

**Calagem superficial em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob adubação nitrogenada intensa**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Pecuária Sudeste  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 15***

## **Calagem superficial em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob adubação nitrogenada intensa<sup>1</sup>**

Odo Primavesi  
Luciano de Almeida Corrêa  
Alfredo Ribeiro de Freitas  
Ana Cândida Primavesi

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pela Fapesp (processo 2005/51350-5).

## **Embrapa Pecuária Sudeste**

Rod. Washington Luiz, km 234  
Caixa Postal 339  
Fone: (16) 3411-5600  
Fax: (16) 3361-5754  
Home page: [www.cppse.embrapa.br](http://www.cppse.embrapa.br)  
E-mail: [sac@cppse.embrapa.br](mailto:sac@cppse.embrapa.br)

## **Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Rui Machado  
Secretário-Executivo: Edison Beno Pott  
Membros: Carlos Eduardo da Silva Santos, Maria Cristina C. Brito,  
Waldomiro Barioni Junior, Sônia Borges de Alencar

Revisor de texto: Edison Beno Pott  
Normalização bibliográfica: Sônia Borges de Alencar  
Foto da capa: Odo Primavesi  
Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito

## **1ª edição on-line (2008)**

### **Todos os direitos reservados.**

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

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP Embrapa Pecuária Sudeste**

---

Odo Primavesi

Calagem superficial em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob adubação nitrogenada intensa [Recurso eletrônico]/ Odo Primavesi et al. — São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008.

Modo de Acesso: <<http://www.cppse.embrapa.br/O80servicos/O70publicacao/gratuita/boletim-de-pesquisa-desenvolvimento/Boletim15.pdf/view>>

Título da página da Web (Acesso em 11 de março de 2008).  
66p. — (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pecuária Sudeste, 15).

ISSN 1981-2078

1. Patagem – *Brachiaria decumbens* - Calagem - Adubação nitrogenada I. Primavesi, Odo. II. Corrêa, Luciano de Almeida. III. Freitas, Alfredo Ribeiro de. IV. Primavesi, Ana Cândida. V. Título. VI. Série.

CDD 633.202

# Sumário

<b>Introdução .....</b>	<b>8</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>11</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>16</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>27</b>
<b>Recomendações .....</b>	<b>28</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>61</b>

# Calagem superficial em pastagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob adubação nitrogenada intensa

*Odo Primavesi*<sup>2</sup>

*Luciano de Almeida Corrêa*<sup>3</sup>

*Alfredo Ribeiro de Freitas*<sup>2</sup>

*Ana Cândida Primavesi*<sup>4</sup>

## Resumo

A adubação nitrogenada é ferramenta-chave para aumentar a produção de forragem. Em experimento anterior de recuperação de pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*, estabelecida a 25 anos, em São Carlos, SP, em que se utilizaram corretivos e fertilizantes (especialmente nitrogênio e potássio) aplicados na superfície do solo, verificou-se acidificação acentuada no final do período de quatro anos. No tratamento sem calcário houve recuperação do capim-braquiária com a aplicação de N, mas ao final de cinco anos iniciou o aparecimento de sinais de mortalidade de plantas. O objetivo deste projeto foi estimar a quantidade mínima de calcário e de nitrogênio a ser utilizada para alcançar elevada produtividade de forragem, com o mínimo de impactos ambientais negativos nas características químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com 300 g/kg de argila. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial de 3 x [(2 x 2) + 1 testemunha], utilizando nitrato de amônio e sulfato de amônio nas doses de 50 e de 100 kg/ha por corte e duas doses de calcário (3 e 6 t/ha) mais uma testemunha geral. As doses de N e de calcário foram aplicadas em faixas aleatórias, com três repetições, totalizando 45 parcelas experimentais de 3 x 7 m, com 6 m<sup>2</sup> de área útil cada. Verificou-se que a produção de fitomassa de capim-braquiária em pastagem degradada foi aumentada inicialmente com doses de N em torno de 130 kg/ha por aplicação. O número de cortes e de aplicações de N foi de cinco por

<sup>1</sup> Pesquisadores da Embrapa Pecuária Sudeste. Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa Postal 339, 13560-970, São Carlos, SP. Endereço eletrônico: <odoprima@yahoo.com.br>, <ribeiro@cnpse.embrapa.br>.

<sup>3</sup> Pesquisador aposentado.

<sup>4</sup> Pesquisadora aposentada. Endereço eletrônico: anacprima@yahoo.com.br.

ano no período das chuvas. Essa quantidade aplicada pode ser reduzida ao longo dos anos numa taxa de 10% a 15% ao ano até o ponto de equilíbrio entre entrada, imobilização, mineralização, perdas e retirada de N. Este ponto de equilíbrio, que ainda necessita ser determinado, parece ocorrer após o sétimo ano. A calagem adequada foi aquela que inicialmente corrigiu a saturação por bases até o nível adequado para a produção da forrageira, seguida de aplicações anuais para corrigir a acidez “fisiológica” das doses de nitrogênio utilizadas. Para evitar lixiviação de cálcio, de magnésio, de potássio e de nitrato as doses aplicadas de insumos devem ser calibradas para a capacidade de extração da forrageira, relacionada com sua produtividade.

**Termos para indexação:** calagem; adubação nitrogenada; sulfato de amônio; recuperação de pastagem; capim-braquiária; produção de forragem; acidificação; lixiviação de cátions; calagem em superfície.

# Surface liming of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk pasture under heavy nitrogen use

---

## Abstract

Nitrogen is the key-tool to improve forage yield. In a previous experiment to restore a degraded 25-year-old *Brachiaria decumbens* pasture, using surface-applied limestone and fertilizers (mainly nitrogen and potassium), a severe soil acidification occurred after four years. Even without limestone, nitrogen treatment restored *Brachiaria* forage production, but within five years some plants died. The objective of this work was to estimate the minimum amount of limestone needed to maximize forage yield, with the lowest negative impacts upon chemical characteristics of an Oxisol (dystrophic Red-Yellow Latosol), with 300 g/kg of clay concentration. The experimental design was a 3 x [(2 x 2) factorial + 1 check plot], using per cutting 50 and 100 kg/ha of N as ammonium nitrate and ammonium sulfate and two limestone doses (3 and 6 t/ha) plus a general control, randomized in strips, with three replicates. The harvested area had 6 m<sup>2</sup>, of each of the 45 three-by-seven-meter plots. During the first year, the greatest forage yield occurred with 130 kg/ha of N per cutting. Five were the cuttings and N applications per year in the rainy season, but applied N decreased in a rate of 10% to 15% per year until a steady state among N input, immobilization, mineralization, losses and uptake was reached. This balance point still needs to be found, with the current suggestion of available data that it occurs after the seventh year. The adequate limestone dose was that which started to correct base saturation for the optimum level needed by forage, with complementary annual surface broadcast to correct the acidity level caused by nitrogen use. To avoid calcium, magnesium, potassium and nitrate leaching, the applied doses of fertilizers and lime must be adjusted to the forage extraction capacity, depending on current yield.

Index terms: Liming; nitrogen use; ammonium sulfate; pasture restoration; brachiaria grass; forage yield; soil acidification; cation leaching; surface liming.

## Introdução

A exploração intensiva de pastagens com gramíneas forrageiras tropicais sob pastejo rotacionado é uma tecnologia recente, que, visando usar a terra de forma mais racional, vem se expandindo na região Sudeste. Essa tecnologia pode tornar a pecuária de corte e de leite mais competitiva frente às demais alternativas de uso da terra, em especial para garantir a inclusão socioeconômica e ambiental de pequenas propriedades familiares.

Com uso de doses elevadas de fertilizantes nitrogenados, aos quais estas forrageiras tropicais respondem muito bem em produção (Corrêa et al., 1998a) e em qualidade para os animais (Corrêa et al., 1998b), há tendência de acidificação do solo quando a forma de N utilizada for a amoniacal (nitrato de amônio, uréia e, mais intensamente, sulfato de amônio). Isto causa reflexos negativos na produtividade da pastagem, com o decorrer do tempo, mesmo quando são usadas espécies tolerantes à acidez, como o capim-braquiária (Carvalho et al., 1992). As explicações para a redução na produção, entre outras, são a redução na disponibilidade de nutrientes, como de magnésio e de cálcio, e o efeito negativo na capacidade de troca de cátions do solo, já que sob condições ácidas praticamente não ocorre ativação de cargas dependentes de pH (Lopes, 1984). Esse fato aumenta o potencial de lixiviação dos cátions e é problema em sistemas intensivos de produção em que se aplica elevada dose de adubos nitrogenados na superfície do solo (Primavesi & Primavesi, 1997), o que poderia ser contornado com o emprego de corretivo de acidez em doses adequadas (Carvalho et al., 1992; Primavesi et al., 1999).



A movimentação de Ca e de Mg provenientes da calagem, no perfil do solo, é um fenômeno conhecido, mas sua intensidade é de difícil previsão, pois é controlada por vários fatores, entre eles: textura do solo, quantidade de água que se move no perfil, presença de outros nutrientes, e doses, granulometria e tipo do corretivo. Embora esta movimentação geralmente seja pequena (Werner et al., 1979; Rajj et al., 1982), pode ser ampliada por adubações nitrogenadas em cobertura (Abruña et al., 1964; Carvalho et al., 1992). Na presença de doses elevadas de nitrogênio, o cálcio pode ser lixiviado mais intensamente, a ponto de sua concentração na forma trocável aumentar em dez vezes na profundidade de 1 m (Primavesi & Primavesi, 1997), num solo com 300 g/kg de argila, no período de três anos. Além disso, no processo de mineralização de material orgânico, na superfície do solo, com formação de moléculas orgânicas de pequeno peso molecular, pode ocorrer complexação do cálcio, que assim será lixiviado em profundidade (Ziglio et al., 1995; Pavan, 1997). Assim, o uso intensivo de N e de adubos orgânicos, provavelmente favorece a incorporação de cálcio no perfil do solo, o que permite melhor distribuição radicular das gramíneas em profundidade e confere às plantas mais resistência a períodos secos. O uso de gesso agrícola pode resultar em efeitos idênticos, desde que utilizado com cuidado em solos menos argilosos, constituindo-se em “irrigação branca” (Eng. Agr. José Peres Romero, Editora Agrônômica Ceres, São Paulo, comunicação pessoal, nov. de 2007).

Recentemente, verificou-se que a redução da saturação por bases e do pH parece não constituir grande problema na produção de biomassa vegetal (Gomes et al., 1997; Prado, 1999), provavelmente porque, em ambiente onde ocorre grande retorno de material orgânico na superfície do solo, há neutralização do alumínio trocável por complexação com moléculas orgânicas (Miyasawa et al., 1993; Peixoto et al., 1997). Esse fato permite aplicação de doses menores de calcário em superfície (Ben et al., 1997), em especial quando o solo for previamente corrigido em profundidade (Poettker & Ben, 1998).

Essa possibilidade de redução na aplicação de calcário atenuaria o possível efeito de adensamento do solo que vem sendo observado em lavouras, fato que talvez possa ser explicado pela dispersão de partículas do solo pelo cálcio e pelo magnésio trocáveis (Jucksch et al., 1986), com o conseqüente efeito de acomodação de partículas. Esse adensamento provavelmente é resultante da aceleração na mineralização da matéria orgânica que agrega as partículas, fenômeno de difícil ocorrência em solos ocupados por pastagens de gramíneas bem manejadas, cujas raízes apresentam elevado efeito agregante. O adensamento do solo pode ocorrer também em função de alterações na densidade de cargas das partículas sólidas, com o aumento do pH e da concentração de sais na solução do solo, ou em função de alterações eletroquímicas, em condições de baixo teor de matéria orgânica, com a adsorção específica de cálcio e de magnésio, e gerar aumento nas cargas positivas (Lumbanraja & Evangelou, 1991; Bolan et al., 1993; Mora et al., 1999; Oliveira et al., 1999).

Por sua vez, a redução na mineralização da matéria orgânica resultante da calagem menos intensa, com menor geração de contra-íons de nitrato (Sandanam et al., 1978; Anjos & Rowell, 1983; Silva et al., 1994) e menores perdas de nitrato e de cátions em profundidade, resultaria em impacto ambiental muito positivo.

Resultados recentes (Primavesi et al., 2004, 2005) verificaram que a dispersão de argila com doses elevadas de calcário parece não ocorrer em áreas de pastagens de gramíneas. Todavia, doses elevadas de N podem resultar em perdas de nitrato para o subsolo, com carreamento de cálcio, e em rápida acidificação da camada superficial, com conseqüente perda de potássio.

Houve, portanto, necessidade de se determinar as melhores doses de N e de calcário para alcançar produção elevada de capim-braquiária, com mínimo de impactos ambientais negativos, como a redução na movimentação de nitrato e de Ca e de Mg no perfil do solo, a fim de permitir a manutenção da capacidade produtiva do solo.

