

INSTRUÇÃO TÉCNICA

Nº 2, nov./97, p.1-8

RECOMENDAÇÕES DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES PARA PRODUÇÃO SUSTENTADA DE CULTIVOS NA REGIÃO NOROESTE DO MATO GROSSO

Itamar Antonio Bognola¹

1. INTRODUÇÃO

A análise de solo é a análise química mais utilizada na agricultura. Mesmo sendo acessível e barata, nem sempre fica claro que a análise de solo é um notável veículo de difusão de tecnologia, permitindo ao técnico ter uma base segura para orientar a correção química do solo e a nutrição das plantas cultivadas.

No processo de recomendação de corretivos e fertilizantes, é indispensável a utilização dos resultados das análises de solos da maneira mais eficiente possível. Entretanto, nem sempre o técnico que orienta o agricultor, em relação a estas práticas, faz uso do total de informações que podem ser obtidas de uma análise de solo, sub-utilizando, muitas vezes, aspectos fundamentais para a tomada de decisão (Lopes & Guidolin, 1989).

Para aumentar a eficiência do trabalho de diagnose de problemas de fertilidade do solo, é necessário que o técnico esteja familiarizado com conceitos básicos sobre o assunto e como estes podem ser utilizados de uma forma mais abrangente.

Na comunicação técnica, estes conceitos básicos são utilizados para transmitir informações, mas estes evoluem constantemente, freqüentemente de maneira desordenada, refletindo maneiras diversas de encarar os mesmos problemas. As diferentes abordagens refletem a riqueza de alternativas que existem para descrever assuntos complexos. É preciso usar termos de referência que sejam comuns e, para isso, há necessidade de uniformizar conceitos e unidades de representação. Nesse contexto, este documento apresenta uma discussão de alguns conceitos utilizados na interpretação de análises de solos, procurando, porém, fugir do trivial, enveredando por alguns aspectos no mínimo ainda pouco difundidos, como o uso do sistema internacional de unidades na ilustração dos conceitos ligados à recomendação de adubação (van Raij, 1995).

Por outro lado, no manejo da fertilidade do solo na Região Noroeste do Mato Grosso (Região Pré-Amazônica), deve-se considerar a diversidade de regimes climáticos, ecossistemas, solos e práticas de uso das terras que ocorrem dentro desta extensa área nessa região do país. Também o conhecimento de mudanças nos níveis de nutrientes no solo com o tempo de cultivo é um importante componente no manejo da fertilidade dos solos para a produção sustentada.

2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO MATO GROSSO

Em toda a Região Noroeste do Estado do Mato Grosso (Pré-Amazônica), a precipitação excede a evapotranspiração potencial por no mínimo 6-8 meses (Cochrane & Sanches, 1982). A precipitação pluviométrica anual total varia de 2.500 a 2.750 mm, sendo reduzida no período de maio a agosto. A umidade relativa do ar é bastante elevada e tem como limites as isohígras de 80 a 85%. As temperaturas médias anuais estão em torno de 24°C (Brasil, 1980).

Quanto aos solos, predominam os Latossolos e Podzólicos, os quais ocupam 65% da área considerada, na região Noroeste do Mato Grosso, principalmente em ecossistemas de terra firme bem drenados (Brasil, 1980). Normalmente são solos ácidos e com alta saturação por alumínio tóxico.

3. INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISES DE SOLOS: CONCEITOS E APLICAÇÕES

Associada a outras técnicas de diagnose da fertilidade do solo, a análise de solo e sua interpretação constitui informação básica indispensável, principalmente quando se aplica o conceito de Produtividade Máxima Econômica (PME) nas diversas culturas (van Raij, 1995). Entretanto, para o técnico conseguir o máximo de informações de um resultado de análise para fins de avaliação da fertilidade, é necessário um grande esforço em termos de relembrar conceitos básicos que, aplicados de maneira inteligente, conseguem direcionar os boletins de análise para um enfoque mais abrangente dos problemas nutricionais das plantas e suas soluções. Desta forma, é apresentado a seguir um resumo dos principais conceitos básicos e exemplos práticos do dia-a-dia daqueles que atuam no setor de assistência técnica.

