

# Sistema Barreirão: calagem e gessagem em pastagem degradada





**Arroz e Feijão**

**SISTEMA BARREIRÃO: CALAGEM E GESSAGEM  
EM PASTAGEM DEGRADADA**

Itamar Pereira de Oliveira, João Kluthcouski,  
Lídia Pacheco Yokoyama, Luiz Carlos Balbino, Marisa Pereira Faria,  
Cláudio de Ulhôa Magnabosco, Márcia Tereza Vieira Scarpati,  
Tomás de Aquino Portes e Lúcia Helena Buso

Embrapa Arroz e Feijão  
Santo Antônio de Goiás, GO

1999

Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 32.

### **Comitê de Publicações**

Ricardo Silva Araujo (Presidente)  
Alberto Baêta dos Santos  
Pedro Marques da Silveira  
Luiz Roberto Rocha da Silva (Secretário)

### **Revisão Gramatical**

Vera MariaTietzmann Silva

### **Digitação/Diagramação**

Sináprio de Sena Ferreira  
Fabiano Severino

### **Programação Visual**

Sebastião José de Araújo

### **Normalização Bibliográfica**

Ana Lúcia Delalibera de Faria

**Tiragem:** 1.000 exemplares.

OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; BALBINO, L.C.;  
FARIA, M.P.; MAGNABOSCO, C. de U.; SCARPATI, M.T.V.; PORTES,  
T. de A.; BUSO, L.H. **Sistema Barreirão**: calagem e gessagem em  
pastagem degradada. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão,  
1999. 36p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 32).

ISSN 1516-8476

1. Pastagem - Recuperação. 2. Pastagem - Calagem. 3. Pastagem - Gesso.  
4. Sistema Barreirão. I. KLUTHCOUSKI, J., colab. II. YOKOYAMA, L.P.,  
colab. III. BALBINO, L.C., colab. IV. MAGNABOSCO, C. de U., colab. V.  
SCARPATI, M.T.V., colab. VI. PORTES, T. de A., colab. VII. BUSO, L.H.,  
colab. VIII. Embrapa Arroz e Feijão (Santo Antônio de Goiás, GO). IX. Título.  
X. Série.

CDD 633.200981 – 21.ed.

© Embrapa, 1999.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	7
2	ACIDEZ DOS SOLOS DE PASTAGEM .....	9
3	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE ALGUNS SOLOS TRABALHADOS NO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DAS PASTAGENS DEGRADADAS ....	9
4	QUANDO USAR O GESSO .....	12
5	MANEJO DA CALAGEM EM PASTAGEM .....	13
6	RECOMENDAÇÕES DE CALAGEM NO SISTEMA BARREIRÃO .....	16
7	INFLUÊNCIA DO CALCÁRIO NO SOLO .....	18
8	APLICAÇÃO PRÁTICA DE CALCÁRIO .....	20
	8.1 Doses de aplicação de calagem .....	20
	8.2 Modo de aplicação de calagem .....	22
	8.3 Fonte e época de aplicação .....	23
9	MICROCORREÇÃO .....	24
	9.1 Calcários finamente moídos .....	25
10	GESSO EM MISTURA COM CALCÁRIO .....	26
11	CALAGEM, FOSFATAGEM E SULFATO DE ZINCO .....	30
12	COMENTÁRIOS TÉCNICOS .....	34
13	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35

## APRESENTAÇÃO

Cerca de 117 milhões de hectares do cerrado estão ocupados por pastagens. Destes, menos da metade são pastagens implantadas, principalmente, com as braquiárias. Devido ao extrativismo e ao amadorismo dos pecuaristas, a maior parte destas pastagens encontra-se em processo de degradação ou já totalmente degradadas. No início da década de 90, ao completar-se o primeiro ciclo de pesquisas, disponibilizou-se o "Sistema Barreirão", que consiste no processo de implantação ou renovação de pastagens, por meio do consórcio culturas de grãos versus pastagem. Neste sistema são aplicadas as práticas agrônômicas melhor apropriadas para a produção de grãos que, em geral, cobrem os gastos referentes ao custeio dos insumos e serviços e, ainda, disponibiliza pastagem de boa qualidade, principalmente já a partir da entressafra seguinte.

Esta publicação focaliza a calagem e a gessagem no "Sistema Barreirão", uma das práticas de suma importância para que os agropecuaristas obtenham um bom resultado com o sistema.

Os solos da maioria dos pastos degradados apresentam baixos valores de pH, médios a altos valores de alumínio e baixos teores de cálcio, magnésio e enxofre. Esses três nutrientes são indispensáveis para o desenvolvimento das plantas, especialmente no que se refere ao crescimento radicular, à formação da estrutura da planta e à produção.

A produtividade é o resultante do equilíbrio entre os nutrientes essenciais para a cultura, considerando que todos os outros fatores estejam em condições ideais. Os solos de cerrados, por serem deficientes na maioria dos nutrientes, precisam receber correções e adubações, quase sempre em grandes quantidades. Isto leva a desequilíbrios na fertilidade do solo, com reflexos na nutrição mineral da planta. O desequilíbrio mais comum observado é na aplicação de doses elevadas de calcário. As adubações de fósforo levam também a planta a vários distúrbios nutricionais,

principalmente os relacionados com a carência de zinco. Nestas condições, a forragem produzida nos sistemas agropastoris pode apresentar-se com deficiências, com reflexo negativo no desenvolvimento animal.