## **Material e métodos**

O experimento foi realizado, a partir de outubro de 2004, na Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP, em parte de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, com média de carga animal de 0,6 UA/ha por ano (UA = unidade animal, com 450 kg de peso vivo). Essa pastagem havia sido formada há 25 anos, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com teor de argila em torno de 300 mg/kg de terra, representativo dos solos de cerrado da região Sudeste, que vinha sendo

recuperado com aplicação de calcário e adubações de N, P e K na superfície. A análise de solo orientou a adubação única de P para o teor aproximado de 10 mg/kg.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições e parcelas subsubdivididas. Na parcela principal foram distribuídas a testemunha mais duas doses de calcário: 3 e 6 t/ha, com base em resultados obtidos anteriormente (Primavesi et al., 2004); a subparcela foi constituída de cinco tratamentos: duas fontes de N (nitrato de amônio e sulfato de amônio), ambas nas doses de 50 e de 100 kg/ha por corte (considerada faixa normal de resposta ao N por gramíneas tropicais; Primavesi et al., 2001 e 2003) e uma testemunha (sem adubação). O experimento foi organizado em esquema fatorial  $3 \times [(2 \times 2) + 1]$ . Como as aplicações de N e as avaliações foram realizadas durante três anos consecutivos, os anos representaram as subsubparcelas. O experimento consistiu de 45 unidades experimentais de 3 x 7 m, com 6 m<sup>2</sup> de área útil cada.

Uma vez que o efeito de ano não foi casual na subsubparcela, o experimento foi analisado sob o enfoque de medidas repetidas (Littell et al., 1996, 1998), por meio do procedimento MIXED do SAS (SAS Institute, 1999-2001).

As características medidas foram: a produção anual de forragem, colhida em cinco períodos consecutivos na época das águas, em três anos consecutivos; a concentração de macronutrientes e de micronutrientes na forragem; a composição química de rotina do solo; e o sulfato e o nitrato no solo, até a camada de 160 cm de profundidade.

A primeira adubação de N e de K foi realizada 30 dias após aplicação dos tratamentos de calagem em 1<sup>o</sup>/11/2004. Como os animais foram excluídos dessa área, a produção de forragem foi avaliada a cada 35 dias no período das águas, no qual ocorre 80% da produção anual de forragem, mediante corte, a 10 cm de altura, na área útil de 6 m<sup>2</sup>. Após a pesagem da matéria fresca das parcelas, foi retirada amostra de 500 g de forragem, por tratamento, para determinação do conteúdo de água e posterior cálculo do teor da matéria seca. As datas de corte foram, no primeiro ano: 7/12/2004, 10/1/2005, 14/2/2005, 21/3/2005 e 26/4/2005; no segundo ano: 5/12/2005 (corte de nivelamento em 25/10/2005), 4/1/2006, 8/2/2006, 15/3/2006 e 19/4/2006; e no terceiro ano: 29/11/2006 (corte nivelamento em 25/10/2006), 4/1/2007, 2/2/2007, 14/3/2007 e 20/4/2007.

Foi realizada a análise de variância e o teste de Tukey, para o contraste entre médias, quando necessário. O conjunto dos tratamentos principais foi submetido à análise de regressão (SAS Institute, 1999-2001) com destaque para o componente quadrático, quando significativo, a fim de determinar a dose de calcário em que ocorreu 80% da produção máxima de matéria seca de capim-braquiária, que se aproxima da produção mais econômica (Goedert, 1999).

As características biológicas e químicas monitoradas foram:

## 1. Características da forrageira

- 1.1. Produção de biomassa vegetal. Após o corte de uniformização, a aplicação de fertilizantes e o período de descanso de 35 dias, foi realizado o primeiro corte, para avaliar a produção de matéria seca. Este procedimento foi repetido quatro vezes, no período das chuvas (novembro a abril).
- 1.2. Composição mineral da forragem. No material vegetal colhido (45 parcelas x 4 cortes x 2 períodos de chuva = 360 amostras) foi realizada a análise química rotineira, segundo métodos descritos em Malavolta et al. (1989), para a determinação de N, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe e Mn.

## 2. Características químicas do solo

- 2.1. As variáveis analisadas foram pH em água, pH em  $\text{CaCl}_2$ , matéria orgânica (g/kg), P pelo método da resina ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), K trocável ( $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ ), Ca trocável ( $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ ), Mg trocável ( $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ ), H + Al ( $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ ), Al trocável ( $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ ) (análise de rotina), Zn ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), Cu ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), Mn ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), Fe ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) e  $\text{SO}_4$  ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ), seguindo métodos descritos em Raij et al. (1987). As variáveis derivadas foram capacidade de troca catiônica ( $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ ), saturação por bases (%), saturação por alumínio (%) e diferença entre pH em água e pH em  $\text{CaCl}_2$ , que pode indicar alguma alteração no balanço eletroquímico do solo. Cada amostra (45 parcelas x 7 camadas x 2 anos = 630 amostras), por

área, foi composta de 15 subamostras. A finalidade foi verificar alterações no nível de fertilidade do solo e problemas com acidificação e lixiviação. Foram determinadas as características químicas do solo nas camadas de 0 - 5, de 5 - 10, de 10 - 20, de 20 - 40, de 40 - 60, de 60 - 80 e de 140 - 160 cm, ao final das cinco coletas de biomassa vegetal.

2.2. Foram determinados os teores de  $\text{N-NO}_3$  (mg/kg) de acordo com método descrito por Tedesco et al. (1985), usando-se as duplicatas específicas das amostras coletadas para análises químicas (apenas uma coleta anual = 630 amostras). Essas determinações permitiram avaliar a dinâmica da movimentação do N, em função da dinâmica do cálcio. Rajj (1991) relatou que o monitoramento de formas minerais de  $\text{NO}_3^-$  e de  $\text{NH}_4^+$  é uma opção interessante, porque há consideráveis teores de nitrogênio mineral abaixo da camada arável na maioria dos casos, o que confirma a importância de se coletar amostras de terra em profundidade. Para verificar possível liberação de nitrato imobilizado, em especial a partir do segundo ano, do bloco que recebeu 3 t/ha de calcário, foram realizadas amostragens mensais complementares para análise de nitrato no período das chuvas, nas camadas 0 - 5, de 5 - 10, de 10 - 20, de 60 - 80 e de 140 - 160 cm (5 parcelas x 5 camadas x 6 épocas x 2 períodos de chuva = 300 amostras).

## Resultados e discussão

A produção acumulada de forragem, de cinco cortes anuais, em função de níveis de calagem e de fontes e de doses de nitrogênio, não revelou diferença entre fontes ( $P > 0,05$ ), porém houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre doses e entre as parcelas adubadas e a testemunha ( $P < 0,01$ ). Ocorreu predominância do componente linear na resposta da forrageira às doses de N no primeiro ano e do componente quadrático nos dois anos seguintes (Tabela 1, Figuras 1 e 2). A melhor dose de N para máxima produção de forragem foi de aproximadamente 100 kg/ha por aplicação, nos três anos.

Houve diferença nos níveis de calagem (Tabela 2, Figuras 3 e 4); a testemunha foi superior à dose de 3 t/ha no primeiro ano ( $P < 0,05$ ), mas ambas as doses de calcário foram superiores à testemunha nos dois anos seguintes ( $P < 0,05$ ), embora sem diferença entre 3 ou 6 t/ha. Isso sugere efeito depressivo da calagem sobre a produção de forragem de capim-braquiária, no primeiro ano, mesmo com o calcário aplicado na superfície do solo. Isto ocorre especialmente quando se utiliza fonte acidificante de nitrogênio, como o sulfato de amônio (Tabela 3 e Figura 5), e que deve acelerar o processo de liberação de cálcio e sua lixiviação (Tabela 14). Além disso, a entrada de cálcio e de nitrogênio pode estimular a atividade biológica do solo e a reconfiguração do sistema radicular e da coroa das forrageiras, de modo a ocorrer reflexo negativo sobre a produção de forragem. Doses menores de calcário (3 t/ha), neste contexto de uso de N, parecem estimular um processo



inicial de imobilização maior, e doses maiores (6 t/ha) parecem acelerar o processo e iniciar eventos de mineralização e de liberação de N. A melhor resposta do tratamento que não recebeu calcário pode estar relacionada à tolerância do capim-braquiária à acidez extrema do solo (Primavesi et al., 2004). Os tratamentos com calcário promoveram a redução de disponibilidade de Mn e de Zn no tecido vegetal; em trabalhos anteriores (Primavesi et al., 2004) essa redução não havia sido significativa. Nas Tabelas 4, 5 e 6 verifica-se o efeito redutor significativo do calcário sobre os teores de Mn e de Zn, mas esses teores não ficaram abaixo dos níveis indicados por Raij et al. (1996) como críticos, respectivamente, de 40 mg/kg e 20 mg/kg na forragem (Tabela 7), embora valores no limite inferior possam significar valores menores no limbo foliar. Também chamam a atenção os valores de boro abaixo do nível crítico em todos os tratamentos, embora tenha sido utilizada a fonte de micronutrientes FTE BR-12®, com 90 g/kg de zinco, 18 g/kg de boro, 8 g/kg de cobre, 30 g/kg de ferro, 20 g/kg de manganês e 1 g/kg de molibdênio. Esse fato, de teor baixo de boro, pode reduzir a velocidade do desenvolvimento radicular.

Ocorreu efeito positivo do calcário nos anos seguintes, com resposta quadrática (Figura 2). Esse fato sugere que experimentos com calcário sejam conduzidos por pelo menos três anos, com o ideal de quatro a cinco anos, quando se realiza experimentos conjugados com N. A saturação por bases na camada de 0 a 10 cm, inicialmente de 22%, chegou a 47% e 50%, após aplicação de 3 e de 6 t/ha de calcário na superfície,

respectivamente, e ao final do primeiro ano agrícola, no tratamento com 3 t/ha de calcário reduziu para 45% e 41%, com nitrato de amônio e com sulfato de amônio, respectivamente.

As doses anuais de N para a máxima produção de forragem foram estimadas (a dose máxima utilizada foi de 500 kg/ha) em 662 kg/ha (ano 1; 132 kg/ha por aplicação de N), 553 kg/ha (ano 2; 111 kg/ha por aplicação) e 467 kg/ha (ano 3; 94 kg/ha por aplicação; Figura 1), o que mostra haver redução da necessidade de nitrogênio com o decorrer dos anos. Oliveira (2007) também observou fato semelhante em experimentos com recuperação de pastagens degradadas, em que houve aumento em produção de forragem com a mesma dose de nitrogênio do primeiro para o segundo ano de produção. Esta necessidade de redução do N está em torno de 98 kg/ha por ano (considerando um total anual de 500 kg/ha de N) ou de 19,5 kg/ha por aplicação (Figura 6), com estabilização da redução estimada após sete anos de uso intensivo de N (equação quadrática). Para fins práticos poderia ser considerada a redução de 10% a 15% por ano da dose de N aplicada, a partir do segundo ano. Esse efeito parece estar ligado à intensa imobilização inicial de N pela biomassa microbiana, pelas raízes e pela coroa da forrageira (Oliveira et al., 2005); posteriormente o N é liberado gradualmente. Mais estudos necessitam ser realizados para verificar detalhes desse processo, embora o presente trabalho corrobore a observação de campo de que, após aproximadamente dez anos de uso intensivo de N, a produção

de fitomassa forrageira pode ser mantida sem aplicação desse nutriente por um ou dois anos. Esses dados sugerem que estudos de adubação com nitrogênio deveriam ser realizados por pelo menos quatro a cinco anos, com período ótimo em torno de sete anos.

Quando se considera que a dose mais eficiente de N foi a de 100 kg/ha por aplicação (Figura 2) e avaliando a Figura 3, verifica-se que no primeiro ano precisar-se-ia de 1,85 t/ha de calcário, com poder de neutralização total de 70%, para elevar a saturação por bases a 40% na camada de 0 a 20 cm. Ao final do primeiro ano, utilizando o valor da redução da saturação por bases que ocorreu nos tratamentos sem calcário, em consequência do poder acidificante de cinco aplicações de 100 kg/ha de N, houve necessidade de calagem de 2,55 ( $y_2 = -184x^2 + 940x + 470$ ) e 3,95 ( $y_3 = -70,5x^2 + 556,5x + 5223$ ) t/ha, respectivamente, nas áreas de nitrato de amônio e de sulfato de amônio, para manter a saturação por bases em 40%. Essa demanda de 1,85 t/ha para corrigir o solo inicialmente significa a quantidade adicional de 0,7 ( $2,55 - 1,85 = 0,7$ ) e de 2,1 ( $3,95 - 1,85 = 2,1$ ) t/ha de calcário para cada 500 kg de N de nitrato de amônio e de sulfato de amônio, respectivamente. Essa quantidade de 500 kg de N está próxima aos valores sugeridos por Malavolta (1981) (500 kg/ha de N de nitrato de amônio x 1,8 kg/ha de calcário = 0,9 t/ha de calcário; 500 kg/ha de N de sulfato de amônio x 5,35 kg/ha de calcário = 2,7 t/ha de calcário), com o valor médio de 1,4 t/ha [ $(0,7 + 2,1)/2 = 1,4$ ] de calcário, verificado na Figura 3, quando se subtrai o pico de

necessidade de calcário do ano 2 daquele do ano 3, ou seja,  $3,95 \text{ t/ha} - 2,55 \text{ t/ha} = 1,4 \text{ t/ha}$ . Observou-se que em sistemas onde há uso intensivo de N, o sulfato de amônio deveria ser utilizado somente uma vez por ano, para suprir o solo de enxofre, em vista de seu grande poder acidificante (Tabela 8), o que leva à necessidade de calagem maior e ao acúmulo de  $\text{S-SO}_4$  acima do necessário no perfil do solo (Tabela 11).