3.1. Conceitos básicos

3.1.1. Acidez do solo

A acidez do solo pode ser dividida nos seguintes componentes: *acidez ativa* (fator intensidade) e *acidez potencial* (fator quantidade) e esta, por sua vez, em *acidez trocável* e *acidez não trocável*:

Acidez ativa: é dada pela concentração de íons H^+ na solução do solo e expressa em termos de pH.

Acidez trocável: refere-se aos íons alumínio e hidrogênio ($Al^{3+} + H^+$) trocáveis e adsorvidos nas superfícies dos colóides minerais ou orgânicos por forças eletrostáticas. Este tipo de acidez é, nas análises de rotina, extraído com KCl 1 mol/L, não tamponado, que também é utilizado, em alguns laboratórios, para extrair cálcio e magnésio trocáveis.

Acidez não trocável: refere-se à acidez do solo que é neutralizada por materiais alcalinos, mas não pode ser extraída por uma solução de sal neutro.

3.1.2. Capacidade de troca catiônica (CTC)

CTC efetiva (t): reflete a capacidade de troca de cátions do solo ou, em outras palavras, a capacidade do solo reter cátions próximo ao valor do pH natural.

$t = Ca^{2+} + Mg^{2+} + k^+ + (Na^+) + Al^{3+}$, com os valores expressos em $cmol_e/dm^3$ (preferencialmente) ou $meq/100\text{ cm}^3$.

CTC a pH 7,0 (T): é definida como a quantidade de cátions adsorvida a pH 7,0. Neste caso, $T = t + H^+$.

Porcentagem de saturação por alumínio: expressa a fração ou quantos por cento da CTC efetiva estão ocupados pela acidez trocável ou Al^{3+} trocável. Em termos práticos, reflete a porcentagem de cargas negativas do solo, próximo ao pH natural, que está ocupada por alumínio trocável. É uma outra forma de expressar a toxidez de alumínio.

Porcentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0 (V%): este parâmetro reflete quantos por cento dos pontos de troca de cátions potencial do complexo coloidal do solo estão ocupados por bases.

3.2. Transformações de unidades

ppm em $cmol_e/dm^3$

Por exemplo: 45 ppm de K^+ correspondem a 45g de K por 1.000.000g de solo. Transformando-se g/100g, obtém-se:

$$\begin{array}{l} 45\text{g K solo} \rightarrow 1.000.000\text{ g} \\ X\text{ g K} \rightarrow 100\text{ g solo} \\ X = 0,0045\text{g de K}/100\text{g de solo}^* \end{array}$$

$$* = \text{ppm} \rightarrow \text{g}/100\text{g} = \text{ppm} \times 0,0001$$

Por definição, tem-se que:

$$meq = \text{peso atômico em g} / \text{valência} / 1.000$$

Conseqüentemente:

$$1\text{ meq K} = 39,102 / 1 / 1.000 = 0,039102\text{ g K}$$

$$1\text{ meq K} \rightarrow 0,039102\text{ g K}$$

$$X\text{ meq K} \rightarrow 0,0045\text{ g K}$$

$$X = 0,1151\text{ meq K}$$

$$\text{Portanto: } 45\text{ ppm K} = 0,12\text{ meq K}/100\text{ g solo} = 0,12\text{ cmol}_e\text{ K}/dm^3\text{ de solo}$$

3.3. Equilíbrio ideal de saturação de cátions no solo

Um balanço adequado para percentagem de saturação de cátions da CTC a pH 7,0 é de: cálcio (60-70%), magnésio (10-20%), potássio (2-5%), hidrogênio (10-15%) e outros (2-4%) que incluem ferro, manganês, cobre, zinco e sódio (Lopes & Guidolin, 1989).