Resumindo, o trabalho narra os métodos e processos de utilização de corretivos, seus efeitos sobre as culturas de arroz de terras altas e milho, sua influência na disponibilidade de nutrientes e sua importância no consórcio lavoura/forrageira através do "Sistema Barreirão".

Por estas e outras razões, é que pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão não têm medido esforços em fornecer subsídios aos agropecuaristas, para que eles possam conseguir a máxima eficiência na utilização do "Sistema Barreirão", visando, cada vez mais, a integração entre a agricultura e a pecuária.

Pedro Antonio Arraes Pereira  
Chefe da Embrapa Arroz e Feijão

# SISTEMA BARREIRÃO: CALAGEM E GESSAGEM EM PASTAGEM DEGRADADA

Itamar Pereira de Oliveira<sup>1</sup>, João Kluthcouski<sup>2</sup>,  
Lídia Pacheco Yokoyama<sup>2</sup>, Luiz Carlos Balbino<sup>3</sup>, Marisa Pereira Faria<sup>4</sup>,  
Cláudio de Ulhôa Magnabosco<sup>5</sup>, Márcia Tereza Vieira Scarpati<sup>4</sup>,  
Tomás de Aquino Portes<sup>6</sup> e Lúcia Helena Buso<sup>4</sup>

## 1 INTRODUÇÃO

Na renovação de pastagens pelo Sistema Barreirão, um consórcio de cultura com forrageira, a correção do solo baseada nos índices de acidez deve ser a primeira operação de campo a ser realizada, ainda no período da seca. Adicionalmente, boas práticas de conservação e manejo do pasto formado e do rebanho devem ser empregadas, para aumentar a eficiência dos corretivos aplicados.

Consórcio é um tipo de cultivo de espécies associadas que se beneficiam mutuamente ao se desenvolverem no mesmo ambiente. No Sistema Barreirão, a cultura desenvolve-se bem, no cerrado ou outro ecossistema, devido à cobertura total da superfície do solo pela forrageira, que evita a perda de umidade rápida, abaixando a temperatura superficial do solo, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos, a movimentação de nutrientes, o desenvolvimento radicular, quebrando adensamentos das camadas sub - superficiais, explorando água e nutrientes de diferentes profundidades do solo e fazendo melhor uso dos corretivos e fertilizantes aplicados. A forrageira, por outro lado, beneficia-se de maior quantidade de

---

<sup>1</sup> Pesquisador, Dr., Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO.

<sup>2</sup> Pesquisador, M.Sc., Embrapa Arroz e Feijão.

<sup>3</sup> Técnico Especializado, Bsc., Embrapa Arroz e Feijão.

<sup>4</sup> Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

<sup>5</sup> Pesquisador, Ph.D., Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Atualmente, à disposição da Embrapa Arroz e Feijão.

<sup>6</sup> Professor, Dr., Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO.

nutrientes incorporados, do sombreamento parcial da cultura em seu estágio jovem, do maior teor de umidade retido no solo e da melhor dinâmica dos nutrientes.

Geralmente as áreas destinadas às pastagens não são as melhores em solo e topografia em uma propriedade. Devido ao tipo de manejo extensivo, estas áreas não podem ser deixadas em descanso durante longo período de tempo. Os processos tradicionais de recuperação de pastagens degradadas são demorados e onerosos. O Sistema Barreirão, através do consórcio cultura e forrageira, proporciona uma reforma em curto espaço de tempo, além de o grão produzido pela cultura cobrir, total ou parcialmente, o custo da recuperação, resultando em pasto duráveis e de boa qualidade nutricional.

Naturalmente, a eficiência no uso destas terras decresce com o decorrer do tempo, principalmente devido ao consumo da forrageira pelo animal, à falta de reposição dos nutrientes, à acidificação do solo, à queima da matéria orgânica, às perdas de solo e dos insumos empregados na recuperação – fatores estes que, em diferentes proporções, resultam em aumentos crescentes do custo de produção.

Na implantação de uma pastagem consorciada, a cultura e a forrageira devem ser tolerantes às variações de pH e à fertilidade do solo, uma vez que ambas vão se desenvolver no mesmo ambiente. As espécies devem ser adaptadas às condições climáticas e edáficas locais, e adequadas ao objetivo da atividade agropecuária (Stammel, 1991), seja este a produção de grãos, sementes, feno, silagem, forragem verde ou o pastejo direto. Como não existe local ideal para várias espécies vegetarem simultaneamente, a fertilidade do solo deve ser corrigida para permitir a melhor adaptação de cada uma. A correção do solo e as práticas de conservação e manejo visam a aumentar a infiltração de água, manter a umidade por maior período de tempo, melhorar a atividade biológica, preservar a fertilidade e a estrutura do solo, reduzir as lavagens e o arrastamento de terra provocado pelas águas da chuva (Couto, 1989).

Além da carência generalizada de cálcio e de magnésio em áreas de pastagem, pouca atenção tem sido dada ao enxofre, muito embora deficiências deste nutriente venham sendo observadas em campo, principalmente quando se usam forrageiras exigentes e de

alta produtividade. Tradicionalmente, conhecem-se diferentes tipos, modos, doses e métodos de aplicação de calcários, mas, no momento, está se tornando necessária a utilização de gesso em mistura com corretivos, para cobrir as carências nutricionais de um grande número de espécies.

