

CAPÍTULO

23

Adubação de pastagens

Patricia Menezes Santos

*Pesquisadora da EMBRAPA
Pecuária Sudeste. São Carlos, SP
patricia@cppse.embrapa.br*

Odo Mara Primavesi

*Pesquisador Aposentado da
EMBRAPA Pecuária Sudeste
São Carlos, SP
odoprime@gmail.com*

Alberto C. de Campos Bernardi

*Pesquisador da EMBRAPA
Pecuária Sudeste. São Carlos, SP
alberto@cppse.embrapa.br*

■ **Introdução**

A adubação de pastagens têm sido divulgada como uma alternativa para a intensificação da produção animal desde a década de 70, porém ainda há muita polêmica em torno dos critérios e métodos de recomendação para essa cultura. Em parte, a dificuldade no estabelecimento de parâmetros para a adubação de pastagens deve-se ao grande número de espécies forrageiras disponível e à diversidade de sistemas de produção adotados.

Neste capítulo, serão apresentadas informações sobre a adubação de pastagens formadas por gramíneas tropicais, dentro do contexto de alguns sistemas de produção de gado de corte.

Análise de solo

A análise química do solo é o principal instrumento utilizado para avaliação da fertilidade e para a recomendação de corretivos e adubos (Raij, 1991). Nesse tipo de análise, são avaliadas a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos tóxicos no solo, que podem prejudicar o crescimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade das forrageiras.

Rotineiramente são feitas as seguintes análises:

- pH: é a medida da acidez do solo;
- Matéria orgânica;
- Fósforo disponível;
- Potássio, cálcio e magnésio trocáveis;
- Acidez potencial (ou H+Al);
- Alumínio trocável;
- Micronutrientes: B, Cu, Fe, Mn e Zn.

As partículas do solo (matéria orgânica + argila), de acordo com Raij (1991) e Tisdale *et al.* (1995), têm cargas negativas que atraem elementos com carga de sinal contrário, os cátions (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} principalmente). O conjunto dos elementos carregados positivamente (exceto H e Al) origina a soma de bases do solo, S ou SB. O número dessas cargas aumenta com o pH, em especial das cargas covalentes ocorrentes na matéria orgânica. O solo também possui cargas positivas que atraem elementos com cargas negativas, como o fósforo e o enxofre. Quanto mais baixo o pH (maior acidez), maior o número dessas cargas. A quantidade de cargas negativas ocupadas por cátions define a capacidade de troca catiônica - CTC ou T do solo que cresce com o teor de matéria orgânica e de argila. Para calcular a CTC a pH 7,0 adicionam-se os valores de H+Al à soma de bases (a CTC efetiva ou *t* é calculada adicionando-se o valor de Al à soma de bases). A saturação por bases (V%) representa a porcentagem da CTC que é ocupada por bases (Ca, Mg e K).

Os métodos de análise e as unidades utilizadas para expressar os resultados variam de acordo com a região do Brasil e podem causar erros de interpretação. A **Tabela 1** mostra os fatores de conversão entre as diversas unidades.

O conjunto dessas análises, aliado a uma boa interpretação dos resultados, é ferramenta de extrema importância dentro do contexto agropecuário, tanto para o aumento da produ-

vidade, quanto para o manejo dos insumos agrícolas, de forma a evitar e diminuir os impactos ambientais e aumentar o retorno econômico do empreendimento.

Tabela 1. Fatores utilizados na conversão de unidades.

Representação antiga	Representação atual	Fator de conversão
%	$g\ kg^{-1}$, $g\ dm^{-3}$, $g\ L^{-1}$	10
ppm	$mg\ kg^{-1}$, $mg\ dm^{-3}$, $mg\ L^{-1}$	1
$meq/100\ cm^3$	$mmol_c\ dm^{-3}$	10
$meq/100\ cm^3$	$cmol_c\ dm^{-3}$	1
$meq/100\ g$	$mmol_c\ kg^{-1}$	10
meq/L	$mmol_c\ L^{-1}$	1
P_2O_5	P	0,437
K_2O	K	0,830
CaO	Ca	0,715
MgO	Mg	0,602
$mmho\ cm^{-1}$	$S\ m^{-1}$	0,1

Interpretação da análise de solo

A interpretação da análise de solo é feita com base no conceito de classes de teores de nutrientes, relacionando o teor do nutriente com a produção relativa da cultura (**Figura 1**). As classes de teores de nutrientes podem ser divididas em: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. A resposta esperada à adubação é maior para solos enquadrados nas classes de teores muito baixa e baixa.

As classes de interpretação dos valores de pH_{CaCl_2} e $pH_{água}$ em solos de São Paulo e Minas Gerais, respectivamente, são apresentadas na **Tabela 2**. Já as classes e os limites de interpretação dos teores trocáveis de Ca, Mg e Al são apresentadas nas **Tabelas 3 e 4**.

Em decorrência das diferenças entre os protocolos analíticos utilizados para determinação do P disponível, existem variações nos níveis críticos e nos critérios de interpretação. Em São Paulo, o método utilizado é o da resina, enquanto para Minas Gerais e Cerrado, o método é o Mehlich-1. Os limites e as classes de interpretação dos teores de fósforo extraídos pela resina são apresentados na **Tabela 5**, e o do Mehlich e P remanescente, na **Tabela 6**.

No Brasil, os teores disponíveis de Fe, Mn, Zn e Cu em solo são avaliados pelos seguintes extratores: DTPA (São Paulo), Mehlich-1 (Minas

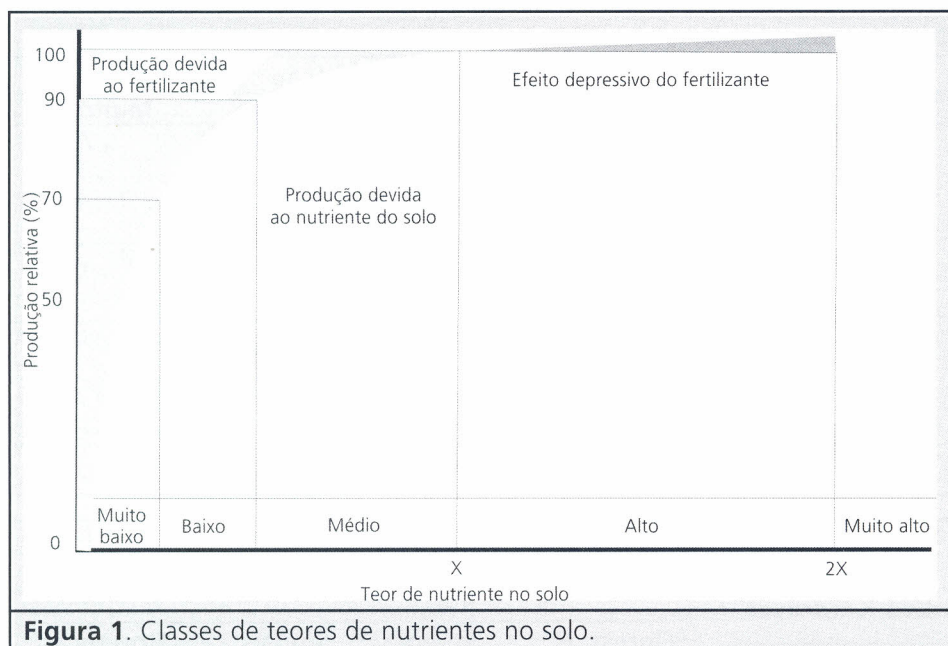


Figura 1. Classes de teores de nutrientes no solo.

