsuperficiais do solo. Além disso, são ainda abordados aspectos relativos à nutrição e à adubação das culturas voltadas para a produção de grãos e forragem, da pastagem e do eucalipto.

Palavras-chave: Nutriente mineral. Amostragem do solo. Calagem. Adubação. Cultura. Pastagem. Eucalipto. Grão. Forrageira.

INTRODUÇÃO

Das áreas utilizadas pela agropecuária no Brasil, um porcentual elevado, especialmente o relativo às pastagens, encontra-se degradado ou em fase de degradação. No bioma Cerrados, estima-se que cerca de 80% dos 45 a 50 milhões de hectares apresentem algum estágio de degradação (MACEDO, 1995). O principal fator desencadeador da degradação está ligado a problemas de fertilidade do solo, inicialmente pela deficiência de nitrogênio (N).

Para a recuperação das áreas degradadas, buscam-se alternativas que levem ao aumento da produtividade, da lucratividade e da sustentabilidade da propriedade rural.

Nesse contexto, o Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), pela combinação de cultivos florestais, cultivos agrícolas e criação de animais numa mesma área, destaca-se como estratégia altamente promissora para essa recuperação. Procura-se diversificar a produção agrícola e, com isso, melhorar a utilização do solo e da água.

Por se tratar de um sistema complexo que envolve a produção de grãos, de forragem e de madeira numa mesma área, em consórcio, em rotação ou em sucessão, adotando-se ou não o plantio direto, a ILPF implica em uma diversidade de opções de cultivo. As recomendações para a correção

da fertilidade do solo devem ser mais bem estudadas, respeitando as condições locais.

AMOSTRAGEM DO SOLO

Definida a área a ser estabelecida com o Sistema ILPF, procede-se, primeiramente, à amostragem de solo para avaliar a sua fertilidade. Uma amostragem inadequada implicará em recomendações incorretas, podendo levar a prejuízos econômicos e a danos ao meio ambiente.

Para que a amostra seja representativa, a área a ser amostrada deverá ser a mais homogênea possível, subdividida em glebas ou talhões. Para isso, leva-se em consideração a vegetação existente, a posição

¹Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. U.R. EPAMIG CO-FESR/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 295, CEP 35701-970 Prudente de Moraes-MG. Correio eletrônico: morel@epamig.br

²Eng^o Agr^o, Ph.D., Pesq. Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas-MG. Correio eletrônico: amcoelho@cnpmc.embrapa.br

³Eng^o Florestal, Ph.D., Prof. Tit. UFV - Depto. Solos, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: nfbarrros@ufv.br

⁴Eng^o Florestal, Doutorando UFV - Depto. Solos, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: nairam.filho@ufv.br

⁵Eng^o Agr^o, D.Sc., Prof. Adj. UFV - Depto. Solos, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: julio_n2003@yahoo.com.br

topográfica (topo do morro, meia encosta, baixada), a cor e a textura do solo (argilosa, arenosa), as condições de drenagem, o histórico de utilização da área, a produtividade e o uso de fertilizantes e corretivos. Sugere-se que cada gleba amostrada tenha no máximo 10 ha para garantir maior qualidade e eficiência na amostragem. Áreas muito grandes, mesmo que homogêneas, devem ser subdivididas em subglebas de até 10 ha. Recomenda-se coletar entre 20 e 30 amostras por gleba ou subglebas, que são denominadas amostras simples. Vale lembrar que para serem representativas da área, devem ser colhidas em pontos uniformemente distribuídos em toda a gleba, o que é conseguido com um caminhamento em ziguezague. Quanto à profundidade de amostragem, para a maioria das culturas, as amostras simples são coletadas na camada de 0 a 20 cm. Dependendo da cultura, a profundidade da camada de solo deve ser onde se concentra o maior volume de raízes. Dessa forma, para pastagens estabelecidas, recomenda-se a amostragem na camada de 0 a 5 cm ou até 0 a 7 cm. Se necessário, retirar ainda outra amostra composta de 5 a 20 cm ou de 7 a 20 cm. Para áreas novas, principalmente quando pretende estabelecer culturas perenes, é indicado amostrar as camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm. É importante que as amostras simples tenham o mesmo volume, padronizando-se a profundidade de amostragem. Para isso, devem-se utilizar trados, pá ou enxadão. Coletadas as amostras simples, estas deverão ser bem misturadas, formando uma amostra composta, da qual se retira uma amostra de 200 a 250 g que será identificada e enviada para análise química (CANTARUTTI; ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999).

Na ILPF, preconiza-se a produção de grãos ou de forragem, a utilização do pasto no período da seca e a palha para o Sistema Plantio Direto (SPD), adotando-se o Sistema Santa Fé (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003). Pode-se empregar o sistema convencional de preparo do solo também. Com a adoção do SPD, não há revolvimento do solo, havendo acúmulo continuado

de adubos e de corretivos na superfície, o que determina a formação de gradientes de fertilidade em profundidade e maior variabilidade no sentido horizontal, quando comparado ao sistema convencional. Isso sugere que, nesse sistema de cultivo, é importante definir critérios de amostragem, de modo que os resultados analíticos retratem com fidelidade a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Para área manejada sob SPD, recomenda-se a amostragem de uma fatia de 3 a 5 cm de solo, retirada com pá de corte, transversalmente às linhas de plantio e no espaço compreendido entre os pontos médios entre elas. Nos primeiros dois a três anos de SPD, recomendam-se amostrar as camadas de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm. Nos anos seguintes, amostrar as camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e de 10 a 20 cm, caso contrário, de 0 a 5 cm e de 5 a 20 cm. O número de amostras simples para formar as amostras compostas (nas diferentes profundidades) deve variar de 10 a 15 na gleba (CANTARUTTI; ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999).

Após alguns anos, o cultivo de culturas no SPD com diferentes espaçamentos, com linhas de plantio não coincidentes, permite inferir que a variabilidade horizontal da fertilidade tenderá a diminuir, aproximando-se da que existe no sistema convencional. Ainda assim, a amostragem dirigida, como a recomendada anteriormente, é importante. Mesmo que ocorra a homogeneização do solo após um longo período no SPD, alerta-se que a coleta das 20 a 30 amostras simples por gleba, como a praticada no sistema convencional, pode, ainda, levar à obtenção de uma amostra composta não representativa da fertilidade da área. Segundo Anghinoni e Salet (1995), para uma lavoura com oito anos no SPD e amostragem na camada de 0 a 10 cm, admitindo-se uma variação do fósforo (P) de 10% em torno da média, seria necessário aumentar o número de amostras simples de 20 para 50. Se for aceita uma precisão um pouco menor, pode-se aceitar um número menor de amostras simples para formar a composta, entre um mínimo de 30 (sistema convencional) e um máximo

de 50, como sugerido no trabalho desses autores. Procura-se, dessa maneira, atender o lado prático, facilitando a amostragem na condição de plantio direto.

CALAGEM

Os solos atualmente destinados à agricultura, em especial aqueles dos Cerrados, originalmente apresentam características químicas inadequadas para o desenvolvimento de uma agropecuária produtiva e sustentável. Destacam-se como restrições a acidez elevada com altos teores de alumínio (Al) trocável e a deficiência de nutrientes como P, cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Dessa forma, para que o potencial agrícola seja atingido, a correção da acidez do solo pela calagem faz-se necessária.