## **2 ACIDEZ DOS SOLOS DE PASTAGEM**

Os solos da maioria dos pastos degradados apresentam baixos valores de pH, baixos teores de cálcio e de magnésio e altos teores de alumínio (Siqueira, 1986). Baixos níveis de enxofre ocorrem, principalmente, em áreas pobres em matéria orgânica, após muitos anos de exploração agropecuária, e em solos arenosos. Considerando a importância desses nutrientes para o desenvolvimento das plantas, especialmente no que se refere ao crescimento radicular, à formação da estrutura da planta e à produção, a pastagem degradada não será produtiva se a deficiência de tais nutrientes não for corrigida.

## **3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE ALGUNS SOLOS TRABALHADOS NO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO DAS PASTAGENS DEGRADADAS**

O número excessivo de animais nas pastagens elimina grande parte da matéria orgânica, não só pelo consumo mas também pelo pisoteio, que prejudica a rebrota das gemas das forrageiras. Ao quebrar o equilíbrio dinâmico entre produção e rebrota, a capacidade de manutenção dos animais vai sendo reduzida.

Alguns solos, após vários anos de utilização, vão se esgotando até apresentarem níveis de nutrientes abaixo da faixa desejada (Tabela 1), com baixos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica e altos teores de alumínio, manganês e ferro.

Quando o teor de matéria orgânica não é suficiente para complexar e reter a maioria dos nutrientes nas camadas superficiais do solo, estes são carregados pelas águas das chuvas para as partes mais baixas dos terrenos ou para os mananciais de água. Entre esses nutrientes, o cálcio, o magnésio e o potássio são os

mais carregados, ocorrendo aumento dos teores de alumínio, de ferro e de manganês, ao mesmo tempo em que se verifica aumento da acidez do solo. Além disto, o efeito mecânico da água no carregamento reduz os teores de fósforo, de nitrogênio, de enxofre e de vários micronutrientes. Na Tabela 1 estão relacionados quatro tipos de solos com baixos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, altos teores de alumínio, ferro e manganês, na camada 0-20 cm, que refletem as condições de erosão a que foram submetidos.

Em pastagens naturais ou cultivadas, após longo período de pastejo, é comum ocorrerem diferentes espécies forrageiras, denominadas invasoras. Neste ambiente, tais espécies apresentam aparência sadia porque surgiram naturalmente, são pouco exigentes e adaptadas, mas a forragem por elas produzida nem sempre atende às necessidades nutricionais dos animais, tanto qualitativa como quantitativamente. Por outro lado, no processo de reforma de pastagem, tem-se usado semear uma forrageira gramínea consorciada com várias leguminosas. Essas diferentes espécies de plantas, em ambos os ambientes, inicialmente possuem necessidades nutricionais diferenciadas. Para ocorrer o restabelecimento da pastagem, tanto no pasto natural quanto no reformado, é preciso que essas plantas se adaptem às condições naturais do ambiente e convivam consorciadas de acordo com o grau de adaptação de cada uma.

Quando se realiza a correção do solo por meio da calagem e da gessagem, a disponibilidade de nutrientes é aumentada. Alguns nutrientes, ainda fixados pelas condições de acidez, devem ser complementados com a aplicação de fertilizantes para elevar o nível dos nutrientes do solo que esteja abaixo daquele considerado crítico exigido pelas plantas. Com a mudança nas condições da fertilidade, outras espécies forrageiras vão surgindo, como as leguminosas, semeadas natural ou artificialmente, ao mesmo tempo em que a qualidade da pastagem vai melhorando. Por essa razão, os rebanhos criados em pastos bem cuidados apresentam animais sadios com baixo índice de mortalidade.

**TABELA 1** Características químicas e classe textural de amostras de alguns solos trabalhados com o Sistema Barreirão.

Solo	PH (H <sub>2</sub> O 1:25)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (e.mg/100 cc)	Mg (ppm)	Al (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	M.O. (%)
1 Textura arenosa	5,8	1,9	37	0,9	0,3	1,1	1,5	1,8	47	204	1,6
2 Textura média	5,1	2,1	48	0,7	0,4	1,2	1,3	2,4	63	149	1,7
3 Textura média	5,7	0,8	58	1,1	0,4	1,1	0,7	2,7	58	63	1,8
4 Textura média	5,4	1,3	42	0,8	0,3	1,2	1,9	1,4	51	187	1,6

e.ml/10 cc = cmol/L; ppm = mg/L; % = 100 g/Kg

#### 4 QUANDO USAR O GESSO

Existem solos com elevado poder tampão, devido à presença de altas concentrações de partículas de textura fina e/ou de teores de matéria orgânica, com pH nas faixas ideais para o desenvolvimento da maioria das culturas, mas com níveis de cálcio abaixo daqueles exigidos pelas plantas. Nesta situação, recomenda-se usar o gesso (Tabela 2), que contém cálcio e enxofre e não altera o pH do solo. A aplicação de gesso também é imprescindível nas regiões salinizadas, onde a umidade relativa do ar é baixa e o regime pluvial é insuficiente para eliminar o excesso de sódio e abaixar o pH.