Tabela 2. Limites de interpretação das determinações relacionadas com a acidez da camada arável de solo.

Acidez ¹	pH em CaCl ₂	Classificação agrônômica	pH em água
Muito alta	Até 4,3	Muito baixo	< 4,5
Alta	4,4-5,0	Baixo	4,5 – 5,4
Média	5,1-5,5	Bom	5,5 – 6,0
Baixa	5,6-6,0	Alto	6,1 – 7,0
Muito baixa	>6,0	Muito alto	> 7,0

Fonte: Adaptado de Raij *et al.* (1997) e Alvarez V. *et al.* (1999).

Tabela 3. Limites de interpretação de teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ em solos do Estado de São Paulo.

Teor	mmol _c dm ⁻³	
	Ca trocável	Mg trocável
Baixo	0-39	0-4
Médio	40-70	5-8
Alto	>70	>8

Fonte: Adaptado de Raij *et al.* (1997).

Gerais), ácido clorídrico 0,1 mol l⁻¹. Já o boro é extraído por água quente. Em São Paulo, a disponibilidade de micronutrientes é avaliada com o extrator DTPA, e os limites de interpretação dos teores desses nutrientes no solo são apresentados na Tabela 7. As classes de interpretação da disponibilidade de micronutrientes em solos de Minas Gerais são apresentadas na Tabela 8. As classes e os limites para a interpre-

tação da disponibilidade de S em solos do Estado de São Paulo são apresentadas na Tabela 9.

Recomendação de correção do solo e adubação

A maioria dos solos do Brasil (Bernardi *et al.*, 2002) são intemperizados, ácidos, com baixa CTC e alto poder de fixação de fósforo, elevada acidez trocável (Al³⁺) e

apresentam baixos teores de macronutrientes primários (N, P e K), secundários (Ca, Mg e S) e de micronutrientes (Zn e Cu). Além disso, com relação às limitações físicas, há problemas com baixa disponibilidade de água, e o alto risco de erosão. Por isso, a elevação e a manutenção dos níveis de fertilidade do solo dependem da reciclagem de nutrientes e da adição de mais insumos ao sistema.

Atualmente, podem ser encontradas diferentes tabelas de recomendação de adubação para pastagens. No Boletim 100 do IAC, as recomendações são feitas de acordo com o tipo de exploração e o nível de exigência das gramíneas (Tabela 10, Werner *et al.*, 1996). Já a 5ª Aproximação das Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes, em Minas Gerais, utiliza como critério, além do nível de exigência da gramíneas, o nível tecnológico do sistema de produção (Tabela 11, Cantarutti *et al.*, 1999), e existe ainda a recomendação para a região dos Cerrados elaborada por Vilela *et al.* (2002).

Apesar das diferenças entre as duas classificações, algumas espécies são consideradas como mais exigentes e, portanto, recomendadas para os sistemas de produção mais intensivos em ambas as classificações (ex.: capim-tanzânia e outras cultivares de *Panicum maximum*, capim-elefante, e capim-coastcross e outros cultivares de *Cynodon sp.*); já espécies como o capim-gordura, o capim-braquiária, o capim-humi-

Tabela 4. Classes de interpretação de atributos de fertilidade de solos do Estado de Minas Gerais.

Característica	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Matéria orgânica, g/kg	≤ 7,0	7,1- 20,00	20,1-40,00	40,1-70,00	> 70,00
Ca ²⁺ , cmol _c /dm ³	≤ 0,40	0,41-1,20	1,21-2,40	2,41-4,00	> 4,00
Mg ²⁺ , cmol _c /dm ³	≤ 0,15	0,16-0,45	0,46-0,90	0,91-1,50	> 1,50
Al ³⁺ , cmol _c /dm ³	≤ 0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,00	> 2,00
Soma de bases (SB), cmol _c /dm ³	≤ 0,60	0,61-1,80	1,81-3,60	3,61-6,00	> 6,00
Acidez potencial, cmol _c /dm ³	≤ 1,00	1,01-2,50	2,51-5,00	5,01-9,00	> 9,00
CTC efetiva,	≤ 0,80	0,81-2,30	2,31-4,60	4,61-8,00	> 8,00
CTC a pH 7,0,	≤ 1,60	1,61-4,30	4,31-8,60	8,61-15,0	> 15,0
Saturação por Al ³⁺ , %	≤ 15,0	15,1-30,0	30,1-50,0	50,1-75,0	> 75,0
Saturação por bases, %	≤ 20,0	20,1-40,0	40,1-60,0	60,1-80,0	> 80,0

Fonte: Adaptado de Alvarez V. et al. (1999).

Tabela 5. Limites de interpretação de teores de potássio e de fósforo (extraídos pela resina) em solos do Estado de São Paulo.

Teor	Produção relativa K trocável		P resina			
	%	mmol _c dm ⁻³	Florestais	Perenes		Hortaliças
				Anuais	Hortaliças	
Muito baixo	0-70	0,0-0,7	0-2	0-5	0-6	0-10
Baixo	71-90	0,8-1,5	3-5	6-12	7-15	11-25
Médio	91-100	1,6-3,0	6-8	13-30	16-40	26-60
Alto	>100	3,1-6,0	9-16	31-60	41-80	61-120
Muito alto	>100	>6,0	>16	>60	>80	>120

Fonte: Raij et al. (1997).

Tabela 6. Classes e limites de interpretação da disponibilidade de fósforo (Mehlich-1) em razão dos teores de argila de P remanescente (P-rem), para solos do Estado de Minas Gerais.

Característica	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
	Fósforo		Mg dm ⁻³		
Argila (%)					
60-100	≤ 2,7	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0	8,1 - 12,0	> 12,0
35-60	≤ 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 12,0	12,1 - 18,0	> 18,0
15-35	≤ 6,6	6,7 - 12,0	12,1 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
0-15	≤ 10,0	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
P-rem (mg L⁻¹)					
0-4	≤ 3,0	3,1 - 4,3	4,4 - 6,0	6,1 - 9,0	> 9,0
4-10	≤ 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 12,5	> 12,5
10-19	≤ 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 11,4	11,5 - 17,5	> 17,5
19-30	≤ 8,0	8,1 - 11,4	11,5 - 15,8	15,9 - 24,0	> 24,0
30-44	≤ 11,0	11,1 - 15,8	15,9 - 21,8	21,9 - 33,0	> 33,0
44-60	≤ 15,0	15,1 - 21,8	21,9 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0

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

dicola e a grama-batatais são consideradas de baixa exigência e recomendadas para áreas de menor fertilidade. O capim-marandu é considerado como de exigência média, porém pode ser utilizado tanto em sistemas intensivos quanto em sistemas de nível intermediário de intensificação.

Correção do solo

É por meio da calagem que a acidez do solo é corrigida. Conforme a necessidade podem ser usados silicato de cálcio (com efeito similar de correção) além de óxido e hidróxido de cálcio (com efeito mais rápido de correção). Essa prati-

Tabela 7. Limites de interpretação dos teores de micronutrientes em solos do Estado de São Paulo.