No Sistema ILPF, pratica-se o cultivo de várias culturas de diversos graus de tolerância à acidez do solo. Assim, forrageiras tropicais e eucalipto, por exemplo, geralmente adaptados às condições de solos ácidos, podem ser cultivados simultaneamente com culturas como milho, sorgo, etc., menos tolerantes a essas condições adversas. Em vista da complexidade desse Sistema, a recomendação de calagem deve priorizar a espécie mais exigente.

Em Minas Gerais, para se calcular a necessidade de calagem (NC) são utilizados dois métodos: a neutralização da acidez trocável e a elevação dos teores de Ca e de Mg trocáveis ou a elevação da saturação por bases (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999).

No método da neutralização da acidez trocável e da elevação dos teores de Ca e Mg é utilizada a seguinte fórmula:

$$NC = Y[Al^{3+} - (m_t \cdot t/100)] + [X - (Ca^{2+} + Mg^{2+})]$$

em que:

Y = varia com a capacidade tampão da acidez do solo com valores de 0 a 1 em solos com 0% a 15% de argila; 1 a 2 em solos com 15% a 35% de argila; 2 a 3 em solos com 35% a 60% de argila e 3 a 4 em solos com 60% a 100% de argila;

Al^{3+} = acidez trocável ($cmol_c/dm^3$);
 m_1 = máxima saturação por Al^{3+} tolerada pela cultura (%);
 t = CTC efetiva ($cmol_c/dm^3$);
 X = requerimento de Ca^{2+} e de Mg^{2+} pelas culturas ($cmol_c/dm^3$).

No método da elevação da saturação por bases é utilizada a seguinte fórmula:

$$NC = T(V_e - V_a)/100$$

em que:

T = CTC a pH 7 ($cmol_c/dm^3$);
 V_e = saturação por bases esperada (%);
 V_a = saturação por bases atual do solo (%).

No Sistema ILPF, é preconizado adotar o SPD usando o Sistema Santa Fé. Nesta condição, a recomendação de calagem deve ser ajustada tendo em vista as características desse sistema de cultivo, ou seja, revolvimento do solo restrito ao sulco de plantio ou à cova, biodiversidade pela rotação e/ou sucessão de culturas e cobertura do solo com culturas voltadas para a formação de palhada.

Ao iniciar o SPD, devem ser corrigidos os impactos negativos da acidez da melhor maneira possível, sendo isso considerado um pré-requisito para o sucesso do Sistema. Busca-se, com a calagem, a eliminação da toxidez de Al e o fornecimento de Ca e Mg, elementos essenciais à nutrição da planta. Conforme Sousa e Lobato (2000), a acidez superficial (0 a 20 cm) e a subsuperficial (20 a 60 cm) devem estar corrigidas, o que possibilita maior desenvolvimento radicular das plantas e aumento da absorção de nutrientes e de água pelas culturas. Considerando que o calcário tem mobilidade limitada no solo, na correção do solo na camada de 0 a 20 cm, deve-se incorporar o corretivo, por meio da aração e gradagem. Ratificando essa proposição, Kaminski et al. (2005) verificaram que a incorporação do calcário antes da instalação do SPD neutralizou a acidez em profundidades maiores e mostrou-se mais eficiente do que a aplicação superficial. Para melhoria do ambiente em subsuperfície, abaixo dos 20 cm, há a possibilidade de empregar o gesso agrícola.

Quanto ao cálculo da calagem, antes da adoção do SPD, deve-se basear nas informações relativas à amostragem de solo na camada de 0 a 20 cm, a qual se pretende corrigir. Sugere-se, ainda, dar preferência para um calcário mais grosso com reatividade entre 50% e 60%, de modo que se consiga um efeito residual maior. Após a implantação do SPD, recomenda-se, a calagem com aplicação de doses anuais menores, em lugar de doses elevadas a cada três ou quatro anos. Assim, as doses podem ser reduzidas a 1/3, quando a amostragem for feita na camada de 0 a 20 cm, e à metade, no caso de amostragem na camada de 0 a 10 cm (LOPES, 1999).

Bernardi et al. (2003) recomendam, para a fase de implantação do SPD (nos primeiros cinco a seis anos, dependendo do histórico da área), que se faça amostragem de solo na profundidade de 0 a 20 cm. Quanto à dose de calcário, esta pode ser reduzida a 1/2 ou a 1/4 do total, após o terceiro ou o quarto ano de sua implantação. Para a fase de consolidação (após o quinto ou sexto ano), é recomendada a amostragem de solo na profundidade de 0 a 10 cm, para as doses de calcário, segue-se a mesma recomendação da fase anterior. Seja na fase de implantação ou consolidada do SPD, é recomendado aplicar o calcário em área total sem incorporação. A despeito da baixa mobilidade do calcário no solo, no caso do SPD, justifica-se a sua não incorporação. A esse respeito, Caires, Banzatto e Fonseca (2000) afirmaram que a aplicação de calcário na superfície aumentou significativamente o pH, os teores de Ca + Mg trocáveis e a saturação por bases e reduziu os teores de H + Al do solo, até a profundidade de 60 cm.

GESSAGEM

Considerando os problemas encontrados nos solos do Brasil, em especial na região dos Cerrados, a deficiência de Ca na subsuperfície, que pode estar associada à toxicidade de Al, pode afetar a produtividade agrícola, por restringir o crescimento radicular e a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Para superar esse problema,

muitos resultados na literatura têm mostrado a eficiência do gesso agrícola como melhorador do ambiente radicular nas camadas subsuperficiais do solo. Por se tratar de um sal relativamente solúvel, é prontamente lixiviado, promovendo elevação dos teores de Ca e/ou diminuição dos teores de Al tóxico nessas camadas. Com isso, pela facilidade de movimentação no perfil do solo, não é necessária a incorporação.

Como a utilização do gesso está associada à intensa movimentação de bases trocáveis no perfil, além do Ca, sua aplicação promove também a lixiviação de Mg. Por esse fato, o uso do gesso tem sido recomendado junto com o calcário dolomítico, proporcionando, assim, melhoria da distribuição do Mg do calcário no perfil do solo (CAIRES, 2000).

Para recomendação do gesso agrícola, as camadas de 20 a 40 cm ou de 30 a 60 cm deverão apresentar teor de Ca menor ou igual a $0,4 cmol_c/dm^3$ e/ou teor de Al maior que $0,5 cmol_c/dm^3$ e/ou saturação por Al superior a 30% (ALVAREZ V. et al., 1999).

A quantidade de gesso agrícola a ser aplicada pode ser calculada independentemente da necessidade de calagem ou de acordo com sua estimativa. De forma resumida, são apresentadas as recomendações que se seguem.

Com base na textura do solo

Para as camadas subsuperficiais de 20 cm de espessura, as doses de gesso podem ser estimadas de acordo com o teor de argila dessas camadas (Quadro 1).

QUADRO 1 - Necessidade de gesso de acordo com o teor de argila da camada subsuperficial de 20 cm de espessura

| Argila (%) | Necessidade de gesso (t/ha) |
|------------|-----------------------------|
| 0 a 15 | 0,0 a 0,4 |
| 15 a 35 | 0,4 a 0,8 |
| 35 a 60 | 0,8 a 1,2 |
| 60 a 100 | 1,2 a 1,6 |

FONTE: Alvarez V. et al. (1999).