Por exemplo, para um solo apresentando os seguintes resultados:

CTC a pH 7,0 = 5,75 meq/100 cm³ = 5,75cmol_c/dm³;
 Ca²⁺ = 0,4 meq/100 cm³ = 0,40cmol_c/dm³;
 Mg²⁺ = 0,1 meq/100 cm³ = 0,10cmol_c/dm³;
 K⁺ = 20 ppm = 0,05 meq/100 cm³ = 0,05cmol_c/dm³;
 Al³⁺ = 1,5 meq/100 cm³ = 1,50cmol_c/dm³;
 H⁺ + Al³⁺ = 5,2 meq/100 cm³ = 5,20cmol_c/dm³;
 pH (H₂O) = 4,6, temos:

% Saturação de Ca²⁺ = 100 x cmol_c/dm³ ÷ CTC a pH 7,0

% Saturação de Ca²⁺ = 100 x 0,4 ÷ 5,75 = 6,9%

% Saturação de Mg²⁺ = 100 x cmol_c/dm³ ÷ CTC a pH 7,0

% Saturação de Mg²⁺ = 100 x 0,1 ÷ 5,75

% Saturação de Mg²⁺ = 1,7%

% Saturação de K⁺ = 100 x 0,05 ÷ 5,75

% Saturação de K⁺ = 0,9%.

Depreende-se desses cálculos, um grande desbalanço em termos destes parâmetros.

Dividindo-se o teor de cálcio (0,4 cmol_c/dm³) pelo de magnésio (0,1 cmol_c/dm³), observa-se que a relação Ca:Mg é de 4:1. Se o técnico deseja que esta relação seja mantida, é necessário que o calcário a ser utilizado também esteja próximo desta relação. A percentagem de saturação de potássio, também estando baixa, sugere a necessidade da aplicação de adubação potássica corretiva neste solo.

3.4. Exercícios

A) Admitindo-se que, com uma calagem para elevar o pH em água a 6,0 seriam liberadas cargas negativas equivalentes a 60% da CTC a pH 7,0, pergunta-se: que dose de cloreto de potássio este solo deveria receber, como adubação corretiva, para ter 3% da CTC a pH 6,0 saturada com potássio?

CTC a pH 7,0 = 5,75 cmol_c/dm³,

60% deste valor corresponde a 3,45 cmol_c/dm³,

Deste valor (3,45 cmol_c/dm³), deve-se ocupar 3% com K, portanto:

3,45 cmol _c /dm ³	→	100%
X	→	3%
X = 0,103 cmol _c /dm ³		

Como a análise deste solo para potássio é de 20 ppm, o que corresponde a 0,05 cmol_c/dm³, seria necessário adicionar: 0,103 cmol_c/dm³ - 0,05 cmol_c/dm³ = 0,053 cmol_c/dm³ de solo para ter 3% da CTC a pH 6,0 (3,45 cmol_c/dm³) ocupada por K.

1,000 cmol _c K/dm ³	→	0,039102g K/100 cm ³
0,053 cmol _c K/dm ³	→	0,002072g K/100 cm ³

Transformando-se em g/ha, considerando a profundidade de 20 cm e densidade do solo igual a 1,00 g/dm³, tem-se:

0,002072 g K	→	100 cm ³
X g K	→	2.000.000.000 cm ³
X = 41.440 g K/ha ou 41,44 kg K/ha		

Transformando-se em kg K₂O/ha e, posteriormente, em kg KCl/ha, obtém-se, utilizando-se os respectivos pesos atômicos para potássio = 39,102 e para oxigênio = 15,999:

INSTRUÇÃO TÉCNICA

$$\begin{array}{lcl} \text{K}_2 & \rightarrow & \text{K}_2\text{O} \\ (39,102 \times 2) & \rightarrow & (39,102 \times 2) + 15,999 \\ \\ 78,204 \text{ kg K} & \rightarrow & 94,203 \text{ kg de K}_2\text{O/ha} \\ 41,440 \text{ kg K/ha} & \rightarrow & X \text{ kg de K}_2\text{O/ha} \\ X = 49,818 \text{ kg K}_2\text{O/ha} \end{array}$$