**TABELA 2** Composição aproximada do gesso agrícola ( $\text{CaSO}_4\text{H}_2\text{O}$ ).

Composição	Porcentagem
Umidade livre	15 – 17
CaO (óxido de cálcio)	26 – 28
S (enxofre)	15 – 16
$\text{P}_2\text{O}_5$ (fosfato)	0,60 – 0,75
$\text{SiO}_2$ (óxido de silício)	1,26
F (flúor)	0,63
$\text{R}_2\text{O}_3$ ( $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ com óxidos livres)	0,37

Muitos estudiosos em fertilidade de solo recomendam cautela no uso da gessagem. Atribui-se ao gesso (sulfato de cálcio) um arrastamento das bases trocáveis, como cálcio, magnésio e potássio juntamente com o enxofre e outros nutrientes, das camadas superficiais e subsuperficiais para as mais profundas do solo, com perdas irrecuperáveis de nutrientes, podendo ser, por isto, um grande risco para a fertilidade (Vitti et al., 1986). Outros pesquisadores consideram que esta propriedade do gesso em arrastar bases trocáveis pode ser utilizada, desde que o gesso seja usado em doses não excessivas, de acordo com o teor de argila do solo. A planta passa a ter o sistema radicular mais

desenvolvido, com aproveitamento de água e nutrientes em maior volume de solo, e fica mais tolerante aos efeitos dos veranicos que ocorrem no Brasil Central (Gomide et al., 1995).

Dentre as fontes de cálcio que contêm enxofre, o gesso agrícola é o composto mais utilizado como corretivo dos solos, por ser um resíduo da indústria de fertilizante fosfatado com preço relativamente baixo. Outros compostos podem ser usados para corrigir deficiências minerais (Tabela 3), como as de enxofre, magnésio, nitrogênio e potássio.

**TABELA 3 Solubilidade e temperatura de diversos sulfatos e carbonatos de cálcio (g em 100 ml de água).**

Material		Solubilidade	Temperatura °C
CaSO <sub>4</sub>	Sulfato de cálcio	0,067	100
CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Sulfato de cálcio Bi-hidratado	0,204	20
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Sulfato de magnésio hepta-hidratado	35,600	20
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfato de sódio	48,100	40
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfato de amônio	75,400	20
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfato de potássio	11,150	20
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de cálcio	0,0014	25

Fonte: Vitti et al. (1986).

## **5 MANEJO DA CALAGEM EM PASTAGEM**

O cálcio e o magnésio são perdidos dos solos por erosão, por lixiviação e por remoção pelas forrageiras. O manejo adequado do solo e do rebanho pode reduzir a erosão e a lixiviação. A remoção dos nutrientes das forrageiras consumidas pelo rebanho pode ser minimizada adotando-se uma pressão de pastejo que possibilite à forrageira permanecer num tamanho tal que tenha

reserva em energia para rebrotar e desenvolver-se. Com isto, a própria planta consegue preservar o processo contínuo de consumo e produção de forragem. Quando a forrageira é pastejada excessivamente não ocorre rebrota, então esse ciclo é quebrado e a dinâmica do solo deixa de ser ativa, ocorrendo perdas de nutrientes do meio devido à retirada da massa verde produzida pela pastagem, o que impossibilita o crescimento da planta.

As restebas têm sido eliminadas pelo fogo e amontoa, sendo atribuído a estes resíduos a capacidade de armazenar e multiplicar inóculos de patógenos e/ou constituir fonte de hospedeiros de praga e de doença. A queimada deve ser combatida, pois esta prática elimina a matéria orgânica e, conseqüentemente, vários nutrientes se perdem pela volatilização, e a cinza que fica na superfície do solo é arrastada pelas águas das chuvas. Ao reformar a pastagem, é preciso que, durante o preparo da área, seja feita a incorporação dos restos culturais ao solo, para minimizar os problemas de armazenamento de inóculos, visto que a reforma, por ocorrer em intervalos entre cinco e dez anos, funciona como rotação de cultura, a longo prazo.

A perda de cálcio e de magnésio é provocada pelo fato de que certa concentração destes nutrientes se encontra livre na solução do solo, em equilíbrio com os mesmos aderidos às argilas em estado permutável. Com a aplicação de calcário, uma quantidade maior de cálcio do que de magnésio é colocada no solo, facilitando a perda de cálcio através das águas de chuvas ou de irrigação. Contudo, isto não significa que o magnésio do calcário tenha importância secundária, pois há, pelo menos, a relação de uma porção de magnésio para três de cálcio, para contrabalançar as perdas dos dois componentes. Quando os nutrientes de um solo se encontram próximos aos níveis críticos exigidos pela planta, mas a área necessitar de correção de acidez, é conveniente aplicar calcário que contenha magnésio para continuar mantendo o equilíbrio desejável entre todos os nutrientes.

O calcário causa efeito químico, físico e biológico no solo. Nos solos de textura muito fina há sempre tendência para aglomeração excessiva dos agregados de menor diâmetro. Esta

condição interfere na movimentação do ar e da água, tornando desejável, portanto, a granulação. A estrutura grumosa é satisfatória e pode ser estimulada em solo ácido por qualquer sistema de calagem, embora sua influência seja principalmente indireta. Fica claro, assim, que as recomendações de calcário variam de acordo com a textura do solo e dos teores de cálcio (Tabela 4) e magnésio (Tabela 5).