Bernardi et al. (2003), ainda com base no teor de argila, para calcular a dose de gesso, apresentam a fórmula:

$$\text{Dose de gesso (kg/ha)} = 50 \times \text{teor de argila (\%)}^2$$

Com base no fósforo remanescente

O fósforo remanescente (P-rem), conforme determinação feita nos laboratórios que participam do Programa Interlaboratorial de Controle de Qualidade de Análises de Solo de Minas Gerais (Profert-MG), pode ser usado em substituição ao teor de argila do solo no cálculo para recomendar a gessagem (Quadro 2).

QUADRO 2 - Necessidade de gesso de acordo com o valor de fósforo remanescente (P-rem) na camada subsuperficial de 20 cm de espessura

| ⁽¹⁾ P-rem (mg/L) | Necessidade de gesso (t/ha) |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 0 a 4 | 1,68 a 1,33 |
| 4 a 10 | 1,33 a 1,01 |
| 10 a 19 | 1,01 a 0,72 |
| 19 a 30 | 0,72 a 0,45 |
| 30 a 44 | 0,45 a 0,21 |
| 44 a 60 | 0,21 a 0,00 |

FONTE: Alvarez V. et al. (1999).

(1) Concentração de P na solução de equilíbrio, após agitação dos solos por 1 hora com solução de CaCl_2 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, relação 1:10.

Com base na necessidade de calagem

A melhoria do ambiente radicular das camadas subsuperficiais pode ser efetuada pela incorporação do gesso na camada arável, na dose de 25% da NC da camada subsuperficial que se pretende melhorar (ALVAREZ V. et al., 1999). Assim, a necessidade de gesso (NG) é calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{NG} = 0,25\text{NC}$$

A quantidade de gesso (QG) a ser recomendada deve, ainda, considerar a

espessura da camada (EC) e a superfície do terreno (SC) a serem corrigidas por sua aplicação. Assim, a QG é:

$$\text{QG} = \text{NG} \times \text{SC} / 100 \times \text{EC} / 20$$

NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE CULTURAS DE GRÃOS E FORRAGEIRAS

Desde a década de 1990, vêm ocorrendo mudanças nos sistemas de produção no Brasil, no que se refere à rotação e sucessão de culturas, à consorciação de culturas anuais com pastagens e espécies florestais, à distribuição espacial e temporal no território brasileiro, bem como no nível tecnológico atualmente recomendado e utilizado. Isso implica que os conceitos sobre as exigências nutricionais e o manejo da adubação devem ser revistos. Ao elaborar um programa de adubação para as culturas, seja para produção de grãos, seja para forragem e madeira, é importante levar em consideração como estão inseridas no sistema de produção utilizado. Assim, ao analisar as necessidades nutricionais e de adubação, deve-se levar em consideração a mudança do cenário com relação ao estado atual dos sistemas de produção no contexto da agricultura brasileira.

Essa avaliação é importante, pois, apesar de o Brasil constituir, atualmente, um grande importador de fertilizantes, ainda é muito comum a prática de definição das doses de aplicação de fertilizantes com base em experiências locais ou em dados gerais

de requerimento das culturas. Embora sejam informações úteis para obtenção de níveis médios de produtividade, geralmente são pouco efetivas ou antieconômicas. Os solos apresentam diferenças em sua capacidade de fornecimento de nutrientes, dependendo das suas reservas totais, da dinâmica de mobilização e fixação e de sua disponibilidade para as raízes. Desse modo, é necessário avaliar, por meio de análises químicas, o potencial dos solos em fornecer os nutrientes e o estado nutricional das plantas, como instrumentos para o uso eficiente de fertilizantes.

Requerimentos nutricionais

As culturas de soja, arroz, milho e sorgo têm sido as mais utilizadas no Sistema ILPF. Diante do potencial que apresentam, seja na pequena, média ou grande propriedade, o milho e o sorgo, tanto para a produção de grãos como para a produção de silagem, têm-se constituído em culturas de destaque dentro da ILPF. Além disso, possuem vantagens comparativas que as diferenciam da soja ou do arroz, especialmente, no que diz respeito ao consórcio lavoura-pasto.

Assim, ao planejar a adubação para os sistemas de produção, que envolvem diferentes culturas, é importante considerar, além dos resultados das análises de solo, os requerimentos nutricionais das diferentes culturas componentes dos sistemas de produção, a finalidade de exploração (grãos ou silagem) e a estimativa do potencial de produtividade a ser alcançado. No Quadro 3, são apresentados os valores de exportação

QUADRO 3 - Quantidades médias de nutrientes exportadas nos grãos ou na forragem por diferentes culturas

| Cultura | N | P_2O_5 | K_2O |
|-------------|---------------------------|------------------------|----------------------|
| Grão | kg/t de grão | | |
| Soja | 60 | 15 | 20 |
| Milho | 16 | 8 | 6 |
| Sorgo | 15 | 8 | 4 |
| Arroz | 14 | 5 | 3 |
| Forrageira | kg/t de matéria seca (MS) | | |
| Mombaça | 20 | 7 | 33 |
| Tanzânia | 17 | 5 | 24 |
| Braquiarião | 15 | 4 | 28 |

média de N, P_2O_5 e potássio (K_2O) por diferentes culturas destinadas à produção de grãos e forragem. Embora exista grande variabilidade nos dados de acordo com o ambiente e o manejo adotado, pelos dados do Quadro 3, verifica-se que ocorrem grandes diferenças entre as culturas, em relação à exportação de N e K. Assim, quando duas culturas são cultivadas em consórcio, é de se esperar uma maior exportação de nutrientes, o que deve ser considerado no planejamento da adubação.

De acordo com os dados apresentados no Quadro 3, utilizando o milho para a produção de grãos, semeado em consórcio com braquiarião, haverá uma exportação total aproximada de 31, 12 e 34 kg, em equivalente de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente, por 2 t de produto colhido. Para uma produtividade total das duas culturas da ordem de 14 t/ha – 8 t de grãos de milho + 6 t de matéria seca (MS) de braquiarião – haveria uma exportação de 218, 88 e 216 kg de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Coelho (2008) relata resultados de exportação de nutrientes pelo milho cultivado solteiro e com produtividade de 9 t/ha de grãos, equivalentes a 138, 76 e 50 kg de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente.

Níveis de fertilidade dos solos

Os solos apresentam diferenças quanto à capacidade de fornecimento de nutrientes, dependendo das reservas totais, da dinâmica de mobilização e fixação e da disponibilidade para as raízes. Desse modo, para dimensionar corretamente as quantidades de corretivos e fertilizantes que as culturas necessitam, é necessário quantificar, por meio de análises químicas, o potencial dos solos em fornecer os nutrientes, bem como o estado nutricional das culturas, sendo instrumentos para o uso eficiente de corretivos e fertilizantes.

A Figura 1 ilustra os conceitos de classificação da fertilidade dos solos, utilizados para interpretação da capacidade de suprimento de nutrientes e, no Quadro 4, são apresentados exemplos de resultados de

análises química e física, frequentemente utilizados para diagnósticos da fertilidade dos solos.