Como a percentagem de K₂O no cloreto de potássio é de 60%, teremos:

$$\begin{array}{lcl} 100 \text{ kg KCl} & \rightarrow & 60,000 \text{ kg K}_2\text{O} \\ X \text{ kg KCl} & \rightarrow & 49,818 \text{ kg K}_2\text{O} \\ \text{Resposta: } 83,197 \text{ kg de KCl/ha, ou seja, } 83 \text{ kg de KCl/ha.} \end{array}$$

B) Admitindo-se que, próximo a esta área, somente exista a disponibilidade de calcário calcítico (55% CaO) e, a cerca de 500 km, encontra-se à venda dolomita calcinada (27% CaO e 19% MgO), qual seria a combinação ideal destes produtos para que esta área, após a calagem, mantivesse a relação original de Ca:Mg de 4:1, em cmol_c/dm³, admitindo-se também que esta é a melhor opção sob aspectos técnicos e econômicos?

Para responder a esta pergunta, é necessário, inicialmente, calcular por unidade de peso destes dois produtos, quantos meq de cálcio e de magnésio estariam sendo aplicados por hectare, considerando-se o volume de 2.000 m³ (camada de 0-20 cm e área de 10.000 m²).

Com a finalidade de obter valores de referência para o cálculo, deve-se estimar:

1) para cada 1% de CaO no produto, a quantos meq de Ca corresponderia a aplicação de 1 tonelada?

$$\begin{array}{l} 1\% \text{CaO} \rightarrow 1 \text{ kg de CaO}/100 \text{ kg de calcário} \rightarrow 10 \text{ kg de CaO}/1.000 \text{ kg de calcário.} \\ \text{Transformando-se CaO} \rightarrow \text{Ca, obtém-se:} \\ 40,08 + 15,999 \rightarrow 40,08 \\ 56,079 \text{ kg CaO} \rightarrow 40,08 \text{ kg Ca} \\ 10,00 \text{ kg CaO} \rightarrow X \text{ kg Ca} \\ X = 7,14706 \text{ kg Ca ou } 7.147,06 \text{ g Ca} \\ 1 \text{ meq Ca} \rightarrow \text{peso atômico (g)} \div \text{valência} \div 1.000 \\ 1 \text{ meq Ca} \rightarrow 40,08 \div 2 \div 1.000 \\ 1 \text{ meq Ca} \rightarrow 0,02004 \text{ g Ca} \\ X \text{ meq Ca} \rightarrow 7.147,06 \text{ g Ca} \\ X = 356.639,73 \text{ meq Ca/ha} \end{array}$$

Portanto, para cada 1% de CaO em um calcário, a aplicação de 1 t/ha corresponderia a 356.639,73 meq Ca/ha.

2) para cada 1% de MgO no produto, a quantos meq de Mg corresponderia a aplicação de 1 tonelada?

$$1\% \text{MgO} \rightarrow 1 \text{ kg de MgO}/100 \text{ kg de calcário} \rightarrow 10 \text{ kg de MgO}/1.000 \text{ kg de calcário.}$$

$$\begin{array}{l} \text{Transformando-se:} \\ \text{MgO} \rightarrow \text{Mg, obtém-se:} \\ 24,312 + 15,999 \rightarrow 24,312 \\ 40,311 \text{ kg MgO} \rightarrow 24,312 \text{ kg Mg} \\ 10,00 \text{ kg MgO} \rightarrow X \text{ kg Mg} \\ X = 6,031,108 \text{ kg Ca ou } 6.031.108 \text{ g Mg} \\ 1 \text{ meq Mg} \rightarrow \text{peso atômico (g)} \div \text{valência} \div 1.000 \\ 1 \text{ meq Mg} \rightarrow 24,312 \div 2 \div 1.000 \\ 1 \text{ meq Mg} \rightarrow 0,012156 \text{ g Mg} \\ X \text{ meq Mg} \rightarrow 6.031,108 \text{ g Mg} \\ X = 496.142,48 \text{ meq Mg/ha} \end{array}$$

INSTRUÇÃO TÉCNICA

Portanto, para cada 1% de MgO em um calcário, a aplicação de 1 t/ha corresponderia a 496.142,48 meq Mg/ha.