No primeiro ano de recuperação do capim-braquiária, aplicando-se todos os insumos na superfície do solo distrófico, o N mostrou ser um nutriente-chave para o sistema solo-planta. Ao se calcular o ponto de máxima necessidade de N da equação ajustada de segundo grau, este mostrou estar acima (em torno de  $132 \text{ kg/ha}$  por aplicação) da dose máxima testada (equação 1), considerando a média das fontes de N. No segundo ano a dose de  $111 \text{ kg/ha}$  de N para produção máxima de forragem estava próxima da máxima testada por aplicação (equação 2), considerando a média das fontes de N. No segundo ano ocorreu tendência de maior produção de biomassa em relação ao ano anterior e maior eficiência de uso de N, como também verificado por Oliveira et al. (2005). No terceiro ano, a dose máxima necessária de N caiu para  $93 \text{ kg/ha}$  por aplicação (Figura 1), com produção crescente de fitomassa.

Estes resultados diferem de observações anteriores em capim-coastcross e em capim-marandu (Primavesi et al., 2001; Primavesi et al., 2003), com adubação de aproximadamente  $50 \text{ kg/ha}$  de N por período de descanso, especialmente no tocante à dose adequada de N para a máxima produção de forragem, já

que neste experimento a extração máxima foi menor ou igual à metade do N total aplicado, de 100 kg/ha por aplicação. A explicação pode estar na utilização de parte desse N na recuperação do sistema radicular e da coroa das plantas (Oliveira et al., 2003, 2005), que não foram monitorados. Nas áreas dos estudos de 2001 e de 2003 o N vinha sendo utilizado em pequenas quantidades. Assim, a redução da necessidade de N do primeiro para o terceiro ano parece validar essa hipótese. Além disso, pode haver demanda de N pelo sistema como um todo, incluindo a imobilização pela biomassa microbiana, que atua inicialmente como “sumidouro” de N mas o libera gradualmente três a quatro meses após o início da entrada do nutriente. Esse fato parece ser confirmado pelo aumento nos teores de nitrato no solo, após esse período, já no primeiro ano (Figura 6), mas sugere que não há perdas grandes de N no perfil do solo (Tabela 12). Outro fato que pode ter ocorrido é a perda de nitrogênio do sulfato de amônio na forma de  $\text{NH}_3$ , como sugerem Martha Jr. et al. (2004), embora medições realizadas em experimento anterior na mesma pastagem não atestem esse fato (dados não publicados). Entretanto, utilizando a equação do terceiro ano (Figura 1) e calculando a dose de N que permite obter 80% da produção máxima de forragem, valor que se considera estar próximo ao limiar econômico (Goedert, 1999), obtém-se a necessidade de 75 kg/ha de N por período. Os dados sugerem que o capim-braquiária é uma forrageira pouco eficiente no uso do N, embora muito adaptada a ambientes de baixa fertilidade (Primavesi et al., 2004).

Os resultados indicam que a melhor produção de fitomassa será obtida com aplicação inicial corretiva da saturação por bases adequada à forrageira (35% a 40%) e com aplicações anuais que corrijam somente o efeito acidificante dos adubos nitrogenados e que mantenham o teor de cálcio e de magnésio acima do nível crítico no tecido vegetal. A aplicação de corretivo de acidez para neutralizar a acidez fisiológica do adubo nitrogenado deve considerar a necessidade de 5,35 kg de  $\text{CaCO}_3$ , para cada quilograma de N do sulfato de amônio, e de 1,8 kg de  $\text{CaCO}_3$ , para cada quilograma de N do nitrato de amônio ou de uréia (Malavolta, 1981).

As características químicas do solo sob ação de calagem e de intensa adubação nitrogenada, durante dois anos, mostraram que a elevação nas concentrações de nitrato não ultrapassa a camada de 80 cm, embora se deva monitorar essas áreas por mais tempo, para se obter mais informações que permitam realizar os ajustes das doses necessárias de N, em função da maior disponibilidade do N, imobilizado na fase inicial dos trabalhos de recuperação de pastagem, como mostram os valores aumentados de nitrato no solo a partir do terceiro mês (Figura 7), bem como o aumento no teor de matéria orgânica no solo (Tabela 9), também em profundidade. Dados apresentados anteriormente sugerem essa dinâmica de uso de N, em função da imobilização inicial e da posterior liberação gradual desse N imobilizado.

Um resultado inesperado foi a depleção dos teores de  $\text{N-NO}_3$  no terceiro ano. Esse fato sugere que pode haver um

mecanismo de imobilização e de rearranjo das estruturas vegetais subterrâneas no primeiro ano, e um segundo rearranjo estrutural no terceiro ano, como se ocorresse um mecanismo duplo de absorção de nutrientes (Malavolta, 1980). O aumento grande do teor de  $N-NO_3$  no segundo ano parece estar relacionado com problemas na absorção, já que houve redução nos teores de N na forragem (Tabela 5).

Como o N normalmente é aplicado com o  $K_2O$ , em geral na relação 1:1, esse fato refletiu-se em aumento no teor de K no solo (Tabela 13) e na planta (Figura 10, Tabelas 4 a 6). Deve-se realizar monitoramento do K aplicado, para evitar perdas por lixiviação e para controlar a dose compatível com a capacidade de ciclagem da forrageira e com a concentração de cargas ativas no solo ou de cargas mantidas ativas pela calagem. Verifica-se que sem calagem ou com dose pequena de calcário ocorre teor mais elevado de K no perfil do solo (existe uma relação inversa entre Ca e K no solo), lixiviado a partir das doses de K aplicadas na superfície do solo, em especial quando a fonte e a dose de N é de nitrato de amônio. A perda de K pode ser elevada (Primavesi et al., 2004).

A calagem neutraliza o efeito acidificante dos adubos nitrogenados, especialmente do sulfato de amônio (Tabela 8 e Figura 9), e mantém ativas as cargas dependentes de pH, além de aumentar a disponibilidade da cálcio (Tabela 14 e Figura 11) e de magnésio (Tabela 15), mas pode diminuir a disponibilidade de micronutrientes (Tabelas 4 a 6). Verifica-se o deslocamento de cálcio no perfil do solo, até 80 cm, no período de dois anos.

Esse efeito até 80 cm sugere perda do efeito corretivo para maior profundidade do solo, e indica necessidade de uso mais freqüente de material corretivo de pH do solo para manter as características desejadas na camada superficial. Essas perdas também foram medidas por Primavesi et al. (2004) em outro experimento em condições similares.

Surpreendeu o efeito da calagem sem adubação nitrogenada sobre a elevação do pH em  $\text{CaCl}_2$  até a profundidade de 80 cm (Tabela 8 e Figura 9), em dois anos. Isso pode estar relacionado à hidrólise alcalina da matéria orgânica e à geração de moléculas orgânicas, que também agilizam o transporte de cálcio em profundidade. Nota-se também maior efeito acidificante do sulfato de amônio na dose de 100 kg/ha por período. Algo similar ocorre com a saturação por bases até a profundidade de 80 cm (Tabela 16 e Figura 12) e efeito contrário sobre a saturação por alumínio, até a profundidade de 80 cm (Tabela 17 e Figura 13). O efeito acidificante mais intenso do sulfato de amônio verificou-se nas áreas sem calcário, levando a valores mais elevados de saturação por alumínio, em relação à testemunha sem adubo nitrogenado.

Quanto à absorção de nutrientes (Tabelas 4 a 6), chama a atenção que as doses mais elevadas de nitrogênio não se refletiram em elevação dos níveis no tecido vegetal acima de 20 mg/kg de N, nos dois primeiros anos, como ocorreu com outras espécies forrageiras de maior potencial de produção (Primavesi et al., 2001, 2003) que também produziram mais matéria seca, o que indica alguma limitação do capim-braquiária para



absorver N, e ou que o grau de imobilização do N pelo solo foi muito grande. No terceiro ano conseguiu-se até 2,4% de N na forragem com as doses mais elevadas de N; isso sugere que em sistemas degradados e com forrageira rústica ocorre um processo gradual de acúmulo de N no solo e de recuperação ou de transformação da estrutura vegetal em condições de responder ao N. Esse valor de 24 g/kg de N na forragem não foi efeito de concentração, pois a produção de matéria seca foi maior do que nos anos anteriores, embora ainda fosse inferior à de forrageiras com maior potencial de produção e de resposta ao N, apesar de Corrêa et al. (1998a) terem verificado potencial de produção da *Brachiaria decumbens* similar ao de outras forrageiras tropicais produtivas.

Nas Tabelas 18 e 19 são apresentadas as quantidades extraídas de N e de Ca pelas forrageiras, respectivamente, podendo ser verificada diferença na extração de N entre fontes e entre doses de N, comparada com a testemunha, mas não de doses de calcário. Já a extração de cálcio foi influenciada por níveis de calagem e por fontes e por doses de N.

A eficiência de uso de N (Tabela 20) diminuiu com aumento da dose de N e apresentou tendência de incremento com o passar dos anos, talvez por conta do efeito do N residual e da liberação do N imobilizado.

Quanto à relação N:S, há necessidade de combinação de fontes que contenham enxofre, para se conseguir níveis considerados adequados. O nitrato de amônio pode gerar valores altos da relação N:S, embora não provoque deficiência

de enxofre (Oliveira et al., 2005) com as doses de N utilizadas, e o sulfato de amônio resulta em relações baixas, porém mais próximas dos ambientes naturais, representados pela testemunha (Tabelas 4 a 6). No segundo ano ocorreu tendência de aumento no teor matéria orgânica com 3 t/ha de calcário (Tabela 9 e Figura 8), provavelmente decorrente do aumento na biomassa microbiana e no desenvolvimento radicular (dados não apresentados) e em consequência disso no retorno de material orgânico ao solo, após a morte das raízes e dos microrganismos.

Com relação à lixiviação de cátions, foi verificado, em dois anos, quando foram comparados teores nas camadas de 80 e de 160 cm, que praticamente não há aumento da concentração de potássio trocável (Tabela 13), embora no tratamento com 100 kg de N na forma de nitrato de amônio ocorra movimentação gradual descendente no perfil do solo ao longo dos anos. Porém, há lixiviação de cálcio (Tabela 14) e de magnésio (Tabela 15) trocáveis, com alteração na saturação por bases (Tabela 16), até 160 cm de profundidade. As perdas foram maiores na testemunha; isso sugere que a presença de N, ao ativar o metabolismo das plantas, faz com que ocorra absorção mais eficiente de cátions, evitando a lixiviação. Isso reforça a necessidade de uso de doses mais precisas de nutrientes e de corretivos, com relação à capacidade de armazenamento e de imobilização do solo, de correção de pH e de ciclagem pelas plantas, a fim de evitar perdas grandes em profundidade.

Primavesi & Primavesi (1997) verificaram que as características químicas da camada superficial dos solos de pastagens manejadas intensivamente assemelham-se às áreas de lavoura sob plantio direto (Muzilli, 1981; Sá, 1995), como o acúmulo de P nas camadas superficiais (Tabela 10), o que sugere a possibilidade de troca de informações entre estes dois sistemas agrícolas.

### **Conclusões**

1. Para avaliar doses adequadas de nitrogênio e de calcário em pastagens de capim-braquiária, deve-se evitar estudos com menos de três anos.
2. A dose de adubo nitrogenado e de calcário para recuperação de pastagens degradadas varia com o estágio do processo de recuperação do solo e das estruturas da forrageira; a dose deve ser grande no início para atender ao processo de imobilização, mas pode ser reduzida ao longo dos anos por conta da mineralização posterior.
3. As perdas de  $N-NO_3$  podem ser mantidas baixas se houver manejo adequado da adubação nitrogenada, monitorado por análises do teor de N na forragem.
4. Ocorre lixiviação de cálcio e também de magnésio, mais intensa do que a prevista, no perfil do solo com textura média, mesmo quando o solo não recebe doses elevadas de nitrogênio, por provável hidrólise alcalina da matéria orgânica e conseqüente formação de moléculas orgânicas que carregam cátions em profundidade.