**TABELA 4** Interpretação dos resultados de análise de solo quanto ao cálcio trocável, extraído com KCl 1N.

Teor de argila (%)	Teor de Ca (meq/100 ml)		
	Baixo	Médio	Alto
< 20	<0,5	0,5 a 1,2	>1,2
20 a 40	<1,0	1,0 a 2,5	>2,5
> 40	<2,0	2,0 a 5,0	>5,0

Fonte: Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988).

**TABELA 5** Interpretação dos resultados de análise de solo quanto ao magnésio trocável, extraído com KCl 1N.

Teor de argila (%)	Teor de Mg (meq/100 ml)		
	Baixo	Médio	Alto
< 20	<0,1	0,1 a 0,3	>0,3
20 a 40	<0,2	0,2 a 0,6	>0,6
> 40	<0,4	0,4 a 1,2	>1,2

Fonte: Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988).

Os vários tipos de materiais compostos por cálcio e magnésio que podem ser usados como corretivos apresentam diferentes poderes de neutralização (Tabela 6). Quanto maior o poder neutralizante (PN) de um corretivo, menor é a quantidade exigida para atingir a correção desejada do solo. A escolha destes materiais depende das características químicas do solo, da necessidade da cultura e da relação necessidade da cultura/tempo de reação do material corretivo. Os calcários dolomíticos são mais procurados devido o seu maior teor em magnésio (Tabela 7).

**TABELA 6 Poder neutralizante e total de fontes de calcário mais comuns.**

Material	PN* (% em CaCO <sub>3</sub> )	Soma (% CaO + MgO)
Calcário	67	38
Cal virgem agrícola	125	68
Cal hidratada agrícola	94	50
Escórias	60	30
Calcário calcinado agrícola	80	43
Outros	67	38

\* PN - poder neutralizante.

**TABELA 7 Classificação dos calcários agrícolas.**

Tipo de calcário	Concentração de MgO (%)
Calcítico	< 5
Magnésiano	5 a 12
Dolomítico	> 12

## **6 RECOMENDAÇÕES DE CALAGEM NO SISTEMA BARREIRÃO**

A recomendação de calagem no sistema Barreirão depende mais da cultura do que da forrageira. O cálculo da quantidade a ser aplicada vai variar com as condições de fertilidade do solo e com a necessidade da planta. A maioria das gramíneas forrageiras é tolerante à acidez.

### **Fórmulas para quantificar as recomendações de calagem:**

- (1) Solos com altos teores de alumínio (Al).

$$Q = 2 \times Al = (\text{t/ha})$$

Onde: Q = necessidade de calagem ou quantidade de calcário a aplicar, em t/ha; Al = e.mg/100 g de solo.

- (2) Solos com baixos teores de alumínio (Al) e baixos teores de cálcio e magnésio trocáveis (Ca + Mg). Geralmente, estes solos também apresentam baixa soma de bases trocáveis (Meneses, 1981).

$$Q = [NC - (Ca + Mg)] + 2Al$$

Onde: NC (nível crítico externo) = teor de nutriente existente no solo, suficiente para o desenvolvimento da cultura, expresso em e.mg/100 cc (NC = 3 para milho e girassol, NC = 2 para arroz, sorgo e milho, e NC = 1,5 para pastagem); Ca + Mg = e.mg/ 100 g de solo.

- (3) Quando o potencial de fertilidade natural do solo pode ser considerado entre médio e alto e o pH é baixo devido aos altos teores de alumínio e/ou de matéria orgânica, deve-se optar pelo uso da seguinte fórmula:

$$Q = \frac{(V_1 - V_2)T}{100}$$

Onde: Q = quantidade de calcário a ser aplicada (t/ha); V<sub>1</sub> = saturação de base a que se quer chegar de acordo com a necessidade da cultura (para a maioria das culturas no cerrado, a saturação deve estar entre 50% e 60%); V<sub>2</sub> = saturação de base existente no solo; T = CTC (capacidade de troca catiônica) = e.mg/100 g de solo = Ca + Mg + K + Na + NH<sub>4</sub> + (H + Al).

É importante que o sódio (Na) conste na fórmula quando o solo contém altos teores desse elemento, como é o caso dos solos salinos. O amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) consta na fórmula para solos de regiões frias com baixa capacidade de oxidação e solos ácidos com alta capacidade de redução de compostos nitrogenados.

O amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) consta na fórmula para solos de regiões frias com baixa capacidade de oxidação e solos ácidos com alta capacidade de redução de compostos nitrogenados.

## 7 *INFLUÊNCIA DO CALCÁRIO NO SOLO*

O calcário eleva o pH, promovendo redução na concentração dos íons de hidrogênio e aumento das hidroxilas. Com isto, há diminuição da solubilidade de elementos tóxicos como ferro, alumínio e manganês, aumento da disponibilidade dos fosfatos e molibdatos, dos teores de cálcio e magnésio permutáveis e da saturação de base, bem como aumento ou diminuição da disponibilidade de potássio. A principal resposta da aplicação do calcário refere-se ao seu efeito indireto na assimilação de nutrientes pelas plantas e no controle da toxicidade que alguns elementos exercem sobre elas.

Biologicamente, a calagem estimula os organismos heterotróficos do solo, aumentando, assim, a atividade da matéria orgânica e do nitrogênio em solo ácido. A intensidade de atividade destes componentes é, muitas vezes, mais importante do que as reais quantidades presentes. Os estímulos aos processos enzimáticos favorecem não só a formação do húmus, como também contribuem para a eliminação de certos produtos orgânicos intermediários, que poderiam tornar-se tóxicos aos vegetais superiores.