Como este calcário calcítico apresenta 55% de CaO, a aplicação de 1.000 kg do mesmo corresponde a fornecer 356.639,73 meq Ca x 55 = 19.615.185,15 meq Ca/ha.

Considerando-se que um hectare, na camada de 0-20 cm, corresponde a 2.000.000.000 cm³, obtém-se por 100 cm³ o seguinte:

$$\begin{array}{rcl} 19.615.185,15 \text{ meq Ca} & \rightarrow & 2.000.000.000 \text{ cm}^3 \text{ (1,00 ha)} \\ X \text{ meq Ca} & \rightarrow & 100 \text{ cm}^3 \\ X = 0,98 \text{ meq Ca/ } 100 \text{ cm}^3 & & \end{array}$$

Isto, em outras palavras, significa que a aplicação de 1 t deste calcário implicaria em fornecer 0,98 cmol_e Ca/dm³.

O mesmo raciocínio deve ser feito em relação à dolomita calcinada: como este produto apresenta 27% de CaO e 19% de MgO, a aplicação de 1.000 kg por hectare corresponderia a fornecer:

$$\begin{array}{l} 356.639,73 \text{ meq Ca} \times 27\% = 9.629.272,71 \text{ meq Ca/ha} \\ 496.142,48 \text{ meq Mg} \times 19\% = 9.426.707,12 \text{ meq Mg/ha} \end{array}$$

Transformando-se em meq/100 cm³, como explicado anteriormente:

$$\begin{array}{rcl} 9.629.272,71 \text{ meq Ca} & \rightarrow & 2.000.000.000 \text{ cm}^3 \text{ (1,00 ha)} \\ X \text{ meq Ca} & \rightarrow & 100 \text{ cm}^3 \\ X = 0,48 \text{ meq Ca/} 100 \text{ cm}^3 & & \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 9.426.707,12 \text{ meq Mg} & \rightarrow & 2.000.000.000 \text{ cm}^3 \text{ (1,00 ha)} \\ X \text{ meq Mg} & \rightarrow & 100 \text{ cm}^3 \\ X = 0,47 \text{ meq Mg/} 100 \text{ cm}^3 & & \end{array}$$

Isto, em outras palavras, significa que a aplicação de 1 t deste calcário implicaria em fornecer 0,48 cmol_e Ca/dm³ e 0,47 cmol_e Mg/dm³.

Para manter a relação Ca:Mg de 4:1 (cmol_e/dm³), partindo destes produtos, teriam que ser aplicados 0,47 cmol_e Mg/dm³ e 4 vezes este nível de cmol_e Ca/dm³, ou seja, 1,88 cmol_e Ca/dm³.

Como ao aplicar 1 t de dolomita calcinada fornece-se 0,47 cmol_e Mg/dm³ + 0,48 cmol_e Ca/dm³, ficam faltando 1,40 cmol_e Ca/dm³, que deverão ser supridos pelo calcário calcítico, segundo os cálculos seguintes:

$$\begin{array}{rcl} 1.000.000 \text{ kg de calcário calcítico (55\%CaO)} & \rightarrow & 0,98 \text{ cmol}_e \text{ Ca/dm}^3 \\ X \text{ kg de calcário calcítico (55\%)} & \rightarrow & 1,40 \text{ cmol}_e \text{ Ca/dm}^3 \\ X = 1.429 \text{ kg de calcário calcítico} & & \end{array}$$

Conseqüentemente, qualquer mistura de 1,43 partes deste calcário calcítico com 1 parte desta dolomita calcinada atende à especificação do problema.