Para exemplificar a interpretação de resultados de análise do solo e de sua capacidade potencial de suprimento de nutrientes às culturas, de acordo com a Figura 1, será feita uma avaliação comparativa dos dois solos contrastantes caracterizados no Quadro 4. O solo A enquadra-se na classe de fertilidade muito alta (nível de suficiência 100%), enquanto o solo B pode ser associado à classe de fertilidade muito baixa (nível de suficiência inferior a 50%). O solo A, com textura argilosa, caracteriza-se por apresentar perfil de fertilidade de 40 cm, sem problemas de toxidez de Al, altos teores de matéria orgânica, macronutrientes (P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn)). Isso o coloca como um solo altamente produtivo, sendo considerado como ideal para o cultivo. Em posição oposta, encontra-se o solo B, de textura arenosa e extremamente pobre em nutrientes. Nessa condição, sua exploração inicial, por exemplo, com a cultura do milho seria uma atividade de alto risco.

Do ponto de vista da fertilidade dos solos e das exigências nutricionais das culturas, resultados de pesquisas e experi-

ências têm demonstrado que altas produtividades, por exemplo de milho e sorgo, só são possíveis em solos cuja fertilidade encontra-se em níveis classificados de médio a alto (Fig.1). Em solos com fertilidade classificada como baixa e muito baixa, seja pelas condições naturais, seja pelos processos de degradação, é muito difícil, no primeiro ano, obter alta produtividade de milho (Fig. 2). Exemplos típicos ocorreram em tempos passados, por ocasião da abertura dos Cerrados, ou, recentemente, com a utilização da Integração Lavoura-Pecuária (ILP), na recuperação de pastagens degradadas. Em ambas as situações, a introdução do milho e do sorgo, sem os devidos cuidados na construção da fertilidade dos solos, foi frustrante, com baixos níveis de produtividade.

Assim, quando se tratar de áreas cultivadas com lavouras e que já passaram pelo processo de recuperação da fertilidade do solo, a opção pela ILPF é facilitada e as culturas de milho e de sorgo podem apresentar melhores resultados do que em áreas onde a fertilidade do solo necessita ser construída. Isso se deve à maior exigência destas espécies por um ambiente de solo favorável, sem problemas de acidez e com teores adequados de P e K, além da presença de micronutrientes em quantida-

| CLASSES DE INTERPRETAÇÃO | FONTES RELATIVAS DE NUTRIENTES EM DIFERENTES NÍVEIS DE FERTILIDADE DOS SOLOS | NÍVEIS DE SUFICIÊNCIA |
|--------------------------|--|-----------------------|
| MUITO ALTA | SOLO ----- | 100% |
| ALTA | SOLO ----- FERT.* | 90 - 100 % |
| MÉDIA | SOLO ----- FERTILIZANTE | 70 - 90 % |
| BAIXA | SOLO ----- FERTILIZANTE ----- | 50 - 70 % |
| MUITO BAIXA | SOLO ----- FERTILIZANTE ----- | < 50 % |
| | NUTRIENTES DISPONÍVEIS NO SOLO ----- NECESSIDADE DE ADUBAÇÃO | |

* Solos com níveis de fertilidade nas classes média, alta e muito alta: adubação de arranque ou manutenção.

Figura 1 - Conceito esquemático do estabelecimento de critérios para interpretação dos indicadores da fertilidade nas análises de solo

FONTE: Coelho e Resende (2008).

des suficientes. Por outro lado, em solos de baixa fertilidade, o arroz, seguido pela soja, tem maior potencial de crescimento; o arroz pela rusticidade e a soja pela simbiose

com rizóbio fixador de N. Entretanto, essas culturas possuem porte baixo, o que geralmente acarreta dificuldades na colheita, já que o capim pode crescer mais.

QUADRO 4 - Resultados de análise de atributos indicadores da fertilidade de dois solos do estado de Mato Grosso do Sul

| Indicadores da fertilidade dos solos | Solo A - Dourados | | Solo B - Cassilândia |
|---|----------------------|------------|----------------------|
| | 0-20 cm | 20 - 40 cm | 0 - 30 cm |
| Indicadores do potencial produtivo | | | |
| pH (CaCl ₂) | 5,42 | 5,30 | 4,50 |
| H+Al (cmol _c /dm ³) | 3,54 | 2,48 | 2,80 |
| Alumínio (cmol _c /dm ³) | 0,00 | 0,00 | 0,30 |
| Matéria orgânica (dag/dm ³) | 3,47 | 2,42 | 0,80 |
| Soma de bases (cmol _c /dm ³) | 9,38 | 6,12 | 1,04 |
| CTC - pH7 (cmol _c /dm ³) | 12,92 | 8,60 | 4,20 |
| Saturação por bases (%) | 72,60 | 71,16 | 24,76 |
| Saturação por alumínio (%) | 0,00 | 0,00 | 22,40 |
| Argila (%) | 52,00 | - | 8,80 |
| Indicadores da disponibilidade de macronutrientes | | | |
| Cálcio (cmol _c /dm ³) | 6,35 | 4,20 | 0,80 |
| Magnésio (cmol _c /dm ³) | 2,40 | 1,80 | 0,20 |
| Potássio (mg/dm ³) | 245,70 | 46,80 | 15,60 |
| Fósforo - Mehlich1 (mg/dm ³) | 24,54 | 5,70 | 3,00 |
| Enxofre (mg/dm ³) | 10,10 | 34,70 | 3,00 |
| Indicadores da disponibilidade de micronutrientes | | | |
| Zinco (mg/dm ³) | ⁽¹⁾ 4,20 | - | ⁽²⁾ 0,90 |
| Cobre (mg/dm ³) | ⁽¹⁾ 11,00 | - | ⁽²⁾ 0,80 |
| Manganês (mg/dm ³) | ⁽¹⁾ 51,60 | - | ⁽²⁾ 3,10 |
| Ferro (mg/dm ³) | ⁽¹⁾ 27,50 | - | ⁽²⁾ 27,00 |
| Boro (mg/dm ³) | ⁽³⁾ 0,22 | - | ⁽³⁾ 0,14 |

FONTE: Dados básicos: Ranno e Broch (2007) e Negro et al. (2007).

NOTA: DTPA - Ácido dietilenotriamino-pentacético; CTC - Capacidade de troca catiônica.

(1) Extrator Mehlich 1. (2) Extrator DTPA. (3) Boro - extrator água quente.

Recomendações de adubação

Grandes alterações vêm ocorrendo nos sistemas de produção utilizados pelos produtores. Em função dessas mudanças, têm sido frequentemente sugeridas recomendações de adubação com foco no sistema de produção praticado. Entretanto, na falta de resultados de pesquisas e informações específicas para esses sistemas, como ILPF, têm-se utilizado de informações disponíveis nos manuais de recomendação de corretivos e fertilizantes, publicados pelas Comissões Estaduais de Fertilidade do Solo. Assim, é importante mencionar que, a exemplo da calagem, prática adotada nos sistemas de rotação e sucessão de culturas, que prioriza aquela mais sensível à acidez do solo, na recomendação de adubação, deve-se priorizar a cultura com maior exigência em termos nutricionais. Nesse contexto, conforme dados apresentados no Quadro 5, o milho, sem aplicação de fertilizantes na semeadura e em cobertura, apresentou baixa produtividade de grãos (apenas 38% da produtividade máxima), enquanto que a braquiária e a soja praticamente não apresentaram aumentos significativos nas produtividades em função da adubação.