Aminação, amonificação e oxidação do enxofre são sobremaneira aceleradas pelo aumento do pH. As bactérias que fixam nitrogênio do ar, quer as não-simbióticas, quer as dos nódulos das leguminosas, são muito estimuladas pela prática de calagem. A nitrificação, que é um fenômeno biológico de grande importância, exige a presença de cátions metálicos. Quando a calagem é inadequada, esta transformação não se processa com a rapidez desejada. Na realidade, a proliferação da maioria dos organismos do solo depende do calcário, sendo sua atividade biológica e diversidade diminuídas quando os teores de cálcio e de magnésio caem aquém de determinado nível.

Em demasia, a calagem provoca deficiência de ferro, manganês, cobre e zinco assimiláveis (Oliveira et al., 1993, 1996), faz decrescer o fosfato assimilável, devido à formação de fosfatos de cálcio insolúveis e complexos, interfere na absorção do fósforo pelos vegetais, especialmente no seu metabolismo, dificulta a

assimilação e a utilização do boro e pode provocar variação drástica do próprio pH.

Ocorre deficiência de cálcio, geralmente, em solos ácidos, em solos arenosos de onde o nutriente foi removido pelas precipitações, argilo-limosos ácidos e úmidos, e em solos alcalinos ou sódicos, com pH e sódio trocável altos, com altos teores de alumínio trocável e baixos teores de cálcio.

De modo geral, a calagem e a gessagem dos solos são os meios mais comuns para aumentar o seu nível de cálcio, contudo, altas doses de cálcio, que elevam em demasia o pH, dificultam a absorção de fósforo, magnésio, enxofre, nitrogênio, boro, cobre, ferro, manganês e zinco. Nestas condições, as plantas ficam pouco desenvolvidas e o seu sistema radicular raquítico, o que limita o aproveitamento da água e dos fertilizantes adicionados ao solo.

A disponibilidade da maioria dos macronutrientes começa a aumentar em pH acima de 5,5, chegando a um máximo em faixa de pH a partir de 6,0 (Figura 1). Tem-se preferido corrigir os solos ácidos para pH próximo a 6,5 devido a esta faixa ser a que apresenta maior disponibilidade também de micronutrientes.

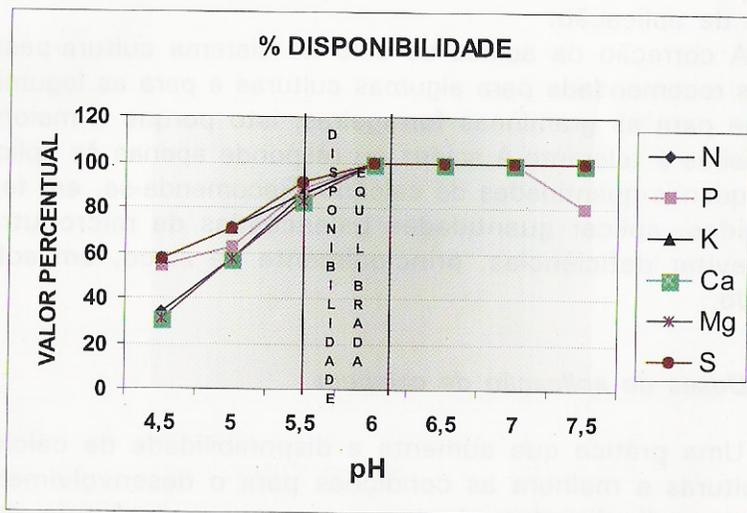


FIG. 1 Disponibilidade dos macronutrientes em função do pH.  
Fonte: Adaptado de Buckman & Brady (1976).

A deficiência de magnésio ocorre em solos arenosos; ácidos, nos quais o magnésio foi removido pela lixiviação; orgânicos e turfosos, cujo teor de magnésio é baixo; e em solos que receberam quantidade excessiva de calcário ou potássio, situação em que a absorção de magnésio é inibida.

Pode ocorrer deficiência de enxofre em pastagem distante dos centros urbanos, onde não são produzidos dióxidos de enxofre. As pastagens podem se apresentar deficientes em enxofre devido, principalmente, à queima e à pouca ou nenhuma adubação com sulfato de amônio. Além disto, tal deficiência pode ocorrer em áreas com baixo teor de matéria orgânica, após muitos anos de pastejo, em solos de origem pobre em sulfatos e em solos rochosos.

## **8 APLICAÇÃO PRÁTICA DE CALCÁRIO**

A calagem em solos de cerrado tornou-se uma essencial quando se deseja obter altas produtividades. O sucesso da calagem está diretamente associado à textura do material corretivo e à época de aplicação.

A correção da acidez do solo no sistema cultura-pastagem é mais recomendada para algumas culturas e para as leguminosas do que para as gramíneas forrageiras; isto porque a maioria das forrageiras é tolerante à acidez ou responde apenas às aplicações de pequenas quantidades de calcário. Recomenda-se, em terrenos corrigidos, aplicar quantidades balanceadas de micronutrientes para evitar deficiências, principalmente de zinco, em solos de cerrado.