Para orientação na solução de outros problemas dessa natureza, podem ser adotadas as seguintes constantes:

- para cada 1% de CaO em um produto, quando se aplica 1 tonelada por hectare, incorporada na camada de 0-20 cm, adiciona-se o equivalente a 0,01783 cmol_e Ca/dm³;
- para cada 1% de MgO em um produto, quando se aplica 1 tonelada por hectare, incorporada na camada de 0-20 cm, adiciona-se o equivalente a 0,0248 cmol_e Mg/dm³.

4. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Vários sistemas de unidades são presentemente empregados, de forma heterogênea, em publicações nas áreas de agricultura e de ciência do solo no Brasil, dificultando a comparação de dados entre diferentes trabalhos. O mais grave é que, em muitos casos, as unidades e termos utilizados são hoje considerados

INSTRUÇÃO TÉCNICA

obsoletos ou ambíguos e em desuso, como os casos do "ppm", equivalente grama, normalidade, peso molecular etc. (Cantarella & Andrade, 1992).

Para uniformizar a linguagem e conceitos, as editoras e periódicos das mais variadas áreas da ciência estão adotando as unidades do Sistema Internacional (SI) (Lehmann et al., 1988; Salisbury, 1991), inclusive nas ciências agrárias (Thien & Oster, 1981; Vorst et al., 1981; Campbell & van Schilfgaarde, 1982; Reifsnnyder et al., 1991, citados por Cantarella & Andrade, 1992).

A seguir, é apresentada a Tabela 1, onde se verificam as principais unidades do SI utilizadas para identificação das determinações de laboratório para análises de solos.

O argumento mais forte para a mudança para o SI é a uniformidade, evitando o risco de confusão e a ambigüidade que ainda existem hoje. Portanto, é necessário que os técnicos da extensão rural se familiarizem e passem a usar essas unidades.

Tabela 1. Unidades Obsoletas e do Sistema Internacional para Algumas Determinações Realizadas em Laboratório nas Análises de Solos

Determinação	Unidades Obsoletas	Unidades do Sistema Internacional	
		Preferidas	Aceitas
pH	adimensional	adimensional	adimensional
Mat.Orgânica	2,4%	24g/kg ou 24g/dm ³	24g/kg ou 24g/dm ³
P disponível	8,3 ppm P	8,3 mg/dm ³	8,3 mg/dm ³
Ca ²⁺	1,2 meq/100 ml	12 mmol ⁽⁺⁾ /dm ³	1,2 cmol ⁽⁺⁾ /dm ³ ou 1,2 cmol ⁽⁺⁾ /kg
Mg ²⁺	0,2 meq/100 ml	2 mmol ⁽⁺⁾ /dm ³	0,2 cmol ⁽⁺⁾ /dm ³
K ⁺	0,2 meq/100 ml	2 mmol ⁽⁺⁾ /dm ³	0,2 cmol ⁽⁺⁾ /dm ³
H + Al ³⁺	3,2 meq/100 ml	32 mmol ⁽⁺⁾ /dm ³	3,2 cmol ⁽⁺⁾ /dm ³
Cálculo de Calagem	NC = $\frac{(V_2 - V_1).T}{PRNT}$ NC = t/ha	NC = $\frac{(V_2 - V_1).T}{PRNT}$ NC = t/ha	não altera em relação às unidades atuais

5. RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÕES E CORRETIVOS PARA ALGUMAS AMOSTRAS DE SOLOS DO NOROESTE DO MATO GROSSO

A grande variabilidade nas respostas à fertilização é comum em quase todas as regiões do país. Em geral, não há informação suficiente, como na Região Noroeste do Mato Grosso, para ligar esta variabilidade a zonas agroecológicas, disponibilidade hídrica ou a tipos de solos. A parte desta variabilidade relacionada à disponibilidade de nutrientes, determinada por alguns tipos de análise de solo, poderia ser reduzida com a correção das deficiências.