Figura 2 - Aspecto de desenvolvimento de plantas de milho e braquiária aos 40 dias após a semeadura, em solo com diferentes níveis de fertilidade

NOTA: A - Solo com baixa fertilidade (5 mg/dm³ P⁽¹⁾); B - Solo com alta fertilidade (30 mg/dm³ P⁽¹⁾).

(1) Extrator Mehlich 1.

QUADRO 5 - Produtividades de grãos de milho (13% umidade) e matéria seca (65 °C) de braquiária em sistema consorciado e grãos (13% umidade) de soja em sistema solteiro

| Tratamento | Consórcio milho + braquiária | | Produção de grãos de soja (kg/ha) |
|-------------------|------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| | Milho (kg/ha) | Braquiária (kg/ha) | |
| 1- Testemunha | 2.823 b | 6.632 a | 2.876 a |
| 2- NPK | 6.457 a | 4.990 a | 2.949 a |
| 3- NPK+ Gesso | 7.327 a | 4.675 a | 3.032 a |
| 4- NPK+ Gesso+MgO | 6.619 a | 5.317 a | 3.110 a |
| 5- NPK+ MgO | 6.570 a | 5.315 a | 3.088 a |
| Média | 6.104 | 5.562 | 3.035 |
| CV (%) | 15 | 24 | 10 |

NOTA: Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.
CV - Coeficiente de variação.

A partir da década de 1990, as Comissões Estaduais de Fertilidade do Solo vêm procedendo ajustes e modificações nas tabelas de recomendações de adubação para as culturas. Essas modificações são decorrentes de resultados de pesquisas recentes e da melhoria geral dos sistemas de produção utilizados pelos agricultores. Entre as inovações mais importantes está a segmentação de doses de nutrientes de acordo com a expectativa de produtividade, a qual pode ser bastante variável por causa das diferenças edafoclimáticas, material genético e época de semeadura. Esse conceito está estritamente relacionado com o fato de as culturas com maiores rendimentos extraírem e exportarem maiores quantidades de nutrientes e, portanto, necessitarem de doses mais altas de fertilizantes. Isso se aplica, principalmente, a nutrientes como N e K, extraídos em grandes quantidades. Assim, as novas tabelas apresentam recomendações de doses de N e de K bem mais altas que as antigas.

Manejo da adubação

No manejo da adubação no Sistema ILPF, muitas indagações existem sobre o modo de aplicação dos fertilizantes, bem como sobre a sua localização em relação às culturas. Merece mencionar: aplicação a lanço, incorporada ou na superfície do solo, aplicação no sulco de semeadura de uma das culturas e aplicação em sulcos de

ambas culturas consorciadas. Na tomada de decisão sobre o modo de aplicação dos fertilizantes, devem-se levar em consideração vários fatores. Destacam-se o nível de fertilidade do solo e as exigências nutricionais das culturas, os quais definem as doses a serem aplicadas, o efeito salino dos fertilizantes no caso do cloreto de potássio, a disponibilidade de equipamentos, a capacidade de investimento do produtor e as relações de trocas com base nos preços dos fertilizantes e dos produtos a serem produzidos.

Por sua vez, aspectos como efeito salino dos fertilizantes e distribuição do sistema radicular podem ser atenuados ou melhorados com formas alternativas de distribuição dos fertilizantes. Para a semeadura do milho consorciado com braquiária, existe no mercado uma semeadora-adubadora em que o fertilizante pode ser aplicado na linha do milho + braquiária e na entrelinha, onde a braquiária também pode ser semeada. A questão nesta situação, no entanto, é definir a proporcionalidade da distribuição dos fertilizantes (75% para o milho e 25% para a braquiária semeada na entrelinha), considerando que as duas culturas apresentam diferentes exigências nutricionais e, conseqüentemente, respostas diferenciadas à adubação (Quadro 5). Um parâmetro importante para a tomada de decisão é o nível de fertilidade do solo.

Em solos de baixa fertilidade, pode ser interessante também a adubação da braquiária semeada na entrelinha do milho, principalmente com P e K, para obter uma boa formação do pasto. Em solos onde os níveis de fertilidade enquadram-se nas classes média e alta (Fig.1), pode-se efetuar a adubação apenas para a cultura do milho.

Um método alternativo de manejo da adubação fosfatada foi avaliado por Prado, Fernandes e Roque (2001), em um Latossolo Vermelho, textura muito argilosa, com teor de 5 mg/dm³ de P “disponível” (extrator Mehlich 1). Nesse experimento, o efeito de doses do fertilizante fosfatado na produção de grãos do milho foi comparado nos modos de aplicação a lanço, sulco simples e sulco duplo (Gráfico 1). Verifica-se que, para as doses de 90 e 135 kg/ha de P₂O₅, os modos de aplicação em sulcos simples e duplos foram mais eficientes que a aplicação a lanço, porém o incremento na produção de milho foi superior no sulco duplo em relação ao sulco simples. Prado, Fernandes e Roque (2001) atribuíram o aumento da eficiência da adubação fosfatada ao fato de que a faixa adubada foi duplicada. Por outro lado, verifica-se que, para as doses utilizadas, a aplicação a lanço mostrou-se ineficiente, com produções médias de grãos de milho (4,86 t/ha) similares à produção (4,58 t/ha) obtida sem aplicação de P.

Na ILPF, ao preconizar o Sistema Santa Fé, modificações no manejo da adubação nitrogenada devem ser consideradas. A esse respeito, a cobertura nitrogenada para o milho, sorgo e milheto deve ser antecipada, em relação ao plantio convencional. Nos solos com mais de 30% de argila, recomenda-se aplicar todo o N, cerca de dez dias após a emergência das plântulas. Nos solos com mais de 70% de areia, 50% do N deve ser aplicado aos dez dias da emergência e, o restante, quando essas culturas apresentarem seis a sete folhas totalmente expandidas. No caso do arroz, é indicado aplicar os 50% restantes de N no estágio de primórdio floral (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003).

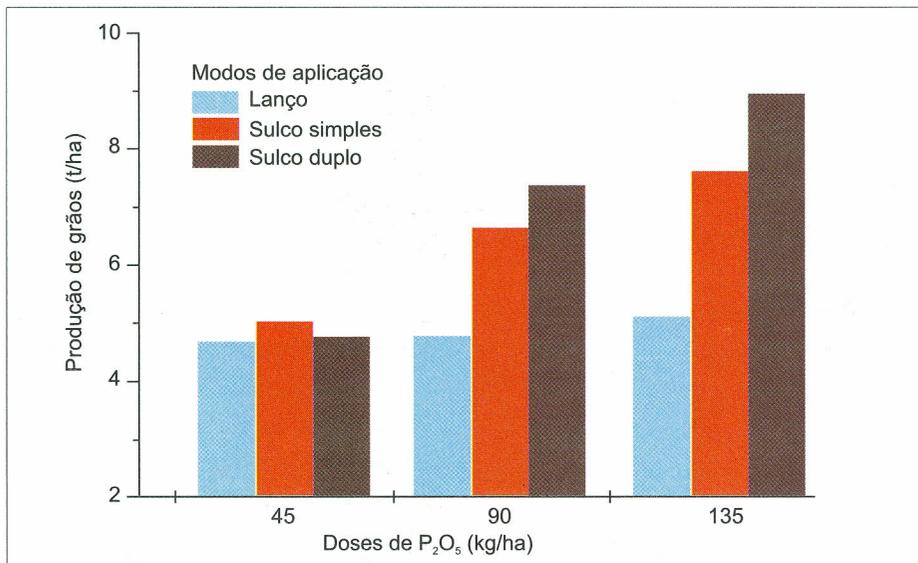


Gráfico 1 - Efeito dos modos de aplicação do fertilizante fosfatado na produção de grãos de milho - Uberaba, MG

FONTE: Dados básicos: Prado, Fernandes e Roque (2001).

NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO MINERAL DE EUCALIPTO

O emprego de fertilizantes é técnica obrigatória em viveiros e plantações de eucalipto no Brasil, em razão do uso de substratos inertes nutricionalmente e do cultivo em solos de baixa fertilidade natural. Em viveiros, o uso de vermiculita em mistura com outros materiais, como casca de arroz carbonizada, por exemplo, ou de outros substratos à base de casca de pínus decomposta, a adubação pode incluir macro e micronutrientes. No campo, a manutenção de bons níveis de fertilidade, juntamente com a disponibilidade hídrica, é fundamental para obtenção de elevada produtividade de florestas plantadas (NEVES, 2000; BARROS; COMERFORD, 2002). Em regiões onde ocorrem déficits hídricos, a nutrição mineral é negativamente afetada, levando ao aparecimento de deficiências nutricionais que podem comprometer não só a produção, como também a qualidade da madeira. Portanto, o bom manejo nutricional reveste-se de grande importância na produção de mudas e no cultivo de florestas no campo.

Adubação no viveiro

A adubação mineral afeta o crescimento e a qualidade das mudas produzidas. No

caso do eucalipto, as mudas podem ser produzidas por via sexuada (por sementes) ou assexuada (por enraizamento de estacas), e o período normal de produção varia de 90 a 120 dias, quando a muda atinge altura entre 25 e 30 cm. Para isso, é necessário o emprego de fertilizantes. Os critérios de

recomendação de fertilizantes na produção de mudas não foram estabelecidos para substratos à base de vermiculita ou de casca de pínus decomposta. Esses materiais são naturalmente pobres em nutrientes e possuem baixa capacidade de retenção destes (Quadro 6). Por isso, o emprego de adubos solúveis em água em mistura com esses substratos resulta em rápida lixiviação de nutrientes pela frequente irrigação requerida pelas mudas, fazendo com que adubações suplementares sejam necessárias 15 a 20 dias após a semeadura ou da transferência do propágulo para o recipiente.

Os melhores resultados de crescimento e qualidade das mudas (elevada área foliar, diâmetro do coleto com 2 a 3 mm, altura de 25 a 30 cm, etc.) têm sido conseguidos, quando se utilizam fertilizantes de liberação controlada de nutrientes, como os recobertos com resina (basacote, osmocote (Osm), etc.). Testando doses de superfosfato simples (SS) e de Osm na produção de mudas de eucalipto e de pínus, Silva, Barros e Chaves (1996) obtiveram melhor crescimento com Osm e com sua combinação com SS (Quadro 7).

QUADRO 6 - Porcentual de lixiviação de P e K de substratos obtidos por mistura de composto orgânico (CO), vermiculita (V), munha de carvão (MC), casca de arroz carbonizada (CAC) e solo (SO), usados na produção de mudas de eucalipto

| Substrato | Fósforo (%) | Potássio (%) | Fonte |
|--------------|-------------|--------------|---|
| CO + MC | 26 | 65 | Araújo (1994) |
| CO + MC + SO | 19 | 60 | |
| V + SO + MC | 17 | 47 | ⁽¹⁾ Lima (informação verbal) |
| V + SO + CAC | 22 | 64 | |

(1) Informação concedida por Paulo César de Lima, pesquisador da U.R. EPAMIG ZM (Viçosa, MG), em 2009.

QUADRO 7 - Matéria seca (MS) de mudas de eucalipto e de pínus influenciada pela adubação de substratos de casca de pínus (CP) + vermiculita (V) e de casca de pínus

| Adubação | Eucalipto | | Pínus | |
|---------------------------|--------------|------|--------|------|
| | CP + V | CP | CP + V | CP |
| | g de MS/muda | | | |
| Testemunha | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 0,60 |
| Superfosfato simples (SS) | 0,08 | 0,00 | 1,21 | 1,39 |
| Osmocote (Osm) | 1,47 | 1,09 | 2,28 | 1,90 |
| SS + Osm | 1,35 | 1,35 | 2,54 | 2,90 |

FONTE: Silva et al. (1996).

Adubação no campo

A demanda de nutrientes para o eucalipto aumenta com a produtividade esperada. Para a produtividade de 40 m³/ha/ano, valor conseguido pela maioria das empresas florestais brasileiras, o conteúdo na biomassa na idade de sete anos é de, aproximadamente, em kg/ha: N - 360, P - 24, K - 195, Ca - 400 e Mg - 85. Muitos solos, onde se cultiva o eucalipto, não apresentam fertilidade capaz de suprir essa demanda, tornando necessária a aplicação de fertilizantes.

A amostragem para avaliação da fertilidade do solo para o cultivo de espécies florestais, no Brasil, tem sido feita nas camadas de 0 a 20 cm e de 21 a 40 cm de profundidade, em razão de a maior concentração de raízes finas (diâmetro menor do que 2 mm) ser observada, em geral, nessas camadas (GONÇALVES; MELLO, 2004; NEVES, 2000). O número de amostras simples para formar uma amostra composta varia com as condições do local. Em geral, em torno de 15 amostras simples devem ser coletadas em cada gleba, para formar uma amostra composta, por profundidade ou camada.

A recomendação de calcário e fertilizantes para eucalipto tem sido feita pelo uso do software Nutricalc (BARROS et al., 1995), que estima o balanço de nutrientes, comparando a demanda das árvores com a oferta do solo e de resíduos orgânicos. O software leva em conta a produção esperada, a eficiência nutricional da espécie ou clone, profundidade de exploração do sistema radicular, etc. Esse sistema é mais preciso, mas requer um maior número de informações, muitas vezes não disponíveis na propriedade. Uma simplificação desse sistema foi feita pela criação de um cartão de recomendação de corretivos e fertilizantes (Fig. 3). Na primeira face do cartão, há a recomendação da adubação de implantação, com base, principalmente, na adubação fosfatada (de liberação lenta e solúvel) e de manutenção, envolvendo a aplicação de N, K, Ca e Mg e boro (B). Pequenas quantidades de N e de K podem

UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE CALCÁRIO E FERTILIZAÇÃO MINERAL PARA *Eucalyptus*⁽¹⁾

N.F. BARROS; R.F. NOVAIS; J.C.L. NEVES & J.L. TEIXEIRA⁽²⁾



Adubação de Implantação

Aplicar, como arranque, 40 g/cova de P₂O₅ solúvel, no plantio ou até 10 dias após.
Aplicar, adicionalmente, 400 kg/ha de fosfato reativo no sulco de plantio (filete contínuo) em solos com P (Mehlich), na camada de 0 - 20 cm, menor que:
4 mg/dm³ (argilosos),
6 mg/dm³ (textura média),
8 mg/dm³ (arenosos),
ou em solos com P (Resina) <12 mg/dm³.