### **8.1 Doses de aplicação de calagem**

Uma prática que aumenta a disponibilidade de cálcio para as culturas e melhora as condições para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas é o preparo profundo do solo corrigido, em que o calcário é incorporado a maiores profundidades. Este procedimento é fundamental em regiões de

vários macro e micronutrientes. Nestas condições ainda existe no solo algum cálcio disponível, mas não em concentrações suficientes para a planta apresentar todo o seu potencial de crescimento e produção. Esses calcários, dependendo do modo de aplicação e da quantidade a ser aplicada, podem suprir, de imediato, as necessidades da planta em cálcio, melhorar a absorção de nutrientes e água e promover o pleno desenvolvimento das culturas. A tendência de uso do calcário finamente moído, no caso o "filler", baseia-se apenas no princípio de que a calagem no sulco facilita e economiza corretivos, aproveitando a maior reatividade dos corretivos de fácil solubilização.

### **9.1 Calcários finamente moídos**

Pesquisas desenvolvidas no cerrado sobre a utilização e qualidade dos corretivos são reduzidas porque, até o momento, pelos critérios oficiais, a avaliação dos insumos em uso na agricultura é pequena. A necessidade do uso de corretivos e, principalmente, as dificuldades econômicas concorrem para que a importância da qualidade do material corretivo seja apenas parcial, já que existe uma carência generalizada de nutrientes nas grandes áreas ácidas do cerrado. Contudo, há uma tendência de melhorar a produtividade da agricultura pela utilização de cultivares geneticamente melhoradas, práticas agronômicas mais racionais e, também, por cultivos em sistemas feitos mecanicamente por implementos apropriados, adaptados para atividades em grandes áreas. Esta modernização do maquinário agrícola permite a realização de várias atividades, tais como plantio, semeio de capim, aplicação de fertilizantes e corretivos, em uma só operação.

Para testar esta tecnologia foi desenvolvido um ensaio com milho (variedade BR 201) consorciado com braquiarião (*Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu), em um Latossolo Vermelho-Escuro, de textura média, em Piracanjuba-GO. Todas as áreas que receberam calagem, independente do tipo e modo de aplicação, apresentaram produções maiores que a obtida na área sem correção (Figura 7). Esses resultados confirmam a necessidade de se corrigirem o baixo nível de cálcio no solo e a acidez para melhorar

para iniciar uma atividade agrícola, nessa região, é a correção da acidez pela calagem. Como os solos agrícolas são trabalhados a um máximo de 30 cm de profundidade, alguns necessitam de correção em camadas mais profundas. Neste caso, tem sido sugerido o uso de certa quantidade de gesso junto ao calcário. Devido às suas características, o gesso é capaz de transferir cátions- base da superfície do solo para as camadas mais profundas. Em solos arenosos, esta prática não é aconselhável, mas em condições de cerrado, onde o uso de grades tem formado uma camada compactada entre 20 cm e 30 cm de profundidade, o gesso pode atravessar estas camadas, levando consigo o cálcio e, através deste, corrigir as camadas mais profundas, pouco propícias ao desenvolvimento das raízes. Em ambiente favorável, o sistema radicular desenvolve-se nas camadas mais profundas, explorando água e nutrientes em maior volume de solo. No cerrado, é comum ocorrerem veranicos de 10 a 20 dias durante o período chuvoso. Somente uma cultura com o sistema radicular bem desenvolvido pode suportá-los sem sofrer grandes prejuízos de produção.

Em um Latossolo Vermelho-Escuro, textura média, no município de Piracanjuba-GO, foram utilizadas misturas de calcário:gesso para correção do solo, e cultivado o milho, variedade BR 201, com o braquiário (*Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu). Todas as áreas que receberam corretivos produziram mais que a testemunha, mas não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 8). Os maiores rendimentos foram obtidos quando se usaram as relações calcário:gesso 60:40% e 40:60%. O calcário influencia a produção ao aumentar a disponibilidade de cálcio e outros nutrientes, enquanto o gesso, além de corrigir as sub- camadas do solo, oferece o enxofre, um nutriente bastante carente nos solos degradados. A 60 cm de profundidade do solo, o teor de cálcio aumentou com a quantidade de gesso na mistura (Figura 9). Alguns resultados têm mostrado que o espaço de quatro meses constitui o tempo necessário para colher a lavoura, e é suficiente para verificar o carreamento de cálcio da superfície para o horizonte entre 30 cm e 60 cm.

As análises de folhas de arroz, colhidas aos 45 dias após o plantio, e as análises de solo (Figuras 14 e 15), realizadas após a colheita, mostraram que as concentrações de fósforo, cálcio e zinco, tanto na folha como no solo, aumentaram com o incremento das doses de fertilizantes ou corretivos aplicadas. Apenas uma concentração muito pequena de fósforo do solo encontra-se na forma prontamente disponível para as plantas e, por isto, a deficiência deste nutriente é a mais comumente observada nas culturas desenvolvidas em solos de baixa fertilidade, com utilização de doses de corretivos e fertilizantes abaixo da recomendação necessária. Os baixos teores de cálcio, em consequência da elevada acidez dos solos, têm demonstrado que a calagem é uma prática indispensável e inicial para se atingir altos níveis de produtividade. Por sua vez, deficiências de zinco têm sido observadas em solos alcalinos ou corrigidos com altas doses de calcário, em solos que receberam altas e freqüentes aplicações de fertilizantes fosfatados, e em solos arenosos, lixiviados ou com baixos teores de matéria orgânica.