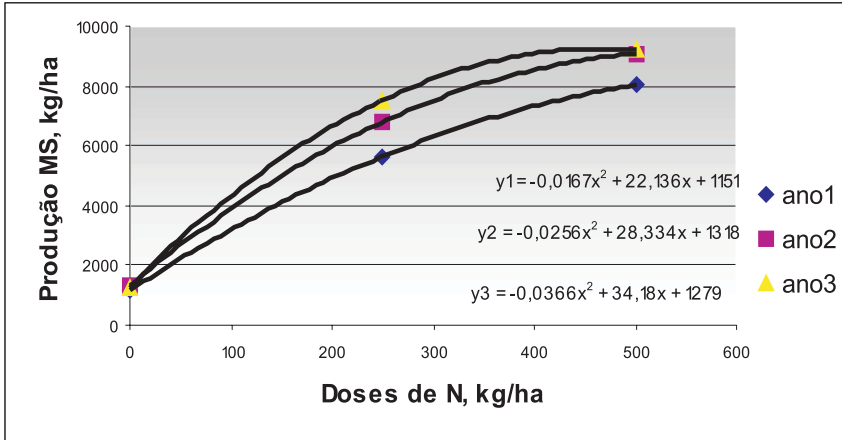
5. O cálculo da calagem, na superfície do solo, deve considerar a correção da saturação por bases para o nível favorável à forrageira utilizada, no primeiro ano, e a dose necessária para neutralizar o efeito acidificante dos adubos nitrogenados, nos anos seguintes.
6. É necessário dar mais atenção a estudos de micronutrientes em sistemas de produção em que há uso intenso de calagem, após o uso intenso de nitrogênio, em especial na forma de sulfato de amônio, que é mais acidificante do que o nitrato de amônio.

## Recomendações

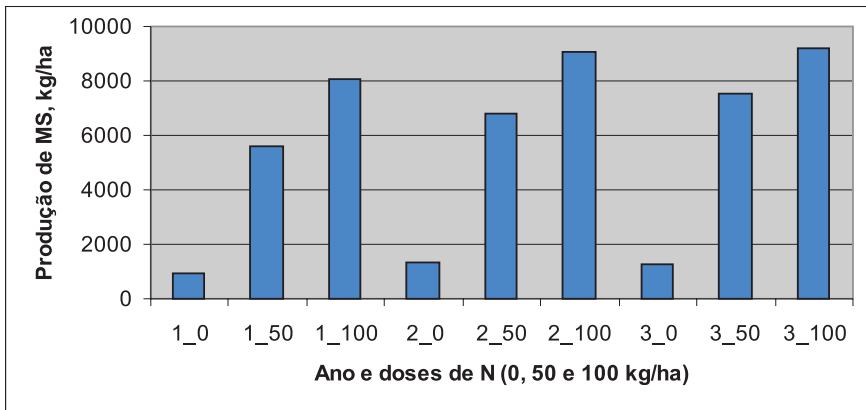
Em função dos resultados apresentados, propõe-se o seguinte esquema de utilização intensiva de nitrogênio em pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk:

1. No início da estação das chuvas do primeiro ano, aplicar calcário dolomítico na dose que corrija a saturação por bases do solo em 40%.
2. No início da estação das chuvas dos anos consecutivos, aplicar calcário dolomítico na quantidade que corrija o efeito acidificante dos adubos nitrogenados, na relação de 1,8 kg de  $\text{CaCO}_3$ , para cada quilograma de N do nitrato de amônio ou de uréia, ou de 5,35 kg de  $\text{CaCO}_3$ , para cada quilograma de N do sulfato de amônio.
3. Nos dois primeiros anos, aplicar doses de 100 kg/ha de N, por período de pastejo, na estação das chuvas.

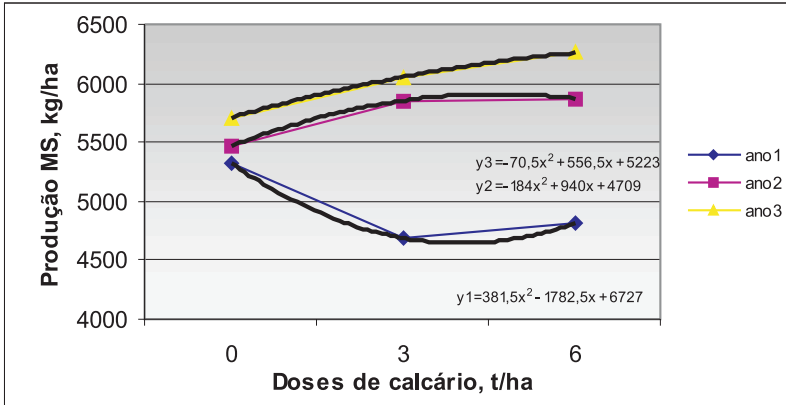
4. Nos anos seguintes, aplicar dose de N 10% menor do que a do ano anterior, até o sétimo ano. Análise de tecido vegetal deve indicar teores de N na forragem entre 20 a 24 mg/kg (Primavesi et al., 2001; 2006). Valores acima desse limite indicam necessidade de reduzir uso de N e valores abaixo, necessidade de manter doses do ano anterior. Após o sétimo ano, provavelmente, as doses de N vão se restringir a valores ao redor de 30 a 40 kg/ha por período de pastejo.
5. Aplicar o nutriente fósforo para manter média de teor em torno de 15 mg/kg de solo, após o rebaixamento da pastagem no início das chuvas.
6. Aplicar o nutriente potássio, na proporção 1:1 ( $K_2O:N$ ), com as aplicações de N. Após o segundo ano, verificar por meio de análise de solo e, se possível, de tecido vegetal, se não ocorre necessidade de se reduzir as doses de potássio, com relação ao magnésio e ao cálcio.



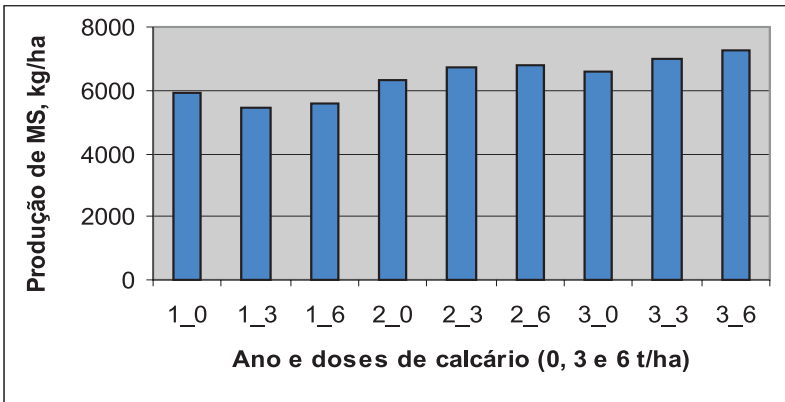
**Figura 1.** Curva de produção acumulada (cinco cortes) de forragem de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), em três anos, em função da dose acumulada de nitrogênio.



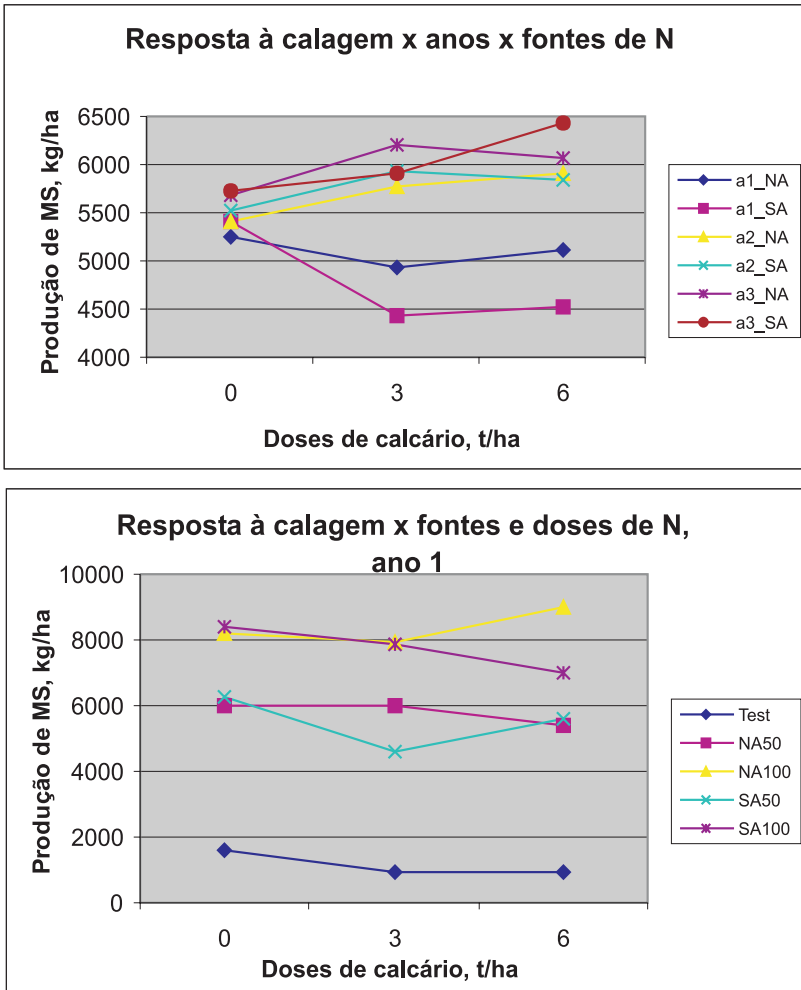
**Figura 2.** Produção acumulada de matéria seca de forragem de *Brachiaria decumbens*, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com duas doses de N na forma de nitrato de amônio ou de sulfato de amônio, e testemunha (sem N), ao longo de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004–2005, 2005–2006 e 2006–2007, em São Carlos, SP.



**Figura 3.** Curva de resposta ao calcário aplicado na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007.

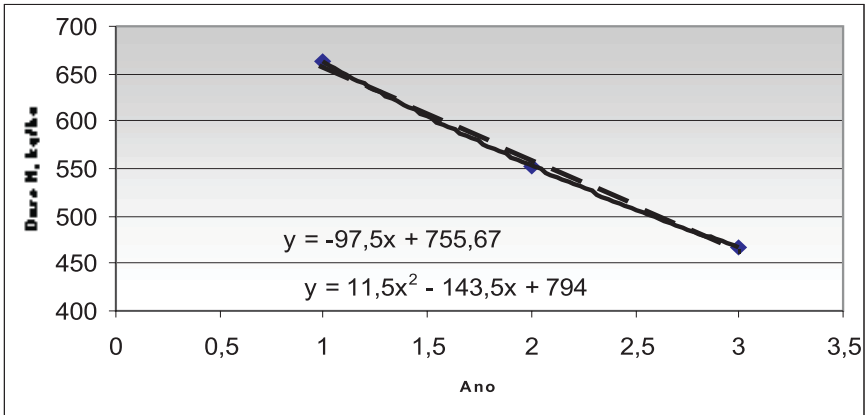


**Figura 4.** Produção acumulada de matéria seca de forragem de *Brachiaria decumbens*, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com duas doses de calcário dolomítico aplicado na superfície, ao longo de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

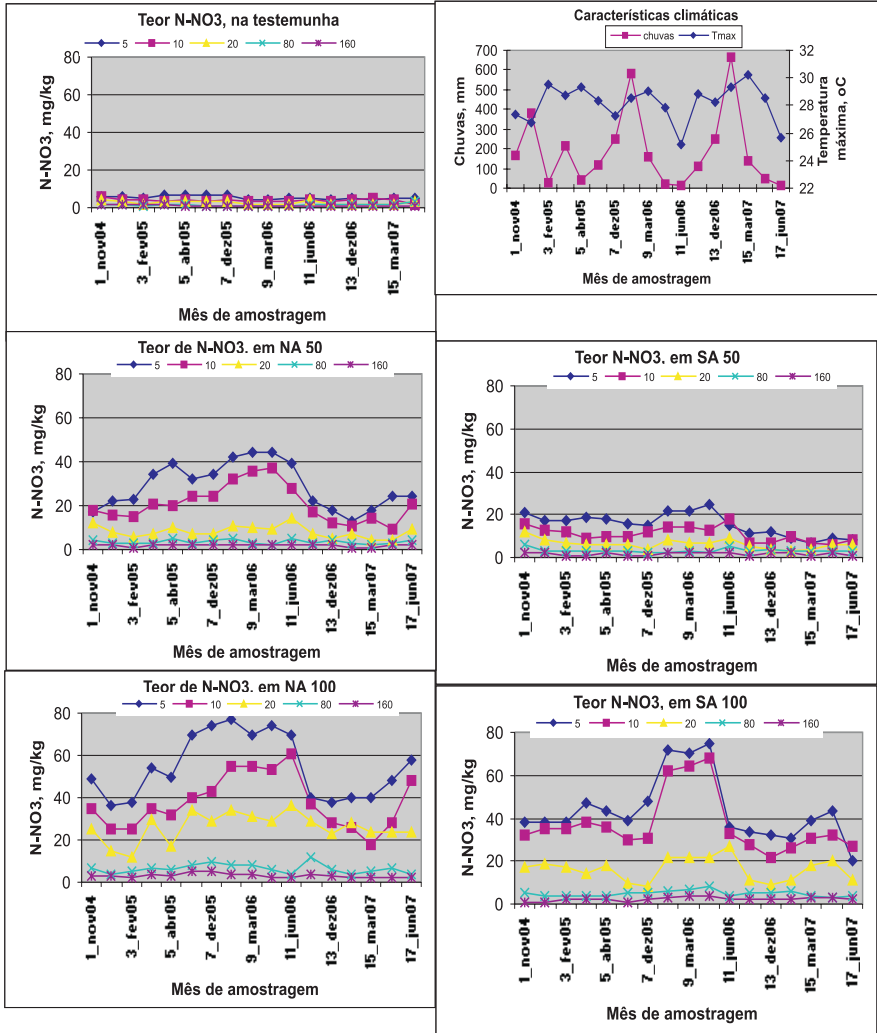


**Figura 5.** Superior: Curva de resposta ao calcário aplicado na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em função da fonte ser nitrato de amônio (NA) ou sulfato de amônio (SA). Inferior: com desdobramento do ano 1, para doses (50 e 100 kg/ha de N) de cada fonte.