Adubação de Manutenção

Aplicar Ca e K conforme a análise de solo e a produtividade esperada (gráfico - Linha azul = IMA tronco, em m³/ha/ano)
Aplicar 1 a 2 g/planta de B, anualmente, até o 4º ano, 1 a 2 meses antes do final do período chuvoso.
Aplicar N, se, em análise foliar feita até 2 anos de idade, N < 17 g/kg; para cada 1 g/kg a menos, aplicar 20 kg/ha de N, em cobertura.

⁽¹⁾NUTREE/Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Brasil

⁽²⁾nfbarrros@ufv.br; rfnovais@ufv.br; julio@solos.ufv.br e joseluz@ufv.br

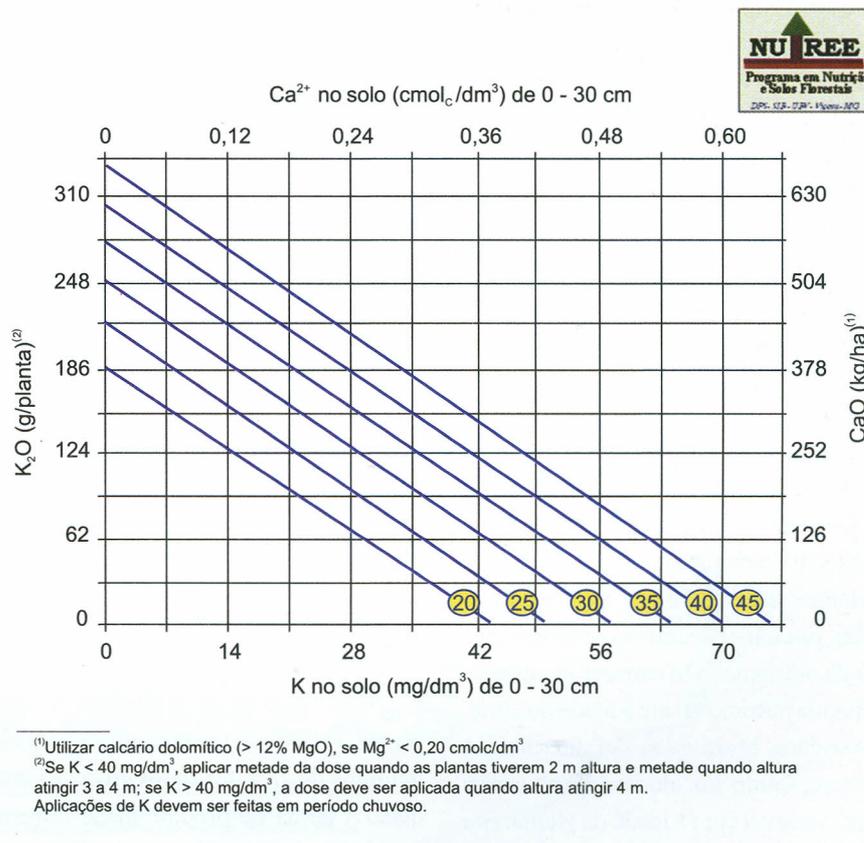


Figura 3 - Sistema simplificado de recomendação de corretivos e fertilizantes para eucalipto, derivado do Nutricalc

FONTE: Barros et al. (1995).

ser aplicadas junto com o P solúvel, em duas pequenas covas laterais, sendo muito comum o uso da formulação NPK 6-30-6. Esta formulação pode incluir cobre (Cu), zinco (Zn) e B, nas proporções de 0,7%, 0,7% e 0,2%, respectivamente. O calcário, se necessário, deve ser aplicado em dose de acordo com a análise da produtividade esperada, conforme mostra a segunda face do cartão. A adubação potássica é também definida de modo semelhante à do Ca.

O eucalipto é tolerante ao Al (SILVA et al., 2004), razão pela qual o calcário, quando necessário, é utilizado como fonte de Ca e de Mg. O calcário é distribuído e incorporado à área ou aplicado em faixas, que coincidem com a linha de plantio. O fosfato natural é aplicado no sulco de plantio, o que aumenta a eficiência agrônômica do produto e a recuperação de P pelas árvores (Quadro 8). Em razão do reduzido volume inicial de raízes, combina-se com o fosfato natural uma fonte solúvel de P, que é aplicada à muda em duas pequenas covas laterais, 15 dias após o plantio.

A aplicação de B deve ser repetida anualmente à base de 2 kg/ha até o quarto ano, em regiões onde há períodos de seca prolongados, para evitar a seca de ponteiros das árvores.

A maior proporção dos nutrientes requeridos por espécies de rápido crescimento, como as de eucalipto, deve ser suprida até a idade de três anos. Conforme apresentado no Gráfico 2, mais de 70% do K acumulado em árvores de eucalipto aos seis anos foram absorvidos até os 36 meses (SILVA, 1999). Após esta idade, e tendo sido os nutrientes supridos em quantidades suficientes para atender à demanda das plantas, os ciclos bioquímico e biogeoquímico de nutrientes são capazes de atender à demanda nutricional até a idade de corte. Os nutrientes absorvidos são distribuídos na árvore, sendo sua alocação, nos vários órgãos, variável com a idade da planta. Em idades mais jovens, uma maior proporção é alocada na copa (folhas e galhos mais finos) e em idades mais avançadas no tronco (casca e lenho). Por isso, o corte

QUADRO 8 - Biomassa de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 9,7 anos de idade, em resposta ao modo de localização (faixa de 1 m - F ou sulco - S) do fosfato de Araxá combinado com fonte solúvel, em Latossolo Vermelho, textura média, do estado de Minas Gerais

| Fosfato de Araxá (kg/ha P) | Fosfato solúvel (kg/ha P) | Biomassa (t/ha) | P recuperado (%) |
|----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| 0 | 0 | 63 | - |
| 172 faixa | 0 | 81 | 8,0 |
| 172 sulco | 0 | 114 | 16,6 |
| 41 faixa | 23 cova | 99 | 9,8 |
| 41 sulco | 23 cova | 148 | 35,6 |

FONTE: Fernandez et al. (2000).

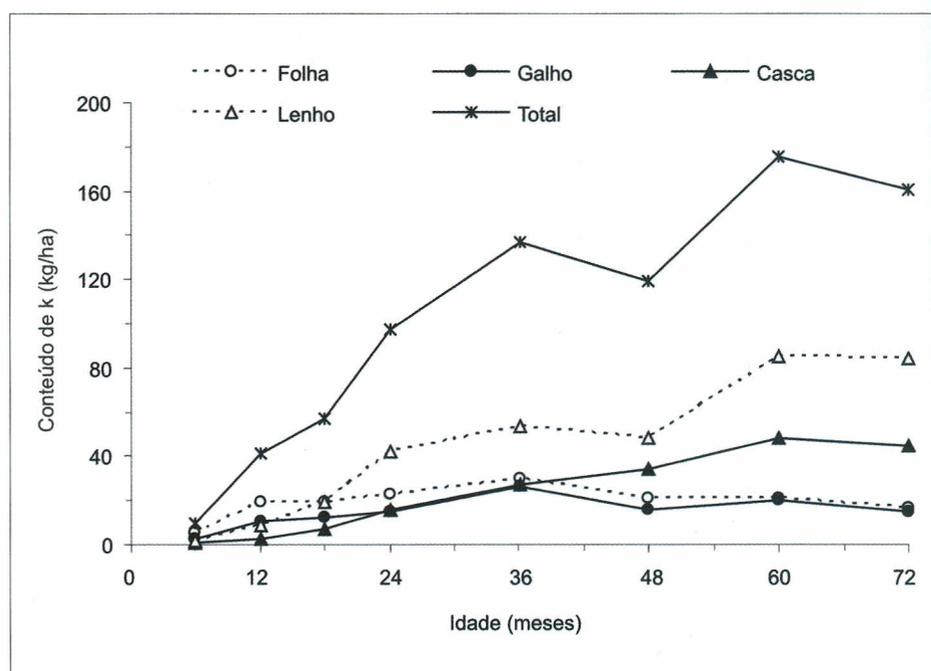


Gráfico 2 - Quantidade de potássio em partes da planta de eucalipto, em diversas idades

FONTE: Silva (1999).

de plantações jovens contribui para uma maior exportação relativa de nutrientes.