Teor	Boro em água quente	Cu	Fe	Mn	Zn
			DTPA		
			mg dm ⁻³		
Baixo	0-0,2	0-0,2	0-4	0-1,2	0-0,5
Médio	0,21-0,6	0,3-0,8	5-12	1,3-5,0	0,6-1,2
Alto	>0,6	>0,8	>12	>5,0	>1,2

Fonte: Rajj *et al.* (1997).

Tabela 8. Classes de interpretação da disponibilidade de micronutrientes em solos do Estado de Minas Gerais.

Micronutriente	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Alto
	mg dm ⁻³				
Zinco*	£ 0,4	0,5 – 0,9	1,0 – 1,5	1,6 – 2,2	> 2,2
Manganês*	£ 2	3 – 5	6 – 8	9 – 12	> 12
Ferro*	£ 8	9 – 18	19 – 30	31 – 45	> 45
Cobre*	£ 0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,2	1,3 – 1,8	> 1,8
Boro**	£ 0,15	0,16 – 0,35	0,36 – 0,60	0,61 – 0,90	> 0,90

* Extrator: Mehlich-1; ** Extrator: Água quente. Fonte: Alvarez V. *et al.* (1999).

Tabela 9. Limites de interpretação de teores de SO₄²⁻ em solos do Estado de São Paulo.

Teor	S-SO ₄ ²⁻ (mg dm ⁻³)
Baixo	0-4
Médio	5-10
Alto	>10

Fonte: Rajj *et al.* (1997).

ca proporciona melhoria nas condições de cultivo, aumentando a eficiência de uso de fertilizantes, garantindo maior retorno econômico da adubação e aumento da produtividade das culturas. Existem três métodos de cálculo da necessidade de calagem em uso no Brasil:

- 1) Método que visa à elevação da saturação por bases a um valor ideal para a espécie cultivada;
- 2) Método que visa à neutralização do Al³⁺ e/ou elevação dos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺;
- 3) Método que visa à elevação do pH a um valor ideal para a espécie cultivada.

Esses três métodos são descritos a seguir e, em todos eles, a necessidade de calagem é calculada a partir da análise da camada de solo de 0 a 20 cm de profundidade.

Tabela 10. Agrupamento de gramíneas forrageiras em pastos exclusivos adotado pelo Boletim 100 do IAC.

Grupos de gramíneas	Gramíneas
Grupo 1	<i>Panicum maximum</i> (capim-aruaana, capim-colônião, capim-tanzânia, etc.); <i>Cynodon</i> (capim-coastcross, capim-tifton, etc.); <i>Pennisetum purpureum</i> (capim-elefante); <i>Chloris</i> (capim-de-rhodes); <i>Hyparrhenia rufa</i> (capim-jaraguá); <i>Digitaria decumbens</i> (capim-pangola); <i>Pennisetum clandestinum</i> (capim-quicuío).
Grupo 2	<i>Brachiaria brizantha</i> (capim-marandu); <i>Panicum maximum</i> (capim-mombaça); <i>Andropogon gayanus</i> (capim-andropogon); <i>Cynodon plectostachys</i> (capim-estrela); <i>Paspalum quenoarum</i> (capim-ramirez).
Grupo 3	<i>Brachiaria decumbens</i> (capim-braquiária); <i>Brachiaria humidicola</i> ; <i>Paspalum notatum</i> (grama-batatais); <i>Melinis multiflora</i> (capim-gordura); <i>Setaria anceps</i> (capim-setária).

Fonte: Werner *et al.* (1996).

Tabela 11. Agrupamento de gramíneas forrageiras adotado pela 5a Aproximação das Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.

Nível tecnológico	Gramíneas
Alto ou intensivo	<i>Pennisetum purpureum</i> (capim-elefante); <i>Cynodon</i> (capim-coastcross e capim-tifton); <i>Panicum maximum</i> (capim-colonião, capim-tanzânia, etc); <i>Brachiaria brizantha</i> (capim-marandu).
Médio	<i>Panicum maximum</i> (capim-colonião, capim-tanzânia, etc); <i>Brachiaria brizantha</i> (capim-marandu); <i>Brachiaria decumbens</i> (capim-braquiária); <i>Setaria sphacelata</i> (capim-setária); <i>Andropogon gayanus</i> (capim-andropogon); <i>Hyparrhenia rufa</i> (capim-jaraguá).
Baixo ou extensivo	<i>Brachiaria decumbens</i> (capim-braquiária); <i>Brachiaria humidicola</i> ; <i>Brachiaria dictioneura</i> ; <i>Andropogon gayanus</i> (capim-andropogon); <i>Hyparrhenia rufa</i> (capim-jaraguá); <i>Melinis multiflora</i> (capim-gordura); <i>Paspalum notatum</i> (grama-batatais).

Fonte: Cantarutti et al. (1999).

a) Método que visa à elevação da saturação por bases (Raij et al., 1997)

Este método baseia-se na elevação da saturação por bases a valores considerados ideais para o cultivo de diferentes espécies vegetais, tendo em vista a relação direta existente entre a saturação por bases e o pH do solo. As saturações por bases consideradas ideais para as culturas são apresentadas por Raij et al. (1997). A necessidade de calagem é calculada a partir da fórmula:

$$NC(t \text{ ha}^{-1}) = (V2-V1)T/10$$

Em que:

NC = necessidade de calagem;

V1 = saturação por bases atual do solo;

V2 = saturação por bases desejada para a cultura a ser implantada;

T = capacidade de troca de cátions a pH 7,0, em $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

b) Método de neutralização do Al tóxico e elevação dos teores trocáveis de Ca e Mg (Alvarez V. et al., 1999)

Esse método tem como princípio a neutralização do alumínio tóxico e o suprimento adequado de cálcio e magnésio para as culturas. Atualmente, no Estado de Minas Gerais, esse método de cálculo da necessidade da calagem leva em conta não apenas as características do solo (capacidade tampão, representado pela letra Y, cujos valores são apresentados na Tabela

12) mas também o grau da tolerância das culturas à acidez trocável, considerando a máxima saturação por alumínio tolerada pelas espécies vegetais (mt, cujos valores variam de 5 a 30%), e pela exigência de Ca e Mg pelas plantas (Representado pela letra X, cujos valores variam de 1 a 3,5, sendo o maior valor indicado para as culturas mais exigentes nesses dois nutrientes).

A necessidade de calagem (NC) é calculada pelo uso da fórmula descrita a seguir:

$$NC (t \text{ ha}^{-1}) = CA + CD$$

Em que:

$$CA = Y (Al^{3+} - (mt \cdot t/100)),$$

Em que:

Y = fator ligado à capacidade tampão do solo (Tabela 12);

Al^{3+} = acidez trocável, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$;

mt = máxima saturação por alumínio tolerada pela cultura, em %;

t = CTC efetiva, em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Tabela 12. Valores da capacidade tampão do solo (Fator Y) em conformidade com a textura do solo.