Quanto aos tipos de solos, observa-se nesta Região Noroeste do Estado do Mato Grosso, que vão do extremo arenoso das Areias Quartzosas aos solos argilosos, como a Terra Roxa Estruturada; dos Solos Litólicos rasos e pedregosos aos profundos e bastante intemperizados, como os Latossolos; da baixa fertilidade de alguns Podzólicos e Latossolos Vermelho-Amarelos à alta fertilidade de alguns Podzólicos e Latossolos Vermelho-Escuros etc. No entanto, são poucas as avaliações gerais, de que se tem conhecimento, de fertilidade dos solos nessa Região.

Por outro lado, as recomendações de necessidades de fertilizantes e/ou corretivos, bem como das deficiências de nutrientes, foram definidas com um número de amostras abaixo do nível crítico. Assim, procurou-se apenas dar uma idéia das condições gerais dos principais solos na área do presente estudo.

INSTRUÇÃO TÉCNICA

Os resultados mostram que a maior parte da área necessita de calcário dolomítico, na base de 1,5 a 2,5 t/ha, visto que a relação de Ca:Mg tem ficado, na maioria das vezes, em torno de 5:1. Nestes casos, para manter esta relação, é necessário aplicar calcário com esta proporção, por volta de 4 ou 5:1. No entanto, não há experimentos que possam comprovar a eficiência da aplicação ou ausência de resposta a calcário e a outros nutrientes para as diversas culturas dessa região. Assim, os critérios adotados para julgamento das deficiências necessitariam de apoio em trabalhos de calibração, que poderiam ser feitos na área, ou de comprovação que calibrações feitas em outras áreas possam ser transpostas para os solos e culturas da Região.

Em relação aos teores de P (extraível com Mehlich), a maioria das amostras apresentam valores muito baixos, tanto para solos arenosos quanto para os solos argilosos; para o potássio os valores são de baixos a médios para todas as amostras analisadas. Também verificou-se, para a maioria das amostras de solos, que os teores de $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ são baixos, com alguns resultados apresentando valores altos.

Nesse contexto, para a maioria das amostras de solos analisadas da Região Noroeste do Mato Grosso, há necessidade de fertilização dos solos no sentido de se obter respostas significativas às adições de corretivos e fertilizantes.

Sem o uso de fertilizantes, a alternativa é a agricultura itinerante, com períodos de cultivo e de pousio variáveis em função da fertilidade natural e da disponibilidade de água. O desmatamento, que interrompe a ciclagem de nutrientes, seguido de fogo, que causa perdas de C, N e P orgânico do solo, conduzem à degradação da fertilidade natural. Os resíduos das colheitas não são capazes de recuperar ou estabilizar essas perdas, fazendo-se necessários para isto longos períodos de pousio.

O conhecimento de mudanças nos níveis de nutrientes no solo com o tempo de cultivo é um importante componente no manejo para produção sustentada. Padrões da dinâmica de nutrientes, derivados a partir de características químicas e biológicas, obtidos através de análise periódicas de solo, indicam as alterações mais apropriadas nas práticas de manejo e a época de tais intervenções para dominar limitações nutricionais (Smith, 1996). As mudanças mais marcantes na fertilidade de solos ácidos em áreas extensivas de terra firme ocorrem durante o processo de derruba e queima da vegetação de florestas primárias e secundárias. A disponibilidade de nutrientes no solo é aumentada por maior mineralização e adições de cinza durante a queima.

As diferenças nas reservas iniciais de nutrientes no solo, técnicas de desmatamento, biomassa da floresta e a proporção de biomassa que é queimada causam considerável variação entre os sítios na quantidade de cinza e sua composição nutricional. A importância da cinza na reposição de reservas de nutrientes no solo é evidente considerando que 13, 81, 87, 44 e 45% do N, P, K, Ca e Mg totais no sistema estavam contidos nos componentes da vegetação (Smith, 1996).