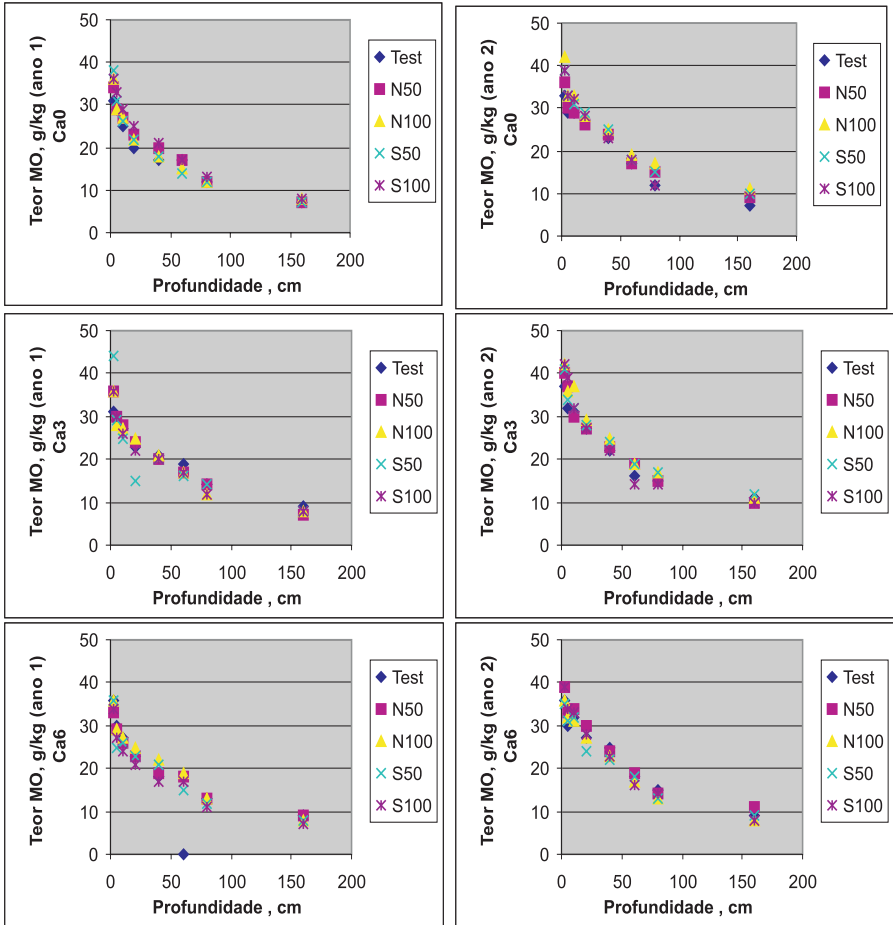




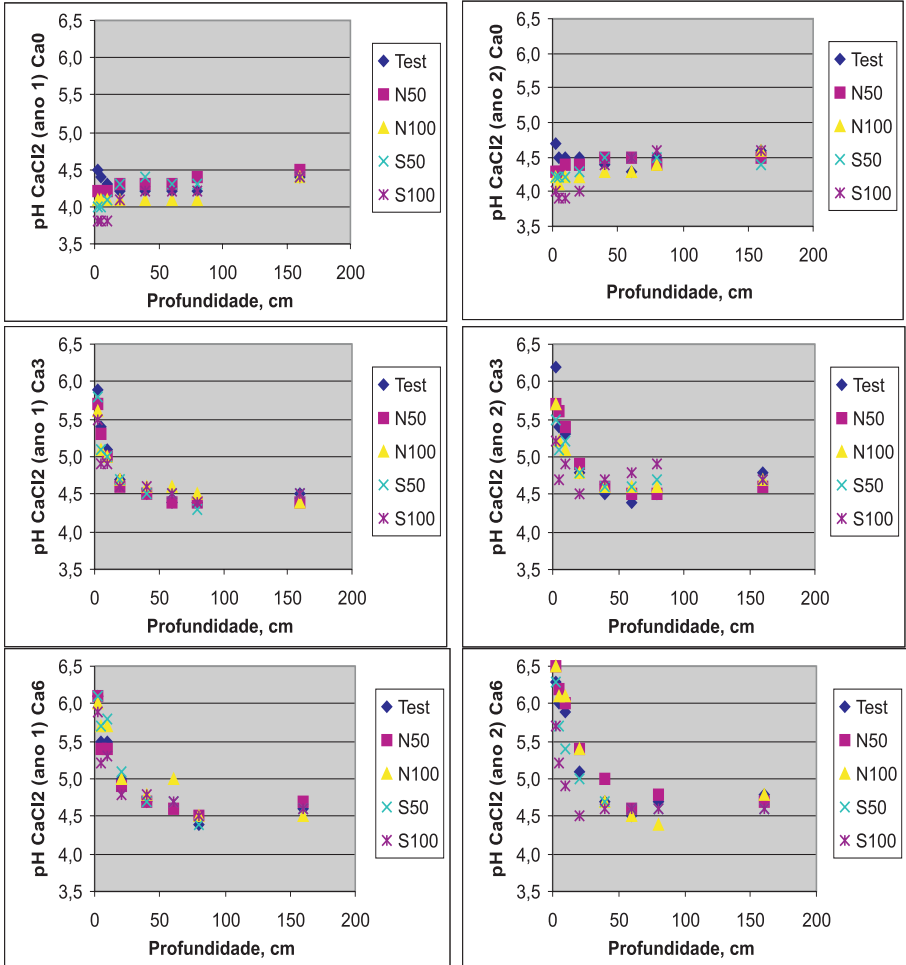
**Figura 6.** Curva de decréscimo de necessidade de N ao longo dos anos. Utilizaram-se pontos de máxima resposta ao N por ano. A equação linear sugere possibilidade de redução anual de 98 kg/ha de N (ou 19,5 kg/ha por aplicação de N), ao longo de 6,2 anos (equação quadrática), para se manter produção máxima.



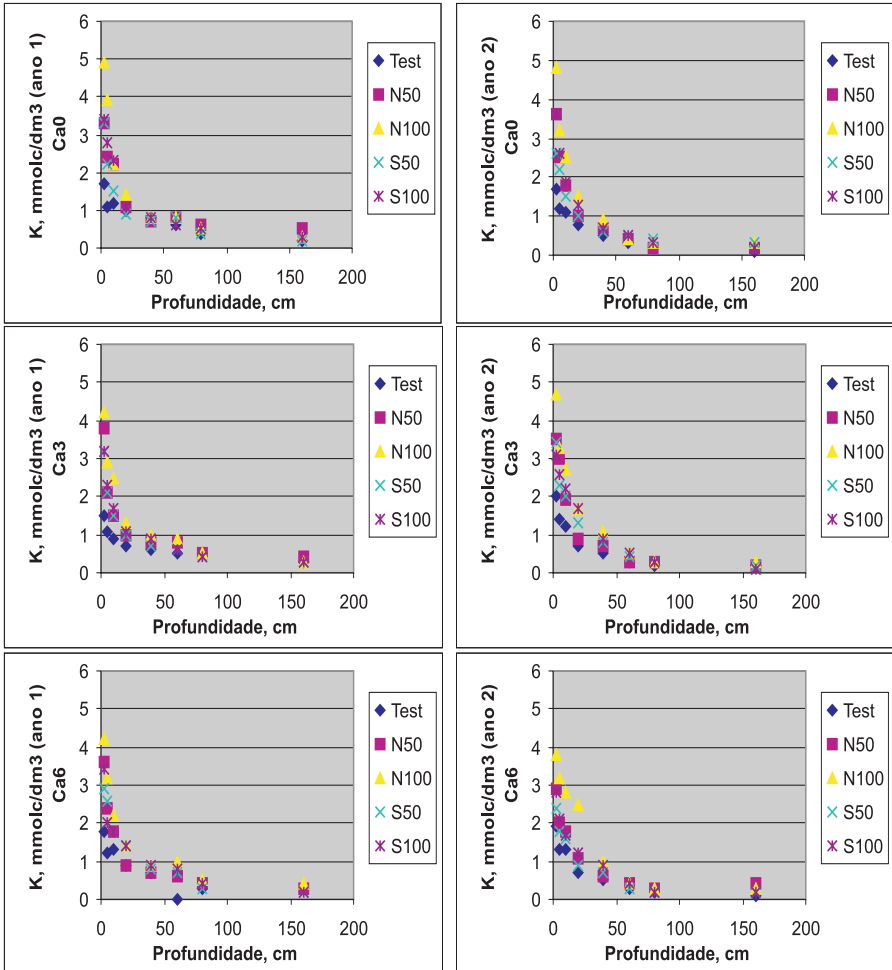
**Figura 7.** Variação mensal do teor de N-NO<sub>3</sub> em cinco profundidades do perfil de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, sob pastagem de *Brachiaria decumbens*, em resposta à dose de 3 t/ha de calcário dolomítico aplicado em superfície e a duas doses de N (50 e 100 kg/ha/corte), na forma de nitrato de amônio (NA) ou de sulfato de amônio (SA), ao longo de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.



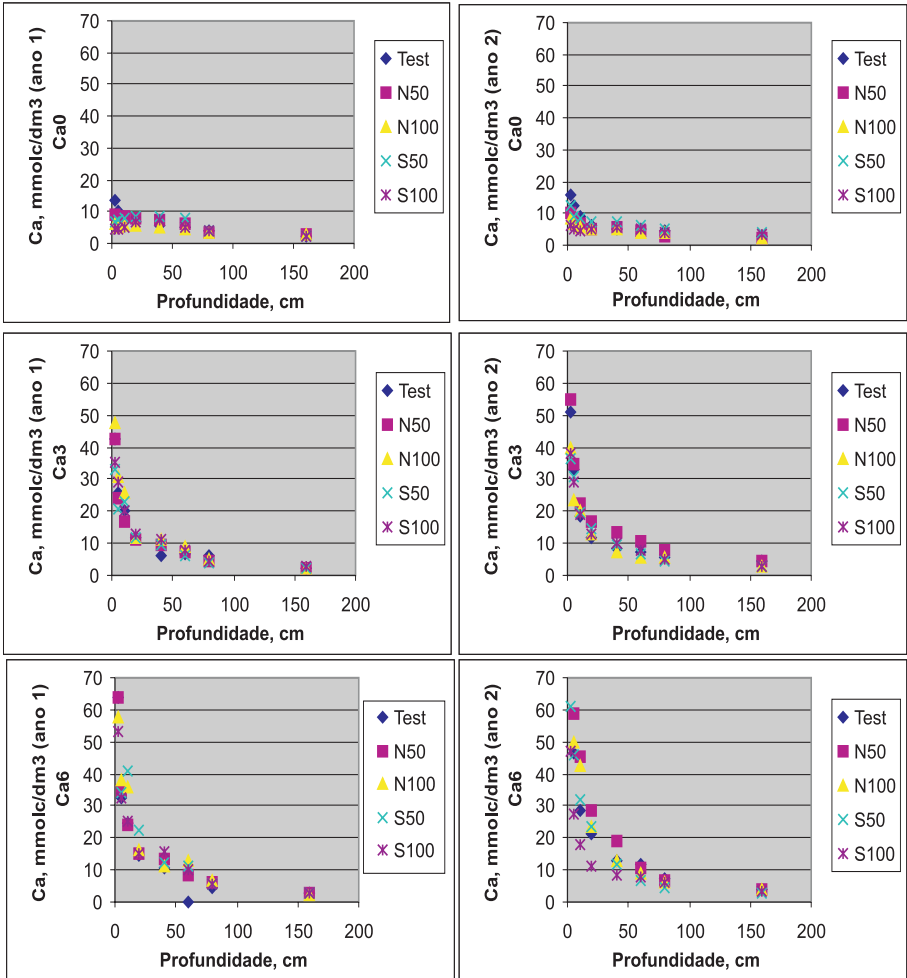
**Figura 8.** Alteração do teor de matéria orgânica (MO), em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 e 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, recebendo duas doses de N (50 e 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), ao longo de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em dois anos, em São Carlos, SP.