Solo	Argila, %	Y
Arenoso	0 a 15	0 a 1
Textura média	15 a 35	1 a 2
Argiloso	35 a 60	2 a 3
Muito argiloso	60 a 100	3 a 4

Fonte: Alvarez V. (1999).

$$CD = X - (Ca^{2+} + Mg^{2+}),$$

Em que:

X = fator que varia de 1 a 3,5, por causa da exigência das plantas em $Ca^{2+} + Mg^{2+}$;

$Ca^{2+} + Mg^{2+}$ = Teores de Ca e de Mg trocáveis, em $cmol_c\ dm^{-3}$.

c) Método do tampão SMP (CFS-RS/SC, 1995)

Esse é o método utilizado na determinação da dose de calcário para as culturas implantadas nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. As quantidades de calcário recomendadas visam à elevação do pH do solo para valores que variam de acordo com o grau de tolerância das culturas à acidez do solo, tendo como princípio a relação inversa existente entre o índice de pH_{SMP} e a quantidade de calcário necessária para se elevar o pH do solo a determinado valor, que, conforme já foi descrito, varia de acordo com a cultura a ser implantada. Isso acontece, por causa da diminuição nos índices de pH_{SMP} que implica em maior presença de íons geradores de acidez no solo e, por conseguinte, em maior necessidade de calagem por área. A determinação da necessidade de calagem, desse modo, é calculada com base no índice de pH_{SMP} da amostra de solo analisada e no grau de tolerância da cultura à acidez do solo, sendo, nos casos dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, considerados três valores de pH do solo em água a serem atingidos.

No cálculo da necessidade de calagem, considera-se o PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total), que depende da natureza química e física do corretivo, igual a 100%. Como a maioria dos calcários comerciais não apresenta esse valor, é preciso corrigir a quantidade de calcário originalmente recomendada por meio de um fator (Fc), em que:

$$Fc = (100/PRNT)$$

$$\text{Assim, a } NCc\ (t\ ha^{-1}) = NC \times Fc$$

Em que:

NCc = Necessidade de calagem considerando o PRNT do calcário adquirido;

NC = Necessidade de calagem considerando PRNT igual a 100%;

Fc = Fator de correção.

Gessagem

Mantendo intacta a estrutura do solo na aplicação de calcário em superfície, inicialmente o efeito do corretivo ficará limitado às camadas superficiais. Existe a possibilidade de que o gesso possa compensar esse efeito melhorando o ambiente em subsuperfície, sem a necessidade de incorporação do calcário. Existem vários resultados mostrando que gessagem pode corrigir a acidez das camadas profundas e favorecer a produção das culturas.

Para os solos de Cerrado, há alta probabilidade de resposta à gessagem quando, nas camadas subsuperficiais do solo, a saturação por Al for maior que 20% ou o teor de Ca for menor que $0,5\ cmol_c\ dm^{-3}$.

A fórmula sugerida para a recomendação de gesso é apresentada a seguir. A aplicação pode ser feita a lanço sem incorporação, antes ou depois do calcário (Sousa, 1998).

$$\text{Dose (kg ha}^{-1}\text{)} = 5 \times \text{teor argila (g kg}^{-1}\text{)}$$

Adubação

Das tabelas de adubação publicadas, em que há recomendação para forrageiras, destacam-se o Boletim 100 do Instituto Agrônomo de Campinas (Werner *et al.*, 1996), as recomendações organizadas pela Comissão de fertilidade do solo de Minas Gerais (Cantarutti *et al.*, 1999) e pela Embrapa Cerrados (Vilela *et al.*, 2002). Com essas tabelas, é possível recomendar calagem e adubação com base na exigência da forrageira, na análise de solo e de acordo com a produtividade esperada. As publicações oferecem ainda informações sobre métodos de análise, critérios de interpretação de resultados, fontes e formas de aplicação de nutrientes. Os resultados proporcionados são adequados para a maioria dos pecuaristas, garantindo um retorno econômico satisfatório, sem grandes investimentos e riscos (Cantarella *et al.*, 2002).

A adubação de pastagens é constituída por duas fases: a adubação de formação ou de es-

tabelecimento, que visa ao fornecimento dos nutrientes para o desenvolvimento da pastagem e que corrige as deficiências do solo no suprimento de nutrientes, e a adubação de manutenção, que visa ao fornecimento ou à reposição dos nutrientes extraídos ou perdidos durante o pastejo. As **Tabelas 13, 14 e 15**, baseadas em Macedo (2004), resumem, respectivamente, as recomendações de doses de N, P e K das três principais Tabelas (Werner *et al.*, 1996; Cantarutti *et al.*, 1999; Vilela *et al.*, 2002).

Sistemas de produção e estratégicas de adubação

Sistemas de produção extensivos

Os sistemas extensivos de produção animal

em pastagens são caracterizados pelo baixo uso de insumos externos e pela baixa eficiência de uso da terra (produtividade animal por área baixa). Nesses sistemas, as plantas utilizam nutrientes provenientes, principalmente, da mineralização da matéria orgânica e da reciclagem de nutrientes. Em algumas áreas, principalmente onde se verifica a presença de leguminosas, a fixação biológica também representa uma importante fonte de nitrogênio.

A manutenção dos níveis de fertilidade do solo dependem da reciclagem de nutrientes. Em sistemas extensivos, a ciclagem mineral pode ser adequada, desde que se trabalhe com lotações muito baixas, permitindo sobra de resíduos que retornam ao solo, o que determina a necessidade de áreas extensas.

Por isso, a produtividade dos sistemas extensivos depende, em grande parte, da quantidade de matéria orgânica presente no solo. Esse componente, além de fornecer nutrientes às plantas,

Tabela 13. Recomendação de adubação nitrogenada (kg/ha) para o estabelecimento e manutenção das pastagens, com base nas recomendações para SP, MG e Cerrados.

Recomendação	Fases			
	Estabelecimento		Manutenção	
	Faixa	Critério	Faixa	Critério
	N (kg/ha)		N (kg/ha/ano)	
SP	40	20-40 dias após germinação	40 a 80	Exigências nutricionais Por ciclos de pastejo
MG	0 a 150	60% cobertura	50	Extensivo Médio Intensivo
			100-150	
			200-300	
Cerrados	40 a 50	75% cobertura	40	Extensivo

Fonte: Werner *et al.* (1996), Cantarutti *et al.* (1999), Vilela *et al.* (2002), adaptado de Macedo (2004).

Tabela 14. Recomendação de adubação com fósforo (kg/ha) para o estabelecimento e manutenção das pastagens, com base nas recomendações para SP, MG e Cerrados.

Recomendação	Fases			
	Estabelecimento		Manutenção	
	Faixa	Critério	Faixa	Critério
	P₂O₅ (kg ha⁻¹)			
SP	20 a 150	Exigências nutricionais	20 a 50	Exigências nutricionais (aplicação anual)
MG	15 a 120	Nível tecnológico	15 a 60	Nível tecnológico (aplicação anual)
			20	
Cerrados	20 a 180	Exigências nutricionais	20	Exigências nutricionais (aplicação bianual)

Fonte: Werner *et al.* (1996), Cantarutti *et al.* (1999), Vilela *et al.* (2002), adaptado de Macedo (2004).

Tabela 15. Recomendação de adubação potássica (kg/ha) para o estabelecimento e manutenção das pastagens, com base nas recomendações para SP, MG e Cerrados.