Sustentação da produtividade

A manutenção da fertilidade requer a reposição dos nutrientes exportados ou perdidos da área por outro processo qualquer. A perda de produtividade florestal, decorrente da não aplicação de adubos após o corte do povoamento, varia em geral de 40% a 60%, em relação à produtividade inicial. Essa perda, em termos relativos,

é tanto maior quanto mais produtiva for a floresta anterior (maior quantidade de nutrientes é exportada da área, via produto colhido). Isso pode ser exemplificado com os dados de Faria et al. (2002), que avaliaram a perda de produtividade de povoamento de eucalipto conduzido por brotação, após a aplicação de doses crescentes de K na primeira rotação. A perda relativa de produção da parcela testemunha foi de 33% comparada com 52% na parcela que recebeu 250 kg/ha de K_2O , no primeiro ciclo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sistema ILPF ao incluir a produção de grãos, de forragem e de madeira numa mesma área, em consórcio, em rotação ou em sucessão de culturas, adotando-se preferencialmente o plantio direto, determina a existência de uma diversidade de opções de cultivo. Várias espécies de plantas, com isso, poderão ser cultivadas simultaneamente na mesma área. Por serem culturas de diferentes exigências nutricionais, levanta-se a questão do que se deve priorizar num programa de adubação e correção do solo: o sistema como um todo ou especificamente uma determinada cultura? Por ser o Sistema ILPF recente,

a falta de informações leva a sugerir que nas recomendações de correção do solo e de adubação das culturas anuais e da pastagem deve-se ter como base espécies mais exigentes em termos de fertilidade do solo. O eucalipto, embora componente do Sistema ILPF, por ser uma espécie florestal com características bastante distintas, tem sua recomendação de adubação particular, independentemente do referido Sistema.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG: Co-

missão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.43-60.

_____. et al. de gesso agrícola. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.67-78.

ANGHINONI, I.; SALET, R.L. Variabilidade espacial de propriedades químicas do solo no sistema plantio direto. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1995, Castro. **Anais...** Castro, PR: Fundação ABC, 1995. p.274-284.

ARAÚJO, S.S. **Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla***

**Respeito a você e ao meio ambiente,
aliado aos melhores resultados de
controle de formigas cortadeiras?**

Só com Mirex-S mesmo!

- Uso localizado.
- Alta seletividade.
- Baixa toxicidade.
- Dosagem racional e econômica.
- É 100% dentro da lei.

**Mirex-S só
existe um.**

A melhor relação
eco-benefício no
combate de
formigas cortadeiras.



ATA-KILL
Empresa do Grupo
agroceres

ATENÇÃO Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio-ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as instruções contidas no rótulo, na bula e receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.

Leia e siga as instruções do rótulo. Consulte sempre um engenheiro agrônomo. Venda sob receituário agrônomo.

www.mirex-s.com.br

- em resposta à adição de NPK e gesso. 1994. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.
- BARROS, N.F.; COMERFORD, N.B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: ALVAREZ V., V.H. et al. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p.487-592.
- _____. et al. NUTRICALC 2.0 - sistema para o calculo del balance nutricional y recomendacion de fertilizantes para el cultivo de eucalipto. **Bosque**, Valdivia, v.16, n.1, p.129-131, 1995.
- BERNARDI, A.C. de C. et al. **Correção do solo e adubação no Sistema de Plantio Direto nos Cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22p. (Embrapa Solos. Documentos, 46).
- CAIRES, E.F. Manejo da fertilidade do solo no Sistema Plantio Direto: experiências no estado do Paraná. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE NICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **Fertibio 2000**. Biodinâmica do solo. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. 1 CD-ROM.
- _____.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, n.1, p.161-169, jan./mar. 2000.
- CANTARUTTI, R.B.; ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Amostragem do solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.13-20.
- COELHO, A.M. Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C. et al. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap.6, p.131-157.
- _____.; RESENDE, A.V. de. **Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 8p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 111).
- FARIA, G.E. de. et al. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta a adubação potássica. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, n.5, p.577-584, set./out. 2002.
- FERNANDEZ, J.Q.P. et al. Productivity of *Eucalyptus camaldulensis* affected by rate and placement of two phosphorus fertilizers to a Brazilian oxisol. **Forest Ecology and Management**, Toronto, v.127, p.93-102, Mar. 2000.
- GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L.M. The root system of trees. In: GONÇALVES, J.L. de M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba: IPEF, 2004. p.225-267.
- KAMINSKI, J. et al. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o Sistema Plantio Direto em um argissolo sob pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.29, n.4, p.573-580, jul./ago. 2005.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap. 15, p.407-441.
- LOPES, A. S. Recomendações de calagem e adubação no sistema plantio direto. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.93-98.
- MACEDO, M. C. M. Degradação de pastagens: conceitos, alternativas e métodos de recuperação. **Informe Agropecuário**. Pastagem, Belo Horizonte, v.26, n.226, p.36-42, 2005.
- _____. Pastagens no ecossistema Cerrado: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32.; SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.28-62.
- NEGRO, S.R.L. et al. Adubação, calagem e gessagem na cultura do milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SA-
FRINHA, 9., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p.241-245. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 89).
- NEVES, J.C.L. **Produção e partição de biomassa, aspectos nutricionais e hídricos em plantios clonais de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo**. 2000. 192f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro”, Campos dos Goitacazes, 2000.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M.; ROQUE, C.G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.25, n.1, p.83-90, jan./mar. 2001.
- RANNO, S.K.; BROCH, D.L. Resposta do milho safrinha a fontes de nitrogênio em cobertura em Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 9., 2007, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p.264-268. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 89).
- SILVA, L.F. **Necessidade de adubação pós-desbaste baseada no balanço nutricional de povoamentos de eucalipto**. 1999. 62f. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- _____. BARROS, N.F.; CHAVES, R. **Resposta de mudas de eucalipto e de pinus à aplicação de fertilizantes em substrato de casca de pinus e vermiculita**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 32p. Relatório Técnico apresentado à DURATEX.
- SILVA, I.R. et al. Responses of eucalypt species to aluminum: the possible involvement of low molecular weight organic acids in the tolerance mechanism. **Tree Physiology**, Oxford, v.24, n.11, p.1267-1277, Nov. 2004.
- SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto: experiência no cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **Fertibio 2000**. Biodinâmica do solo. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2000. 1 CD-ROM.