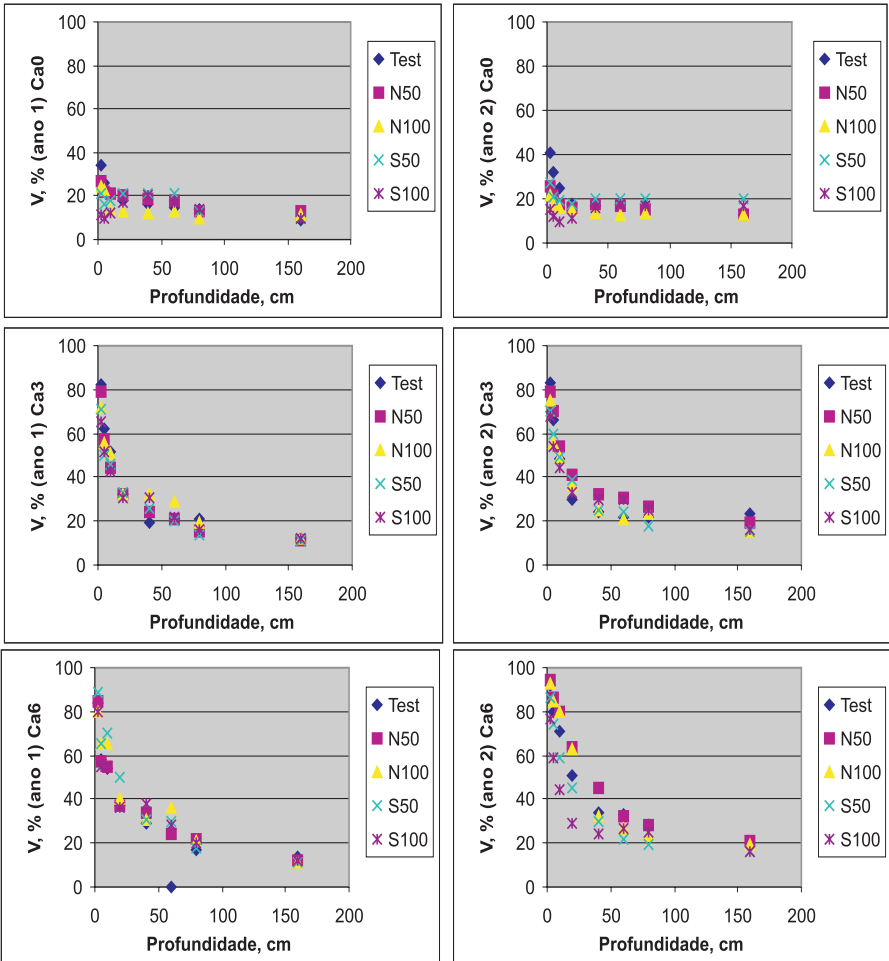
**Figura 9.** Alteração do pH em CaCl<sub>2</sub>, em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 e 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, recebendo duas doses de N (50 e 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), ao longo de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em dois anos, em São Carlos, SP.



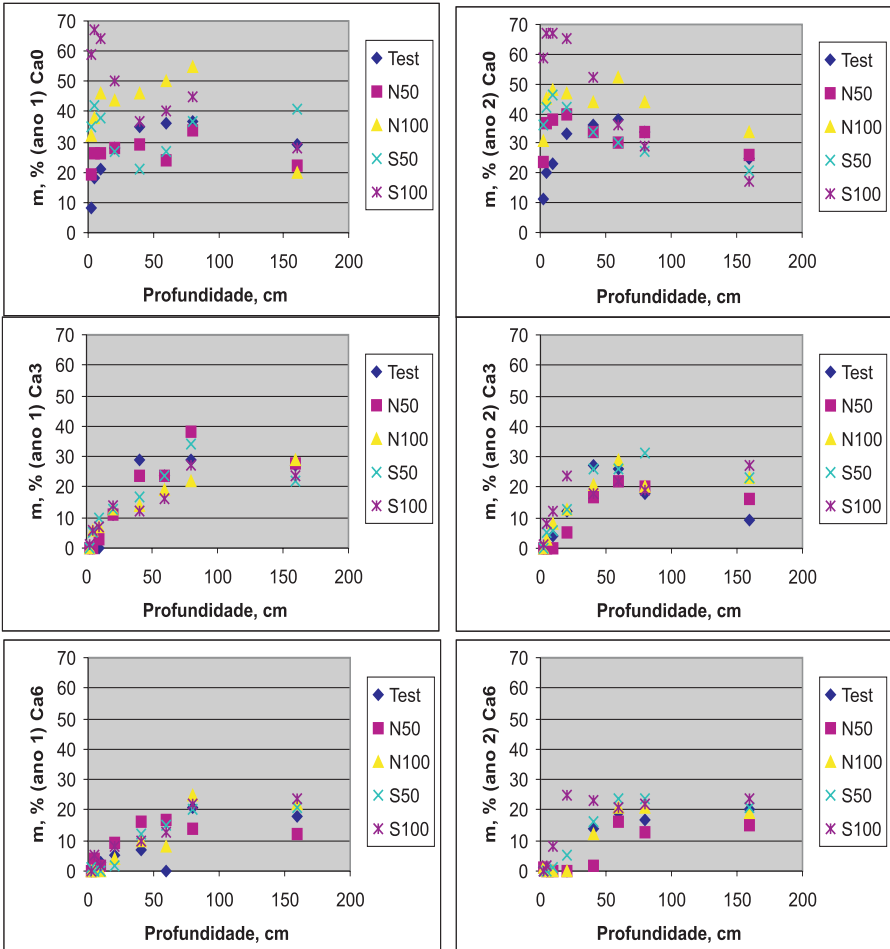
**Figura 10.** Alteração do teor de potássio trocável, em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 e 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, recebendo duas doses de N (50 e 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), ao longo de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em dois anos, em São Carlos, SP.



**Figura 11.** Alteração do teor de cálcio trocável, em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 e 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, recebendo duas doses de N (50 e 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), ao longo de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em dois anos, em São Carlos, SP.



**Figura 12.** Alteração da saturação por bases (V), em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 e 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, recebendo duas doses de N (50 e 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), ao longo de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em dois anos, em São Carlos, SP.



**Figura 13.** Alteração da saturação por alumínio, em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 e 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, recebendo duas doses de N (50 e 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), ao longo de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em dois anos, em São Carlos, SP.



**Tabela 1.** Produção acumulada de matéria seca (kg/ha) de forragem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico em função da aplicação superficial de duas doses de calcário e de nitrogênio. São Carlos, SP, 2004 a 2007.

N kg/ha	ano = 1					ano = 2					ano = 3						
	fonte 1	fonte 2	média	Dms	F	fonte 1	fonte 2	média	Dms	F	fonte 1	fonte 2	média	Dms	F		
	r2 = 0,94, CV = 16,0%					calcário = 0 t/ha r2 = 0,99, CV = 7,1%					r2 = 0,99, CV = 4,1%						
Dose	L**	L**	L**	1433	**	Q**	Q**	Q**	610	**	Q**	Q**	Q**	367	**		
0	1569	1569	1569			1103	1103	1103			1312	1312	1312				
250	5995	6269	6125			6303	6481	6392			7101	7501	7301				
500	8193	8372	8282			8837	8963	8900			8666	8362	8514				
	r2 = 0,98, CV = 11,0%					calcário = 3 t/ha r2 = 0,98, CV = 11,8%					r2 = 0,97, CV = 14,3%						
Dose	L**	L**	L**	833	**	Q**	Q**	Q**	1090	**	Q*	Q**	Q**	1373	**		
0	934	934	934			1428	1428	1428			1269	1269	1269				
250	5979	4598	5289			7242	6991	7116			7411	7240	7325				
500	7918	7851	7884			8651	9377	9014			9927	9210	9568				
	r2 = 0,97, CV = 14,0%					calcário = 6 t/ha r2 = 0,99, CV = 6,0%					r2 = 0,99, CV = 8,4%						
Dose	L**	L**	L**	1055	**	Q**	Q**	Q**	554	**	Q**	Q**	Q**	827	**		
0	950	950	950			1421	1421	1421			1254	1254	1254				
250	5387	5617	5502			7006	6769	6887			7699	8251	7975				
500	8972	7020	7996			9304	9319	9312			9268	9824	9546				
						fontes = média											
0	1151	1151	1151			1318	1318	1318			1279	1279	1279				
250	5787	5495	5641			6850	6747	6799			7404	7664	7534				
500	8361	7747	8043			8931	9220	9075			9287	9132	9209				
						calcário = média											
	-	-	-		t/ha	L**	-	-		t/ha	L**	-	-				
	5252	5403	5326	951	ns	0	5414	5516	5465	405	ns	0	5693	5725	5709	243	ns
	4944	4461	4702	553	ns	3	5774	5932	5853	723	ns	3	6202	5906	6054	911	ns
	5103	4529	4813	700	ns	6	5910	5836	5873	368	ns	6	6074	6443	6258	549	ns

Dms = diferença mínima significativa. r2 = coeficiente de correlação. CV = coeficiente de variação. L = efeito linear. Q = efeito quadrático. \*\* = significativo ao nível de 1%. ns = não significativo ao nível de 5%.

**Tabela 2.** Resumo da produção acumulada de matéria seca (kg/ha) de forragem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, em função da aplicação superficial de duas doses de calcário e de nitrogênio. São Carlos, SP, 2004 a 2007.

Ano	Tratamento			Dms			
	calcário 0	calcário 3 t/ha	calcário 6 t/ha				
1	5.326 a	4.688 b	4.813 ab	526*			
2	5.465 b	5.853 a	5.873 a	329*			
3	5.709 b	6.054 ab	6.258 a	389*			
média	5.500	5.531	5.648	262 ns			
	dose 0 N	dose 250 kg/ha N	dose 500 kg/ha N				
1	1.151 c	5.641 b	8.054 a	526**			
2	1.318 c	6.798 b	9.075 a	329**			
3	1.279 c	7.534 b	9.209 a	389**			
média	1.249 c	6.655 b	8.776 a	262**			
	Nitrato amônio	Sulfato amônio					
1	5.097	4.787		430 ns			
2	5.699	5.761		268 ns			
3	5.990	6.025		317 ns			
média	5.596	5.524		214 ns			
Ano	Calcário		Fonte		Dose de N		
	forragem	Dose	forragem	tipo	forragem	dose	
	kg/ha	kg/ha	kg/ha		kg/ha	forragem	
1	1.227	0	1.314	Test.	288	0	288
2	1.323	3	1.333	Sulfato	1.561	50	1.356
3	1.449	6	1.355	Nitrato	1.565	100	1.768
Dms	288 ns		228 ns		245		245 **

Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ).

Dms = diferença mínima significativa. \*\* = significativo ao nível de 1%. ns = não significativo.

**Tabela 3.** Produção de matéria seca de forragem de *Brachiaria decumbens*, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com duas doses de calcário dolomítico aplicado em superfície, e duas doses de N na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), em cinco cortes espaçados de 35 dias nas estações chuvosas de 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Dose calcário (t/ha)	Test.	Tratamento com N							Média	
		Nitrato de amônio				Sulfato de amônio				
	0	50	100	média	50	100	média	(kg/ha por corte)		
ano 1										
0	839	5991	8193	7092	6259	8372	7315	5082	a	
3	934	5961	7918	6940	4588	7791	6189	4688	a	
6	950	5387	8972	7179	5604	7013	6309	4813	a	
Média1	908	B 5780	8361	7070	A 5484	7725	6605	A		
ano 2										
0	1103	6303	8837	7570	6481	8963	7722	5465	a	
3	1428	7242	8651	7946	6991	9377	8184	5853	a	
6	1421	7006	9304	8155	6769	9319	8044	5873	a	
Média2	1318	B 6850	8931	7890	A 6747	9220	7983	A		
ano 3										
0	1312	7101	8666	7884	7501	8362	7931	5709	b	
3	1269	7411	9927	8669	7240	9210	8225	6054	ab	
6	1254	7699	9268	8484	8251	9824	9037	6254	a	
Média3	1279	B 7404	9287	8346	A 7664	9132	8398	A		
Média N	1168	6678	8860	7769	6632	8692	7662			

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre médias de fontes para cada dose de calcário. Letra maiúscula diferente na linha indica diferença ( $P < 0,01$ ) entre fontes de N e a testemunha. Média N = média geral.

**Tabela 4.** Médias dos teores de macronutrientes e de micronutrientes na forragem de *Brachiaria decumbens*, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com duas doses de calcário dolomítico aplicado em superfície, e duas doses de N na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), em cinco cortes espaçados de 35 dias na estação chuvosa de 2004-2005, em São Carlos, SP.