Baixas respostas do arroz à calagem são muito comuns devido às próprias características das gramíneas em se adaptarem às condições ácidas dos solos (Kluthcouski et al., 1991). Além disto, muitas vezes, as calagens aplicadas em altas doses são prejudiciais, principalmente, à absorção de zinco. Esses distúrbios nutricionais são comuns na cultura de arroz, a qual, devido ao seu sistema radicular fasciculado, apresenta intensa atividade de absorção e, em consequência, rápido esgotamento dos solos, como no caso, bastante degradados. Qualquer nutriente aplicado em excesso irá, fatalmente, prejudicar a absorção dos outros encontrados em menor concentração.

## 12 COMENTÁRIOS TÉCNICOS

A produtividade é resultante do equilíbrio entre os nutrientes essenciais para a cultura, considerando que todos os outros fatores estejam nas condições ideais. Os solos dos cerrados, por carecerem da maioria dos nutrientes, precisam receber correções e adubações, quase sempre em grandes quantidades. Isto leva a desequilíbrios na fertilidade do solo, com reflexos na nutrição mineral da planta. Desse modo, vários nutrientes têm a sua disponibilidade diminuída para a cultura. O desequilíbrio mais comum observado é a aplicação de doses pesadas de calcário. As adubações pesadas de fósforo levam também a planta a vários distúrbios nutricionais, principalmente o de zinco. Quando se trabalha com sistemas agropastoris, a forragem produzida também pode apresentar-se deficiente, com reflexo negativo no desenvolvimento animal.

O arroz é uma planta pouco exigente em nutrientes e corretivos; contudo, em solos de baixa fertilidade, os fertilizantes garantem a produção de grãos. O excesso de adubo leva a cultura ao acamamento, com prejuízos de produção. Mesmo que o arroz, na maioria das vezes, não tenha apresentado respostas freqüentes à correção do solo, o calcário deve ser aplicado, considerando-se a importância do cálcio na forragem produzida para a nutrição animal.

Adubações com zinco devem ser feitas sempre que as análises do solo indicarem níveis deste nutriente abaixo da faixa crítica exigida pela cultura. Esta observação é bastante relevante devido à pobreza do solo do cerrado em minerais primários, fontes deste nutriente.

Considerando-se a importância de cada nutriente, isoladamente, e que a produção é função do nutriente que se encontra em menor concentração no solo, as adubações devem ser realizadas com formulações as mais completas possíveis, para que o vegetal consiga expressar todo o seu potencial de produção.

### 13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 4.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1976. 594p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS (Goiânia, GO). **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª** aprox. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Informativo Técnico, 1).
- COUTO, F.C. **Erosão e manejo racional do solo agrícola**. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1989. 90p.
- GOMIDE, J. de C.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. de; DUTRA, L.G.; PINHEIRO, B. da S.; SILVA, A.E. da; BALBINO, L.C. **Validação e transferência de tecnologia no cerrado: novo enfoque**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. 31p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 61).
- KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. de. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz. I. Sistema Barreirão**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1991. 20p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 33).
- MENESES, H.A. de. **Teores de fósforo, potássio, cálcio + magnésio, alumínio e pH em solos do Estado de Goiás**. Goiânia: EMATER-GO, 1981. 11p.
- OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J.; DUTRA, L.G.; GUIMARÃES, C.M.; PORTES, T. de A. Sistema Barreirão: efeitos da aplicação de P, Ca e Zn na produção de arroz e na recuperação de pastagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia, GO. **Resumos**. Goiânia: SBCS, 1993. v.2, p.211.
- OLIVEIRA, I.P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; DUTRA, L.G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A.E. da; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. da M. de; GUIMARÃES, C.M.; GOMIDE, J. de C.; BALBINO, L.C. **Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. 87p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 64).

- SIQUEIRA, C. Calagem para plantas forrageiras. In: MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Eds.). **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p.77-92.
- STAMMEL, J.G. Correção da acidez do solo para pastagens. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM PASTAGEM, 1991, Cascavel, PR. **Anais**. Cascavel: OCEPAR/IAPAR, 1991. p.61-82.
- VITTI, G.C.; FERREIRA, M.E.; MALAVOLTA, E. Respostas de culturas anuais e perenes. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., 1985, Brasília, DF. **Anais**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p.17-43.
- YOKOYAMA, L.P.; KLUTHCOUSKI, J.; GOMIDE, J. de C.; SANTANA, E.P.; OLIVEIRA, E.T. de; CÂNOVAS, A.D.; OLIVEIRA, I.P. de; GUIMARÃES, C.M. **Plantio de arroz em consórcio com pastagens - Sistema Barreirão**: análise econômica. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1992. 11p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado Técnico, 25).
- YOKOYAMA, L.P.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I.P. de; DUTRA, L.G.; SILVA, J.G. da; GOMIDE, J. de C.; BUSO, L.H. **Sistema Barreirão**: análise de custo/benefício e necessidade de máquinas e implementos agrícolas. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. 31p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 56).



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento  
Rod. Goiânia Nova Veneza km 12 Sto. Antônio de Goiás GO  
Caixa Postal 179 75375-000 Santo Antônio de Goiás GO  
Telefone (062) 833 2110 Fax (062) 833 2100  
E-mail [cnpaf@cnpaf.embrapa.br](mailto:cnpaf@cnpaf.embrapa.br)*

Apoio:



**MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA E DO  
ABASTECIMENTO**