Recomendação	Fases			
	Estabelecimento		Manutenção	
	Faixa	Critério	Faixa	Critério
		K₂O (kg ha⁻¹)		
SP	20 a 80	Exigências nutricionais	20 a 60	Exigências nutricionais (aplicação anual)
MG	20 a 60	Nível tecnológico	40 a 200	Nível tecnológico (aplicação anual)
Cerrados	20 a 60	Exigências nutricionais	50	K < 30 mg/dm ³

Fonte: Werner *et al.* (1996), Cantarutti *et al.* (1999), Vilela *et al.* (2002), adaptado de Macedo (2004).

interfere em outras características químicas, físicas e biológicas do solo, com a capacidade de troca de cátions, poder tampão, estrutura e capacidade de armazenamento de água e atividade da biomassa microbiana. A queima dos restos vegetais, portanto, resulta em contínuo empobrecimento do solo.

O teor de carbono (C) orgânico de um solo em equilíbrio com a vegetação é uma função das adições e decomposições, ou seja, $C=B.M/K$, em que C é o teor de carbono orgânico em equilíbrio; B é a quantidade de matéria fresca adicionada; M é a taxa de conversão de matéria fresca em carbono orgânico; e K é a taxa anual de decomposição de carbono orgânico (Sanchez, 1981).

A taxa de conversão de matéria orgânica fresca em húmus gira em torno de 30 a 50% por ano e é relativamente constante nos diferentes ambientes; já as taxas de decomposição do húmus (K) dependem de uma série de fatores ligados à atividade dos microrganismos, à qualidade do material adicionado e a algumas características do solo que podem até certo ponto serem manipuladas, como temperatura e umidade (Sanchez, 1981).

Dos fatores citados por Sanchez (1981) como determinantes do nível de C orgânico no solo, a quantidade de matéria orgânica fresca adicionada é a mais fácil de ser manipulada. Em áreas superpastejadas, a quantidade de material orgânico fresco adicionada ao solo é reduzida em virtude tanto da menor taxa de crescimento e, conseqüentemente, do menor acúmulo de biomassa da planta como um todo, quanto do menor retorno de material da parte aérea da planta.

Aumentos na produtividade por meio do bom manejo animal e adubações adequadas são, portanto, importantes quando se deseja aumentar o teor de matéria orgânica do solo (Havlin & Schlegel, 1989). Em se tratando de sistemas extensivos de produção, o primeiro passo deve ser o planejamento da produção de alimentos volumosos da propriedade, evitando-se a escassez de forragem em períodos críticos (por exemplo, secos), o que leva o produtor a praticar o superpastejo. Revisões sobre o planejamento e gestão do uso de recursos forrageiros foram apresentadas por Barioni *et al.* (2003) e Barioni *et al.* (2005) e mostram que, para planejar a produção de alimentos volumosos, é preciso estimar a demanda por alimentos da propriedade a partir de informações sobre o sistema de produção e o rebanho animal.

O passo seguinte é a prática de adubações estratégicas, para garantir um aporte mínimo de nitrogênio (N) que confira perenidade ao pasto. Sem nitrogênio, a pastagem não consegue fixar ou sequestrar o gás carbônico (CO₂) da atmosfera. A quantidade mínima de nitrogênio, necessária para garantir a manutenção do pasto ao longo dos anos, e sua frequência de aplicação precisam ser melhor definidas. Inicialmente, uma boa alternativa é substituir a prática de reformas periódicas da pastagem por adubações com cerca de 50 kg/ha de nitrogênio a cada dois ou três anos. Essa adubação pode ser feita em forma de rodízio, suprimindo uma porcentagem dos pastos a cada ano.

Outra alternativa é o plantio de leguminosas arbóreas distribuídas aleatoriamente na pastagem ou plantadas ao longo das cercas, e que

servem tanto como banco de proteínas para os animais quanto como banco de N para as pastagens. A implantação de pastagens em áreas de vegetação de cerrado já teria essas plantas leguminosas na área (Melado, 2003). As leguminosas necessitam de adubo que contém fósforo (fosfato natural em solos ácidos, ou fosfatos mais solúveis em solos com menos acidez) e, se possível, inoculado com rizóbio (bactéria fixadora de N) e micorriza (fungo que amplia superfície radicular na absorção de fósforo e outros nutrientes) específicos. Para pastagens extensivas, sugere-se implantar sistemas silvipastoris, utilizando-se leguminosas arbóreas e espécies arbóreas de valor econômico, que melhoram o uso da terra e a receita da propriedade.

Além do N, do CO₂, da água, da energia solar, do oxigênio (O₂) e do fósforo (P), as plantas necessitam de potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e micronutrientes. O ideal é providenciar uma análise química do solo da pastagem e verificar quais desses nutrientes estão em deficiência aguda (abaixo do nível crítico) e supri-los em aplicação de cobertura de acordo com as recomendações disponíveis em boletins e manuais específicos (Cantarutti *et al.*, 1999, Werner *et al.* 1997). Por exemplo, o capim-braquiária suporta acidez do solo muito intensa (pH em CaCl₂ de até 3,5), e uma saturação por bases (inclui Ca e Mg) de até 8%, embora seu ideal esteja em torno de 40%, mas não suporta teores de magnésio e de cálcio abaixo do nível crítico (Primavesi *et al.*, 2004). Isso porque o cálcio é necessário para formar a parede das células da forrageira, e o magnésio é essencial para que ocorra a fotossíntese.

Sistemas com diferimento do uso de pastagens

O diferimento de pastagens é uma alternativa para reduzir o efeito da estacionalidade de produção de forragem sobre a produtividade animal. Essa técnica consiste em vedar uma determinada área de pastagem no final da estação de crescimento, possibilitando, dessa maneira, que a forragem acumulada seja utilizada durante a entressafra.

A aplicação de nitrogênio no solo, no momento da vedação do pasto, pode ser feita de

forma estratégica para acelerar o ritmo de crescimento da planta e, conseqüentemente, aumentar a taxa de acúmulo de forragem. Além disso, a adoção dessa prática é uma boa alternativa para a introdução periódica de nitrogênio no pasto, conforme sugerido para pastagens extensivas. Nesse caso, deve-se fazer a *rotação* da área de uso diferido dentro da propriedade, de tal forma que, ao final de alguns anos, todas as pastagens tenham recebido pelo menos 50 kg/ha de N e tenham ficado um período em pousio. Essa técnica, certamente, contribui para o aumento dos níveis de matéria orgânica do solo e para a maior perenidade dos pastos, desde que não se destruam esses benefícios com o uso da queimada.

No período da vedação dos pastos, a ocorrência de chuvas é mais irregular e o risco de veranicos mais elevado. A irregularidade das chuvas favorece as perdas de nitrogênio por volatilização da ureia. A quantidade de N perdido por volatilização, após a aplicação de ureia sobre a superfície do solo, pode atingir valores extremos próximos a 80% do N aplicado (Lara Cabezas *et al.*, 1997). A principal estratégia para redução de perdas de nitrogênio, nesse caso, seria a utilização de fontes menos susceptíveis à volatilização, como as nítricas ou amoniacais, ou a aplicação de ureia em solo seco, antes de uma chuva, quando as perdas ficam próximas de 1% (Primavesi *et al.*, 2001; 2003).