Dados sobre os efeitos benéficos da cinza no solo relatados por Smith et al. (1991) pela queima da vegetação de uma floresta secundária de 11 anos de idade em Yurimaguas-AM, durante 36 meses de cultivo, podem ser verificados em um Podzólico Vermelho-Amarelo, sem preparo do solo, uso de calcário ou fertilizantes. Houve uma melhoria acentuada no suprimento de nutrientes no solo, duplicando os valores de Ca e Mg e triplicando P extraível com NaHCO_3 . O efeito da cinza foi evidenciado por um decréscimo na saturação de Al de 76% antes da queima para 46% imediatamente após. O aumento gradual na saturação de Al com o tempo de cultivo e o reequilíbrio aos níveis de pré-queima da área, após 12 meses, também indicaram que o efeito residual da cinza na acidez do solo foi de curto prazo. No terceiro ano após a queima, a disponibilidade da maioria dos nutrientes decresceu a níveis comparáveis àqueles antes do desmatamento. Este rápido declínio na fertilidade do solo e uma alta infestação de plantas daninhas são as principais razões porque os agricultores itinerantes abandonam suas terras após um ou dois anos de cultivo (Sanchez & Cochrane, 1980; Moran, 1981, citados por Smith, 1996). Razões suficientes para recomendar cautela e exploração racional das florestas, bem como das queimas que são realizadas, por ocasião dos desmatamentos.

6. CONCLUSÕES

É importante o conhecimento pelos técnicos dos conceitos básicos e aplicações das interpretações das análises de solos, bem como das unidades e termos empregados pelo Sistema Internacional (SI) para uniformização da linguagem.

A área de estudo, na Região Noroeste do Mato Grosso, é caracterizada por uma grande diversidade ambiental, tornando difícil generalizações sobre a fertilidade de solos. Apesar das poucas amostras de solos analisadas, pode-se concluir que as deficiências de P e K são comuns e as de Ca + Mg são mais restritas.

Existe espaço para pesquisas no manejo da intensidade das queimadas, de forma a reduzir as perdas de nutrientes dos resíduos queimados e da matéria orgânica do solo. Também seria importante o controle da

INSTRUÇÃO TÉCNICA

erosão, que pode acarretar perdas de nutrientes da mesma ordem de grandeza das retiradas de nutrientes pelas culturas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC.21 - Juruena: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 1980. 460p. il., 7 mapas Policr. (Levantamento de Recursos Naturais, 20).
- CANTARELLA, H.; ANDRADE, J.C. de. O sistema internacional de unidades e a ciência do solo. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.3, p.91-102, 1992.
- COCHRANE, T.T.; SANCHEZ, P.A. Land resources, soils and their management in the Amazon region: a state of knowledge report. In: HECHT, S.B. (ed.). **Amazonia: agriculture and land use research.** Cali: CIAT, 1982. p.137-209.
- LOPES, A.S.; GUIDOLIN, J.A. **Interpretação de análise de solo: conceitos e aplicações.** 2.ed. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1989. 64p.
- SMITH, T.J. Manejo da fertilidade do solo para produção sustentada de cultivos na Amazônia. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado.** Viçosa: SBCS/UFV-Departamento de solos, 1996. p.71-93.
- SMITH, T.J.; ALEGRE, J.C.; PALM, C.A. Dinâmica de nutrientes del suelo durante tres años de cultivos de bajos insumos en un Ultisol de la Amazonia Peruana. In: SMITH, T.J.; RAUN, W.R.; BERTSCH, F. (ed.). **Manejo de suelos tropicales en Latinoamérica.** Raleigh: North Carolina State University, 1991. 310p.
- van RAIJ, B. Conceitos fundamentais na interpretação da análise do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1995, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa-CPATSA/SBCS, 1995. p.34-50.