Trat.	N	P	S	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B	N:S
	g/kg						mg/kg					
Calcário, 0 t/ha												
Test.	11,9	1,3	1,1	15,6	3,2	3,3	6	23	158	160	6	11
NA50	16,9	1,7	1,0	20,3	3,3	3,4	7	26	221	160	6	19
NA100	22,2	2,0	1,2	26,4	2,9	3,2	8	28	184	176	6	20
SA50	17,3	1,7	1,7	21,7	3,4	3,2	7	25	161	181	6	10
SA100	21,3	1,9	2,1	26,3	2,9	2,8	8	28	182	180	6	11
média	17,9	1,7	1,4	22	3,1	3,2	7	26	181	171	6	14
Calcário, 3 t/ha												
Test.	12,1	1,3	1,0	13,4	3,5	3,3	6	22	221	137	5	12
NA50	17,7	1,8	1,1	20,9	3,8	4,1	7	25	243	129	5	18
NA100	21,3	1,9	1,2	24,3	3,4	4,0	8	25	202	119	5	18
SA50	17,7	1,7	1,7	19,9	3,8	3,9	7	23	203	118	7	11
SA100	21,8	1,8	2,1	25,3	3,2	3,3	8	25	182	128	7	11
média	18,1	1,7	1,4	20,8	3,5	3,7	7	24	210	126	6	14
Calcário, 6 t/ha												
Test.	12,6	1,4	1,2	13,9	3,6	3,6	5	22	178	137	5	11
NA50	16,8	1,8	1,1	20,6	3,6	3,9	6	22	145	103	7	17
NA100	21,4	1,9	1,4	24,9	3,3	4,0	7	26	138	124	9	17
SA50	17,3	1,7	1,7	19,5	3,6	3,8	6	23	126	127	8	10
SA100	21,7	1,7	2,1	23,7	3,3	3,4	7	24	174	126	8	11
média	17,9	1,7	1,5	20,5	3,5	3,7	7	23	152	123	7	13
Dms	ns	ns	ns	ns	0,2*	0,2*	ns	1*	40*	11**	1*	1*
Média de fontes												
Test.	12,2	1,3	1,1	14,3	3,4	3,4	6	22	186	145	5	11
NA	19,4	1,8	1,2	22,9	3,4	3,8	7	25	189	135	6	18
SA	19,5	1,7	1,9	22,7	3,4	3,4	7	25	171	143	7	10
Dms	0,7**	0,2*	0,1**	1,5	ns	0,3**	1*	2*	ns	ns	1*	2**
Média de doses												
0	12,2	1,3	1,1	14,3	3,4	3,4	6	22	186	145	5	11
50	17,3	1,7	1,4	20,5	3,6	3,7	7	24	183	136	6	14
100	21,6	1,9	1,7	25,1	3,2	3,5	8	26	177	142	7	15
Dms	1,0**	0,2**	0,1**	1,5**	0,3*	0,3*	1**	2*	ns	ns	1*	2**

Test. = testemunha; NA e SA = nitrato e sulfato de amônio. 50 e 100 = 50 e 100 kg/ha de N.

Dms = diferença mínima significativa. \* = 5%. \*\* = 1%. ns = não significativo.

**Tabela 5.** Médias dos teores de macronutrientes e de micronutrientes na forragem de *Brachiaria decumbens*, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com duas doses de calcário dolomítico aplicado em superfície, e duas doses de N na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), em cinco cortes espaçados de 35 dias na estação chuvosa de 2005-2006, em São Carlos, SP.

Trat.	N	P	S	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B	N:S
	g/kg						mg/kg					
Calcário, 0 t/ha												
Test.	10,2	1,1	1,3	13,1	4,3	3,9	5	23	288	204	5	8
NA50	13,8	1,7	1,0	21,8	3,9	3,7	5	23	179	209	5	14
NA100	17,4	1,7	1,1	25,6	2,5	3,2	5	25	160	208	5	17
SA50	13,6	1,7	1,9	23,6	3,5	3,2	5	26	179	262	5	7
SA100	17,0	1,7	2,3	26,7	2,5	2,2	6	24	140	202	5	7
média	14,4	1,6	1,5	22,2	3,3	3,3	5	24	189	217	5	11
Calcário, 3 t/ha												
Test.	9,7	1,2	1,3	12,9	4,2	3,5	5	22	328	135	5	8
NA50	13,3	1,8	1,1	22,4	4,1	4,3	5	20	163	114	5	12
NA100	16,6	1,8	1,2	24,4	3,3	4,2	6	22	201	128	6	14
SA50	12,5	1,8	1,6	22,2	4,3	3,9	5	21	198	128	5	8
SA100	16,7	1,7	2,1	26,7	3,6	3,5	6	23	141	158	5	8
média	13,8	1,7	1,5	21,7	3,9	3,9	5	22	206	133	5	10
Calcário, 6 t/ha												
Test.	9,7	1,2	1,3	13,5	4,6	3,8	5	21	308	131	5	8
NA50	12,7	1,7	1,0	22,0	4,3	4,6	5	21	158	98	5	13
NA100	16,1	1,8	1,2	26,3	3,6	4,7	6	21	146	122	5	13
SA50	12,7	1,7	1,6	23,0	4,4	4,4	5	22	170	130	5	8
SA100	16,5	1,6	2,0	25,4	3,6	4,4	6	22	151	159	5	8
média	13,6	1,6	1,4	22,0	4,1	4,4	5	21	187	128	5	10
Dms <sub>calc</sub>	ns	0,1*	0,1*	ns	0,3**	0,6**	ns	2**	ns	33**	ns	ns
Média de fontes												
Test.	9,9	1,2	1,3	13,2	4,4	3,7	5	22	308	157	5	8
NA	15,0	1,7	1,1	23,7	3,6	4,1	5	22	168	147	5	14
SA	14,9	1,7	1,9	24,6	3,6	3,6	5	23	163	173	5	8
Dms <sub>font</sub>	0,1*	0,1*	0,1**	2*	0,3*	ns	ns	ns	39*	ns	ns	1**
Média de doses												
0	9,9	1,2	1,3	13,2	4,4	3,7	5	22	308	157	5	8
50	13,1	1,7	1,4	22,5	4,1	4,0	5	22	175	157	5	10
100	16,7	1,7	1,6	25,8	3,2	3,7	6	23	156	163	5	11
Dms <sub>dos</sub>	0,9**	0,1*	0,1*	1,2**	0,3**	ns	1*	ns	39*	ns	ns	1**

Test. = testemunha; NA e SA = nitrato de amônio e sulfato de amônio. 50 e 100 = 50 e 100 kg/ha de N.

Dms = diferença mínima significativa. \* = 5%. \*\* = 1%. ns = não significativo.

**Tabela 6.** Médias dos teores de macronutrientes e de micronutrientes na forragem de *Brachiaria decumbens*, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com duas doses de calcário dolomítico aplicado em superfície, e duas doses de N na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), em cinco cortes espaçados de 35 dias na estação chuvosa de 2006-2007, em São Carlos, SP.

Trat.	N	P	S	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B	N:S
	g/kg						mg/kg					
Calcário, 0 t/ha												
Test.	14,1	1,6	1,1	19,6	3,4	8,5	3	21	128	160	5	13
NA50	18,1	2,0	0,9	26,8	3,3	5,4	4	21	130	175	6	21
NA100	24,3	2,0	1,1	31,7	2,0	3,1	5	25	131	197	6	25
SA50	19,2	1,8	1,7	27,6	3,0	4,4	4	23	144	235	6	12
SA100	23,7	1,9	1,7	30,0	2,2	2,9	5	28	152	206	6	15
média	19,9	1,8	1,3	27,1	2,8	4,8	4	24	137	195	6	17
Calcário, 3 t/ha												
Test.	13,6	1,6	1,2	17,9	3,6	9,7	3	20	158	139	5	12
NA50	17,8	2,0	1,0	24,8	3,7	6,9	4	21	147	112	5	20
NA100	22,7	2,1	1,0	30,3	3,2	5,7	5	22	156	135	6	24
SA50	18,3	1,9	1,5	26,5	4,0	6,1	4	21	143	157	5	13
SA100	23,3	1,9	1,7	29,9	3,2	4,5	5	26	142	205	5	14
média	19,1	1,9	1,3	25,9	3,5	6,6	4	22	149	150	5	17
Calcário, 6 t/ha												
Test.	13,5	1,5	1,2	17,7	3,5	9,6	3	18	141	102	5	12
NA50	18,5	2,0	0,9	25,9	4,1	7,3	4	21	123	78	6	20
NA100	23,0	2,1	1,1	30,4	3,4	6,2	5	23	131	106	7	22
SA50	18,3	1,9	1,6	26,6	4,3	6,5	4	22	136	135	5	12
SA100	23,8	2,0	1,7	31,3	3,4	5,3	5	23	124	167	6	14
média	19,4	1,9	1,3	26,4	3,7	7,0	4	21	131	118	6	16
Dms	ns	ns	ns	1*	0,2**	0,6*	ns	1*	11**	17**	ns	ns
Média de fontes												
Test.	13,7	1,6	1,2	18,4	3,5	9,3	3	20	142	133	5	13
NA	20,7	2,0	1,0	28,3	3,3	5,8	4	22	136	134	6	22
SA	21,1	1,9	1,7	28,6	3,3	4,9	5	24	140	184	5	13
Dms	1*	0,1*	0,1**	1*	ns	1*	1*	1*	ns	18**	ns	2**
Média de doses												
0	13,7	1,6	1,2	18,4	3,5	9,3	3	20	142	133	5	13
50	18,4	1,9	1,3	26,4	3,7	6,1	4	21	137	149	6	16
100	23,5	2,0	1,4	30,6	2,9	4,6	5	25	139	169	6	19
Dms	1**	0,1*	0,1**	1*	0,2**	0,6*	1*	1*	ns	18*	ns	2**

Test = testemunha; NA e SA = nitrato de amônio e sulfato de amônio. 50 e 100 = 50 e 100 kg/ha de N.

Dms = diferença mínima significativa. \* = 5%. \*\* = 1%. ns = não significativo.

**Tabela 7.** Faixa de teores de nutrientes adequados para capim-braquiária, com base na matéria seca de folhas.

N	P	S	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	B
g/kg					mg/kg					
12-20	0,8-3,0	0,8-4,0	12-25	2-6	1,5-4,0	4-12	20-50	50-250	40-250	10-25

Fonte: Rajj et al. (1996).

**Tabela 8.** Alteração do pH em CaCl<sub>2</sub>, em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 ou 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, e de duas doses de N (50 ou 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) ou de sulfato de amônio (SA), ao final de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Camada (cm)	Testemunha			NA, 50 kg/ha N			NA, 100 kg/ha N			SA, 50 kg/ha N			SA, 100 kg/ha N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ano															
Calcário, 0 t/ha															
0-2,5	4,5	4,7	4,7	4,2	4,3	4,3	4,1	4,2	4,1	4,0	4,2	4,0	3,8	4,0	3,9
2,5-5	4,4	4,5	4,5	4,2	4,3	4,3	4,1	4,1	4,1	4,0	4,2	4,0	3,8	3,9	3,9
5-10	4,3	4,5	4,4	4,2	4,4	4,2	4,1	4,2	4,1	4,1	4,2	4,0	3,8	3,9	3,9
10-20	4,2	4,5	4,4	4,3	4,4	4,3	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,2	4,1	4,0	4,0
20-40	4,2	4,4	4,3	4,3	4,5	4,4	4,1	4,3	4,3	4,4	4,5	4,5	4,2	4,4	4,2
40-60	4,2	4,3	4,3	4,3	4,5	4,5	4,1	4,3	4,3	4,3	4,5	4,5	4,2	4,5	4,5
60-80	4,2	4,5	4,5	4,4	4,4	4,5	4,1	4,4	4,3	4,3	4,5	4,5	4,2	4,6	4,5
140-160	4,4	4,6	4,6	4,5	4,5	4,6	4,4	4,6	4,6	4,4	4,4	4,6	4,4	4,6	4,6
Calcário, 3 t/ha															
0-2,5	5,9	6,2	6,7	5,7	5,7	5,7	5,6	5,7	5,5	5,8	5,5	5,3	5,5	5,2	4,1
2,5-5	5,4	5,4	6,2	5,3	5,6	5,7	5,1	5,2	5,0	5,1	5,1	4,8	4,9	4,7	4,0
5-10	5,1	5,3	5,7	5,0	5,4	5,4	5,0	5,1	4,8	5,0	5,2	4,7	4,9	4,9	4,0
10-20	4,7	4,8	5,1	4,6	4,9	4,9	4,7	4,8	4,5	4,7	4,8	4,5	4,6	4,5	4,0
20-40	4,5	4,5	4,9	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,5	4,6	4,7	4,6	4,7	4,3
40-60	4,4	4,4	4,7	4,4	4,5	4,6	4,6	4,6	4,7	4,5	4,6	4,7	4,5	4,8	4,4
60-80	4,4	4,5	4,8	4,4	4,5	4,6	4,5	4,6	4,6	4,3	4,7	4,6	4,4	4,9	4,7
140-160	4,5	4,8	4,8	4,4	4,6	4,6	4,4	4,7	4,6	4,5	4,7	4,6	4,5	4,7	4,6
Calcário, 6 t/ha															
0-2,5	6,1	6,3	6,6	6,1	6,5	6,4	6,0	6,5	6,1	6,1	6,3	6,0	5,9	5,7	5,3
2,5-5	5,5	5,9	6,0	5,4	6,2	6,1	5,7	6,1	5,7	5,8	5,7	5,5	5,2	5,2	4,8
5-10	5,5	5,9	5,5	5,4	6,0	5,8	5,7	6,1	5,3	5,8	5,4	5,0	5,3	4,9	4,7
10-20	5,0	5,1	5,0	4,9	5,4	5,0	5,0	5,4	4,6	5,1	5,0	4,6	4,8	4,5	4,3
20-40	4,7	4,7	4,6	4,7	5,0	4,8	4,8	4,7	4,6	4,7	4,7	4,5	4,8	4,6	4,5
40-60	4,8	4,5	4,7	4,6	4,6	4,9	5,0	4,5	4,6	4,7	4,6	4,5	4,7	4,6	4,6
60-80	4,4	4,7	4,7	4,5	4,8	4,7	4,5	4,4	4,6	4,4	4,6	4,7	4,5	4,6	4,7
140-160	4,6	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7	4,5	4,8	4,7	4,6	4,6	4,7	4,6	4,6	4,7
Ano															
Camada (cm)															
Dose de calcário (t/ha)															
0-2,5	5,3	a	5,4	a	5,2	a	0	4,2	c	4,4	c	4,3	c		
2,5-5	4,9	b	5,1	b	5,0	b	3	4,8	b	4,9	b	4,8	b		
5-10	4,9	b	5,0	b	4,8	c	6	5,1	a	5,2	a	5,0	a		
10-20	4,6	c	4,7	c	4,5	d	Dms	0,1		0,1		0,1			
20-40	4,5	cd	4,6	cde	4,5	d									
40-60	4,5	cd	4,5	e	4,6	d									
60-80	4,4	d	4,6	de	4,6	d	Test.	4,74	a	4,91	a	5,02	a		
140-160	4,5	cd	4,7	cd	4,6	d	NA	4,71	ab	4,88	a	4,80	b		
Dms	0,2		0,1		0,2		SA	4,66	b	4,71	b	4,52	c		
							Dms	0,07		0,05		0,07			
Dose de N (kg/ha)															
							0	4,7	a	4,9	a	5,0	a		
							50	4,5	ab	4,9	b	4,8	b		
							100	4,6	c	4,7	c	4,5	c		
							Dms	0,1		0,1		0,1			