Sistemas de integração lavoura-pecuária - SILP

Em consequência dos grandes investimentos necessários para a formação e para a reforma de pastagens, tem-se buscado diversas técnicas que visam à diminuição desses investimentos. Aliada à preocupação com os altos custos da atividade, nos últimos anos, é crescente a atenção dada à degradação do solo e à forma como afeta a sustentabilidade da agropecuária nacional. A rotação de culturas anuais com pastagens, também conhecida como sistema de integração lavoura-pecuária (SILP), tem sido indicada como uma das alternativas positivas para a sustentabilidade econômica e ecológica dos sistemas de produção agropecuária.

A utilização desse consórcio de culturas anuais (arroz, milho, soja ou sorgo) com forrageiras,

principalmente as do gênero *Brachiaria*, tem sido preconizada na formação e na reforma de pastagens, na produção de forragem para alimentação animal na entressafra e também para confinamento de bovinos, bem como de cobertura morta para plantio direto de culturas (Kluthcou-ski & Aidar, 2003). As pastagens de gramíneas tropicais são uma excelente alternativa nessa associação, pois apresentam diversos benefícios agrônômicos ao sistema de produção, dentre eles a recuperação das propriedades físicas do solo e a reciclagem de nutrientes, e funcionam como barreiras contra a invasão de pragas, doenças e ervas daninhas. Nesse sistema, é feita a semeadura simultânea da cultura anual e da forrageira, ou aproveita-se o potencial das sementes no solo, obtendo-se então o pasto formado logo após a colheita da cultura (Kichel *et al.*, 1999).

Dentre os objetivos da ILP, tem-se:

- Recuperar ou reformar pastagens degradadas;
- Recuperar a fertilidade do solo;
- Melhorar as condições físicas e biológicas do solo;
- Produzir pasto e forragem para alimentação animal na época da seca;
- Produzir grãos;
- Reduzir as infestações de doenças, pragas e plantas daninhas;
- Reduzir os custos das atividades agrícola e pecuária;
- Diversificar e estabilizar a renda do produtor.

O SILP tem chamado a atenção pelas vantagens que apresentam em relação aos sistemas isolados de agricultura ou de pecuária. Possibilita, como uma das principais vantagens, que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano ou, pelo menos, na maior parte dele, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo. A ILP apresenta ainda como vantagens:

- Redução dos custos de implantação e reforma da pastagem;
- Aumento da capacidade de suporte das pastagens;
- Aumento da oferta de forragem na seca;
- Redução do ciclo de desenvolvimento do

animal para abate e menor produção de metano por kg de carne ou de leite, reduzindo a pegada de carbono do produto final;

- Fornecimento de nutrientes para pastagens (adubação residual da cultura anual);
- Elevação da fertilidade do solo;
- Aumento da matéria orgânica solo;
- Redução da compactação solo;
- Controle da erosão;
- Quebra o ciclo de doenças, pragas e plantas invasoras;
- Aumento e diversificação da renda da propriedade rural.

Sistemas com uso intensivo do pasto no verão

Os sistemas intensivos de produção de leite e carne bovina a pasto, no período das águas, apresentam-se como alternativas para produzir proteína animal de forma mais eficiente e permitem o adequado manejo conservacionista do solo (Primavesi *et al.*, 1999). Além disso, graças aos maiores níveis de produtividade, a adoção desses sistemas reduz a pressão pela abertura de novas áreas e o potencial de desflorestamento, aumentando a possibilidade de preservação ambiental. A intensificação pode também tornar a pecuária mais rentável e competitiva diante de outras alternativas de uso do solo, especialmente nas regiões de terras mais valorizadas como as do Sudeste.

A utilização de pastejo intensivo requer o uso de gramíneas forrageiras adaptadas à região produtora e que possuam alto potencial para produção de forragem, com adequado valor nutritivo.

No pastejo intensivo com forrageiras de elevado potencial de produção, é necessário utilizar práticas de adubação específicas, que forneçam adequado suprimento de nutrientes e eliminem os fatores limitantes. Isso ocorre em razão da grande maioria dos solos do Brasil apresentarem baixa fertilidade natural, e da alta extração de nutrientes pelas gramíneas tropicais em pastagens manejadas intensivamente. Com altos rendimentos de forragem, a extração de nutrientes do solo tende a ser elevada, como

mostram os resultados de Primavesi *et al.* (2001) com o capim-coastcross que, quando utilizou 500 kg ha⁻¹ por ano de N, a forrageira extraiu 377, 34, 392, 70, 36 e 42 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

As tabelas de adubação publicadas, em que há recomendação para forrageiras (Werner *et al.*, 1996; Cantarutti *et al.*, 1999; Vilela *et al.*, 2002), apresentam uma lacuna, uma vez que não satisfazem aos pecuaristas que utilizam o manejo intensivo das pastagens.

Nos sistemas com uso intensivo do pasto no verão, o objetivo é explorar o potencial produtivo da planta forrageira tropical. Em condições edafo-climáticas adequadas, o nitrogênio é o fator de maior impacto na produtividade da planta forrageira tropical bem estabelecida e dos animais que a utilizam (Werner *et al.*, 1996; Cantarutti *et al.*, 1999; Cantarella *et al.*, 2002). Tanto para as culturas como para as pastagens, não existe ainda uma recomendação de adubação nitrogenada com base na análise do solo. Nas recomendações já publicadas para adubação de pastagens (Werner *et al.*, 1996; Cantarutti *et al.*, 1999; Vilela *et al.*, 2002), as doses de nitrogênio para manutenção variam de 40 a 300 kg.ha⁻¹ por ano, inferiores aos níveis utilizados em sistemas intensivos descritos por Camargo *et al.* (2002; 2005) nos quais, sob irrigação, chega-se a utilizar 700 a 1.000 kg.ha⁻¹ de N por ano, parcelados em 9 a 10 vezes.

No caso de sistemas intensivos de produção, a recomendação de adubação nitrogenada deve ser feita com base na expectativa de taxa de lotação animal da área, uma vez que esse nutriente influencia de forma marcante a quantidade de forragem disponível para o pastejo. Alguns técnicos têm utilizado relações empíricas da ordem de 40 a 50 kg/ha de nitrogênio por unidade animal a ser colocada no pasto. Essa recomendação têm atingido relativo sucesso para taxas de lotação entre 3 e 7 UA/ha durante o período de verão.

Estudos recentes com capim-braquiária (Primavesi *et al.*, 2008) mostraram que ocorre, inicialmente (primeiro ano), para recuperar uma pastagem extensiva degradada em solo ácido com 30% de argila, uma demanda de aproximadamente 130 kg/ha de N após cada período de pastejo, sendo a necessidade de N reduzida

numa taxa de 10% a 15% ao ano, até estabilizar próximo do sétimo ano, provavelmente num valor constante de 40-50 kg/ha de N, para produções de forragem de 10 a 15 t/ha de matéria seca no período das chuvas. A demanda inicial grande por N se deve à reestruturação da biomassa microbiana, ao desenvolvimento radicular e da coroa que constituem grandes sumidouros (Oliveira *et al.*, 2007). Para forrageiras mais exigentes, o valor final pode ser um pouco maior, por causa do maior volume de forragem produzida. Existe um indicador fácil de monitorar para evitar excessos de uso de adubo nitrogenado e de N no solo, e que é o teor de N na forragem, e que não deve ser maior que 25 g/kg, ou o teor de proteína bruta não maior que 16% (Primavesi *et al.*, 2001, 2006; Corrêa *et al.*, 2007).

O nitrogênio, normalmente, é acompanhado por aplicação de potássio (na forma de cloreto de potássio), na proporção de 1:1. No entanto, como a reciclagem de potássio é elevada, esse nutriente tende a se acumular no solo ao longo do tempo, e a dosagem aplicada pode ser reduzida. O ideal é realizar uma análise do solo da pastagem e procurar corrigir suas características para níveis ótimos para a forrageira. Os teores de fósforo para nível médio, o de potássio, cálcio e magnésio para níveis médios, devem corrigir a saturação por bases para o nível adequado à forrageira (40 a 80%) com calcário dolomítico e, anualmente, fazer aplicação de calcário para corrigir a acidez provocada pelo adubo nitrogenado, ou seja, no início das águas, aplicar 1,8 kg de CaCO₃ para cada quilograma de N do nitrato de amônio ou de ureia utilizados no ano anterior. Realizar análise química de solo a cada 2 anos para corrigir eventuais deficiências agudas. O uso de superfosfato triplo ou de sulfato de amônio em uma das adubações nitrogenadas irá suprir as necessidades de enxofre.

Dessa forma, um resumo das sugestões para adubação de pastagens em sistemas intensivos é apresentado na **Tabela 16**. Sempre destacando que o sucesso da intensificação do uso das pastagens irá depender da obtenção dos níveis indicados a seguir, de acordo com a produtividade planejada, procurando um equilíbrio dos nutrientes.

Tabela 16. Sugestões para adubação de pastagens em sistemas intensivos

Saturação por bases:	Elevar para 60% a 80% (Ca:55% a 60% da CTC; Mg:15% a 20% da CTC)
Nitrogênio:	40 a 50 kg/ha de N por UA (entre 3 e 7 UA/ha). Obs.:doses calculadas de acordo com o tipo de capim, lotação animal e matéria orgânica do solo:
Fósforo:	Inicial : 10 mg dm ⁻³ ; até 30 mg dm ⁻³
Potássio:	Inicial: 3% da CTC; até 6% da CTC
Enxofre:	60 a 90 kg ha ⁻¹
Micronutrientes:	50 kg/ha de FTE BR-12 a cada 3 anos.

Considerações finais

As pastagens necessitam de nitrogênio para acumular carbono, além de potássio, cálcio, magnésio, fósforo, enxofre e micronutrientes, sendo que em pastagens nas quais ocorre a presença de leguminosas fixadoras de N, o fósforo e o cálcio são muito importantes. A deficiência aguda de algum nutriente deve ser evitada mediante o monitoramento da fertilidade do solo, por meio de análises químicas, a supressão das queimadas, para ocorrer melhoria na matéria orgânica do solo, e a adequação da lotação animal para se evitar superpastejo.

A análise química do solo é a ferramenta

utilizada para conhecer a fertilidade do solo e fazer uma adequada recomendação de corretivos e fertilizantes. Existem diferenças entre os protocolos analíticos utilizados nas análises químicas, por isso, deve ser dada atenção às unidades dos resultados que podem interferir nos níveis críticos, nos critérios de interpretação e também nas doses de corretivos e fertilizantes.

As práticas de correção do solo e adubação dependerão do sistema de produção que o pecuarista adota e terão sempre como objetivo obter retorno econômico satisfatório com diminuição dos impactos ambientais.

Por fim, vale ressaltar que, com o Brasil atuando como forte exportador de carne bovina, restrições de importação por questões sociais e ambientais podem ocorrer se as Boas Práticas Agrícolas não forem adotadas. O manejo adequado das pastagens, sem queimadas, e com suprimento adequado de nitrogênio, pode tornar as pastagens uma cultura que sequestra e armazena carbono no solo, ainda mais se for acompanhada de plantio de árvores (sombra, quebra-vento, reserva legal, mata ciliar), sendo passível de se conseguir créditos de carbono no futuro próximo. Além disso, animais bem alimentados e não expostos ao estresse térmico conseguem chegar à idade de abate mais cedo e, com isso, reduzir a pegada ecológica, a pegada de carbono e a pegada de água, os três indicadores atualmente utilizados para penalizar a carne importada além dos aspectos sanitários e sociais.

Referências bibliográficas

- Alvarez, V.; Novais, V.H.; Barros, R.F.; Cantarutti, N.F. & Lopes, A.S. **Interpretação dos resultados das análises de solo.** In: Riberio, A.C.; Guimarães, P.T.G. & Alvarez V., V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação). Viçosa, CFSEMG, 1999. p.25-32.
- Barioni, L.G.; Martha Júnior, G.B.; Ramos, A.K.B.; Veloso, R.F.; Rodrigues, D.C.de; Vilela, L. Planejamento e gestão do uso de recursos forrageiros na produção de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p.105-153.
- Barioni, L.G.; Ramos, A.K.B.; Martha Júnior, G.B.; Ferreira, A.C.; Silva, F.A.M.; Vilela, L.; Veloso, R.F. Orçamentação forrageiras e ajustes em taxas de lotação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 22., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p.217-243.
- Bernardi, A.C.C.; Machado, P.L.O.A., Silva, C.A. Fertilidade do solo e demanda por nutrientes no Brasil. In: MANZATTO, C.M.; FREITAS JÚNIOR, E.; PERES, J.R.R. ***Uso agrícola dos solos brasileiros***. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2002. p.61-77.
- Camargo, A.C.; Novo, A.L.M.; Novaes, N.J.; Esteves, S.N.; Manzano, A.; Machado, R. Produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 285-319.

Tabela 16. Sugestões para adubação de pastagens em sistemas intensivos

Saturação por bases:	Elevar para 60% a 80% (Ca:55% a 60% da CTC; Mg:15% a 20% da CTC)
Nitrogênio:	40 a 50 kg/ha de N por UA (entre 3 e 7 UA/ha). Obs.:doses calculadas de acordo com o tipo de capim, lotação animal e matéria orgânica do solo:
Fósforo:	Inicial : 10 mg dm ⁻³ ; até 30 mg dm ⁻³
Potássio:	Inicial: 3% da CTC; até 6% da CTC
Enxofre:	60 a 90 kg ha ⁻¹
Micronutrientes:	50 kg/ha de FTE BR-12 a cada 3 anos.

Considerações finais

As pastagens necessitam de nitrogênio para acumular carbono, além de potássio, cálcio, magnésio, fósforo, enxofre e micronutrientes, sendo que em pastagens nas quais ocorre a presença de leguminosas fixadoras de N, o fósforo e o cálcio são muito importantes. A deficiência aguda de algum nutriente deve ser evitada mediante o monitoramento da fertilidade do solo, por meio de análises químicas, a supressão das queimadas, para ocorrer melhoria na matéria orgânica do solo, e a adequação da lotação animal para se evitar superpastejo.

A análise química do solo é a ferramenta

utilizada para conhecer a fertilidade do solo e fazer uma adequada recomendação de corretivos e fertilizantes. Existem diferenças entre os protocolos analíticos utilizados nas análises químicas, por isso, deve ser dada atenção às unidades dos resultados que podem interferir nos níveis críticos, nos critérios de interpretação e também nas doses de corretivos e fertilizantes.

As práticas de correção do solo e adubação dependerão do sistema de produção que o pecuarista adota e terão sempre como objetivo obter retorno econômico satisfatório com diminuição dos impactos ambientais.

Por fim, vale ressaltar que, com o Brasil atuando como forte exportador de carne bovina, restrições de importação por questões sociais e ambientais podem ocorrer se as Boas Práticas Agrícolas não forem adotadas. O manejo adequado das pastagens, sem queimadas, e com suprimento adequado de nitrogênio, pode tornar as pastagens uma cultura que sequestra e armazena carbono no solo, ainda mais se for acompanhada de plantio de árvores (sombra, quebra-vento, reserva legal, mata ciliar), sendo passível de se conseguir créditos de carbono no futuro próximo. Além disso, animais bem alimentados e não expostos ao estresse térmico conseguem chegar à idade de abate mais cedo e, com isso, reduzir a pegada ecológica, a pegada de carbono e a pegada de água, os três indicadores atualmente utilizados para penalizar a carne importada além dos aspectos sanitários e sociais.

Referências bibliográficas

- Alvarez, V.; Novais, V.H.; Barros, R.F.; Cantarutti, N.F. & Lopes, A.S. **Interpretação dos resultados das análises de solo.** In: Riberio, A.C.; Guimarães, P.T.G. & Alvarez V., V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação). Viçosa, CFSEMG, 1999. p.25-32.
- Barioni, L.G.; Martha Júnior, G.B.; Ramos, A.K.B.; Veloso, R.F.; Rodrigues, D.C.de; Vilela, L. Planejamento e gestão do uso de recursos forrageiros na produção de bovinos em pastejo. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p.105-153.
- Barioni, L.G.; Ramos, A.K.B.; Martha Júnior, G.B.; Ferreira, A.C.; Silva, F.A.M.; Vilela, L.; Veloso, R.F. Orçamentação forrageiras e ajustes em taxas de lotação. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 22., 2005, Piracicaba. Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p.217-243.
- Bernardi, A.C.C.; Machado, P.L.O.A., Silva, C.A. Fertilidade do solo e demanda por nutrientes no Brasil. In: MANZATTO, C.M.; FREITAS JÚNIOR, E.; PERES, J.R.R. ***Uso agrícola dos solos brasileiros***. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2002. p.61-77.
- Camargo, A.C.; Novo, A.L.M.; Novaes, N.J.; Esteves, S.N.; Manzano, A.; Machado, R. Produção de leite a pasto. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 18., 2001, Piracicaba. Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 285-319.

- Camargo, A.C.; Ribeiro, W.M. Características da produção de leite na agricultura familiar. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 29-41.
- Cantarella, H.; Correa, L.A.; Primavesi, O.; Primavesi, A.C. Fertilidade do solo em sistemas intensivos de manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 19., 2002. Inovações tecnológicas no manejo de pastagens. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 2002. P.99-131.
- Cantarutti, R.B.; Martins, C.E.; Carvalho, M.M.; Fonseca, D.M.; Arruda, M.L.; Vilela, H.; Oliveira, F.T.T. **Pastagens**. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez Venegas, V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5a Aproximação). Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.332-341.
- Comissão de fertilidade do solo - RS/SC (Passo Fundo, RS). Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3.ed. Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 1995. 223 p.
- Correa, L.A.; Cantarella, H.; Primavesi, A.C.P.A.; Primavesi, O.; Freitas, A.R.; Silva, A.G. Fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade da forragem de capim-coastcross (*Cynodon dactylon*) (L.) Pers. cv. Coastcross). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.763-772, 2007. Disponível em: <http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/default.asp>
- Kichel, A.N.; Miranda, C.H.; Zimmer, A.H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração lavoura x pecuária. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999. p. 201-234.
- Kluthcouski, J.; Aidar, H. **Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas**. In: Kluthcouski, J.; Stone, L. F.; Aidar, H. (Eds.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 183-225.
- Lara-Cabezas, W.A.R.; Korndörfer, G.H.; Motta, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.489-496, 1997.
- Macedo, M.C.M Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 21., Piracicaba, 2004. Fertilidade do solo para pastagens produtivas. Piracicaba, Fealq, 2004. p. 317-355.
- Melado, J. **Pastoreio racional Voisin**: fundamentos, aplicações e projetos. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2003. 300 p.
- Oliveira, P.P.A.; Trivelin, P.C.O.; Oliveira, W.S. Balanço de nitrogênio (15N) da uréia nos componentes de uma pastagem de capim-marandu sob recuperação em diferentes épocas de calagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1982-1989, 2007.
- Primavesi, O.; Corrêa, L. A.; Primavesi, A.C.; Cantarella, H.; Silva, A.G. **Adubação com ureia em pastagem de *Brachiaria brizantha* sob manejo rotacionado: eficiência e perdas**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (nov) 2003. 6p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Comunicado Técnico, 41).
- Primavesi, O.; Corrêa, L.A.; Primavesi, A.C.; Cantarella, H.; Armelin, M.J.A.; Silva, A.G.; Freitas, A.R. **Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross sob manejo rotacionado: eficiência e perdas**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 42p. (Circular TÉCNICA, 30).
- Primavesi, O.; Corrêa, L.A.; Freitas, A. R.; Primavesi, A.C. **Calagem superficial em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob adubação nitrogenada intensa**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 66p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15)
- Primavesi, O.; Primavesi, A.C.; Camargo, A.C. Conhecimento e controle, no uso de corretivos e fertilizantes, para manejo sustentável de sistemas intensivos de produção de leite de bovinos a pasto. **Revista de Agricultura**, v.74, n.2, p.249-266, 1999.
- Primavesi, O.; Primavesi, A.C.; Corrêa, L.A.; Armelin, M.J.A.; Freitas, A.R. **Calagem em pastagem de *Brachiaria decumbens* recuperada com adubação nitrogenada em cobertura**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (dez) 2004. 32p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Circular Técnica, 37). Disponível em: www.cppse.embrapa.br (em publicações gratuitas, circular-técnica, Circular 39).
- Primavesi, A.C.; Primavesi, O.; Corrêa, L.A.; Silva, A.G.; Cantarella, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.562-568, 2006.
- Rajj, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafos, Ceres, 1991. 343p.
- Rajj, B. Van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- Sanchez, P.A. **Suelos del Tropico**. Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura, 1981. 634p.
- Sousa, D.M.G. Manejo da fertilidade do solo sob cerrado com ênfase em plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIDADE DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, Dourados, 1997. **Anais...** Dourados, EMBRAPA-CPAO, 1998. p. 53-58. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 22).
- Vilela, L.; Soares, W.V.; Sousa, D.M.G.; Macedo, M.C.M. **Calagem e adubação para pastagens**. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2002. p. 367-382.
- Werner, J. C.; Paulino, V. T.; Cantarella, H. Recomendação de adubação e calagem para forrageiras. In: RAUJ, B. van; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI, Jr., R.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: IAC, 1996. p.263-271. (IAC, Boletim Técnico, 100).