No 1º ano, ocorreram diferenças entre doses de N ( $P < 0,05$ ), entre doses de calcário e camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interação doses de calcário x camada ( $P < 0,01$ ). No 2º ano, ocorreram diferenças entre fontes e doses de N, entre doses de calcário, entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interações fontes x doses de N, calcário x fontes de N, camadas x fontes, camadas x doses de N e camadas x doses de calcário ( $P < 0,01$ ). No 3º ano, ocorreram diferenças entre fontes e doses de N, entre doses de calcário, entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interações calcário x fontes de N, camadas x fontes, camadas x doses de N e camadas x doses de calcário ( $P < 0,01$ ) e calcário x doses de N ( $P < 0,05$ ).



**Tabela 9.** Alteração do teor de matéria orgânica (g/kg), em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 ou 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, e de duas doses de N (50 ou 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) ou de sulfato de amônio (SA), ao final de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Camada (cm)	Testemunha			NA, 50 kg/ha N			NA, 100 kg/ha N			SA, 50 kg/ha N			SA, 100 kg/ha N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ano															
Calcário, 0 t/ha															
0-2,5	31	33	32	34	36	38	36	42	41	38	39	39	36	39	42
2,5-5	29	29	28	29	30	30	29	33	35	31	33	35	33	33	37
5-10	25	29	27	27	29	28	27	33	31	26	31	31	29	32	33
10-20	20	27	24	23	26	25	22	28	25	22	29	27	25	28	27
20-40	17	23	19	20	24	21	18	25	21	18	25	22	21	23	22
40-60	17	17	14	17	17	15	15	19	16	14	18	14	17	18	17
60-80	12	12	13	12	15	14	12	17	13	12	15	14	13	12	13
140-160	7	7	10	7	9	8	8	11	8	7	10	11	8	9	12
Calcário, 3 t/ha															
0-2,5	31	37	40	36	40	43	36	42	42	44	41	41	36	42	43
2,5-5	29	32	34	30	37	39	28	36	35	29	34	35	30	39	40
5-10	27	31	32	28	30	33	27	37	32	25	32	32	26	32	35
10-20	23	27	26	24	27	28	25	29	27	15	28	34	22	27	31
20-40	21	22	21	20	23	23	21	25	21	20	24	21	20	22	22
40-60	19	16	16	17	19	18	17	19	18	16	19	17	17	14	20
60-80	14	15	15	14	15	15	12	17	17	14	17	17	12	14	17
140-160	9	11	12	7	10	8	8	11	10	8	12	12	8	10	11
Calcário, 6 t/ha															
0-2,5	36	36	38	33	39	44	36	36	39	36	35	38	34	39	39
2,5-5	30	31	31	29	33	37	29	32	34	27	31	32	27	34	33
5-10	27	32	29	26	34	30	27	31	29	26	32	29	24	33	27
10-20	23	27	24	23	30	25	25	27	24	23	24	22	21	28	25
20-40	18	25	21	19	24	18	22	23	23	21	22	17	17	23	18
40-60	18	18	17	18	19	14	19	17	16	15	18	14	17	16	14
60-80	13	15	14	13	14	13	13	13	13	12	13	12	11	14	9
140-160	9	9	11	9	11	10	8	8	9	8	9	8	7	8	8
Ano															
Camada (cm)															
0-2,5	36 a	38 a	40 a	0	21,1 a	21,2 a	21,2 a	24,1 b	23,3 b						
2,5-5	29 b	33 b	34 b	3	21,2 a	21,6 a	24,1 b	25,3 a	25,7 a						
5-10	26 c	32 b	31 c	6	21,6 a	24,1 b	24,1 b	22,7 b	22,7 b						
10-20	22 d	27 c	26 d	Dms	0,8	0,9	0,9	1,1	1,1						
20-40	20 e	23 d	21 e												
40-60	17 f	18 e	16 f												
60-80	13 g	15 f	14 f	Test.	21,0 a	21,5 a	24,6 a	22,8 b	22,8 b						
140-160	8 h	10 g	10 g	NA	21,6 a	21,5 a	24,6 a	24,1 a	24,1 a						
Dms*	2	2	3	SA	21,2 a	21,5 a	24,6 a	24,4 a	24,4 a						
				Dms	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1						
Dose de N (kg/ha)															
				0	21,0 a	21,3 a	24,6 a	22,8 b	22,8 b						
				50	21,3 a	21,5 a	24,6 a	24,0 a	24,0 a						
				100	21,5 a	21,5 a	25,0 a	24,4 a	24,4 a						
				Dms	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1						

No 1º ano, ocorreram diferenças entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interação doses de calcário x fontes ( $P < 0,05$ ). No 2º ano, ocorreram diferenças entre camadas ( $P < 0,01$ ) e entre doses de calcário ( $P < 0,05$ ). No 3º ano, ocorreram diferenças entre doses de calcário e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interação calcário x fontes de N ( $P < 0,05$ ). Dms = diferença mínima significativa. Test. = testemunha. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.

**Tabela 10.** Alteração do teor de P-resina (mg/kg), em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 ou 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, e de duas doses de N (50 ou 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) ou de sulfato de amônio (SA), ao final de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Camada	Testemunha			NA, 50 kg/ha N			NA, 100 kg/ha N			SA, 50 kg/ha N			SA, 100 kg/ha N					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
cm	Ano																	
	Calcário, 0 t/ha																	
0-2,5	4	9	9	10	19	20	6	13	14	9	11	14	8	10	16			
2,5-5	4	5	5	6	12	12	5	9	8	6	6	6	5	5	6			
5-10	3	3	4	5	8	8	4	5	5	4	4	4	4	4	5			
10-20	2	2	3	4	5	5	3	4	4	4	3	3	3	3	4			
20-40	1	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	2	3	3			
40-60	1	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2			
60-80	1	1	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
140-160	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2			
	Calcário, 3 t/ha																	
0-2,5	9	12	8	17	24	23	16	19	16	18	24	22	11	16	21			
2,5-5	6	7	6	12	14	14	11	11	10	9	13	12	5	9	8			
5-10	4	4	4	9	8	10	7	6	7	6	8	7	4	5	5			
10-20	3	3	3	7	5	5	5	4	4	4	5	3	3	3	4			
20-40	3	2	2	4	3	3	4	3	2	3	4	2	3	3	3			
40-60	3	2	1	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	1			
60-80	3	2	1	3	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	1			
140-160	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1			
	Calcário, 6 t/ha																	
0-2,5	7	14	9	15	31	33	12	26	20	19	29	24	10	22	19			
2,5-5	5	8	5	8	18	12	8	13	9	12	20	9	7	12	8			
5-10	4	5	4	6	9	8	6	7	6	10	13	4	5	7	9			
10-20	4	3	3	4	6	3	5	11	3	5	7	3	4	4	3			
20-40	3	2	2	3	4	2	3	3	2	3	5	2	3	3	3			
40-60	2	2	1	2	3	2	3	2	1	3	3	1	3	2	2			
60-80	2	2	1	2	2	1	3	2	1	2	3	1	2	1	2			
140-160	2	2	1	2	2	1	3	2	1	2	2	1	4	1	2			
	Ano																	
	1			2			3			1			2			3		
	Camada (cm)																	
0-2,5	11 a			19 a			18 a			0			3 b			5 c		
2,5-5	7 b			11 b			9 b			3			5 a			6 b		
5-10	5 c			6 c			6 c			6			5 a			8 a		
10-20	4 d			5 cd			4 d			Dms			1			1		
20-40	3 de			3 de			3 de											
40-60	2 e			2 e			2 de											
60-80	2 e			2 e			2 de			Test.			3 b			4 b		
140-160	2 e			2 e			2 e			NA			5 a			7 a		
Dms*	2			2			2			SA			5 a			6 a		
	Dose de N (kg/ha)																	
	0																	
	50																	
	100																	
	Dms																	
	1			1			1			1			1			1		

No 1º ano, houve diferença entre doses de calcário e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e interação fontes x doses, calcário x doses de N ( $P < 0,05$ ) e camadas x calcário ( $P < 0,01$ ). No 2º ano, ocorreram diferenças entre fontes de N, entre doses de calcário, entre camadas ( $P < 0,01$ ) e entre doses de N ( $P < 0,05$ ) e houve interações doses de calcário x fontes de N, camadas x doses de calcário ( $P < 0,01$ ), camadas x fontes de N ( $P < 0,05$ ). No 3º ano, ocorreram diferenças entre fontes de N, entre doses de calcário, entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interações camadas x doses de calcário ( $P < 0,01$ ) e camadas x fontes e doses de N ( $P < 0,05$ ). Dms = diferença mínima significativa. Test. = testemunha. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.

**Tabela 11.** Alteração do teor de S-SO<sub>4</sub> (mg/kg), em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 ou 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, e de duas doses de N (50 ou 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) ou de sulfato de amônio (SA), ao final de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Camada (cm)	Testemunha			NA, 50 kg/ha N			NA, 100 kg/ha N			SA, 50 kg/ha N			SA, 100 kg/ha N			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Ano																
Calcário, 0 t/ha																
0-2,5	6	7	6	12	11	9	21	23	21	31	36	30	49	55	42	
2,5-5	8	9	6	15	16	11	23	25	22	36	36	28	55	61	47	
5-10	10	11	5	18	18	15	25	27	23	40	44	29	61	62	48	
10-20	12	15	6	22	22	15	30	34	25	43	48	32	68	69	58	
20-40	15	19	9	27	28	16	33	39	29	49	59	38	74	78	64	
40-60	18	22	11	32	31	21	37	40	33	54	60	45	85	85	72	
60-80	20	23	14	37	35	24	41	42	35	58	62	48	93	99	83	
140-160	5	5	4	6	8	13	10	11	9	8	13	19	9	18	17	
Calcário, 3 t/ha																
0-2,5	6	6	4	11	11	9	16	15	14	27	32	36	42	55	60	
2,5-5	7	8	5	13	12	11	18	18	13	30	34	38	47	60	60	
5-10	8	9	6	15	12	12	20	22	13	33	38	41	52	60	62	
10-20	9	10	7	18	16	14	24	25	15	38	43	45	59	62	67	
20-40	12	13	7	21	18	15	29	31	19	43	45	47	75	76	70	
40-60	15	16	8	24	22	17	33	33	26	48	50	52	84	95	90	
60-80	16	17	8	26	23	19	37	38	31	55	57	56	91	102	97	
140-160	5	5	4	4	6	5	5	5	7	9	23	21	10	16	19	
Calcário, 6 t/ha																
0-2,5	7	7	8	11	11	12	23	23	19	36	38	34	50	59	65	
2,5-5	8	8	9	13	13	13	25	25	20	41	44	38	54	64	67	
5-10	10	8	11	17	15	14	28	26	20	46	48	41	59	66	67	
10-20	11	9	11	20	18	16	31	30	23	50	51	44	65	71	70	
20-40	12	11	10	21	20	17	34	33	23	56	58	46	72	80	72	
40-60	14	13	11	25	22	20	37	35	26	62	65	50	83	94	84	
60-80	15	15	11	28	26	21	45	39	29	68	71	59	93	104	88	
140-160	4	6	5	6	6	6	7	6	5	10	13	13	11	19	15	
Ano																
Camada (cm)																
Dose de calcário (t/ha)																
0-2,5	23	f	26	f	25	c	0	32	a	35	a	27	b			
2,5-5	26	ef	29	ef	26	c	3	28	b	31	b	29	ab			
5-10	29	e	31	de	27	bc	6	33	a	34	a	30	a			
10-20	33	d	35	d	30	bc	Dms	2		2		2				
20-40	38	c	41	c	32	b										
40-60	43	b	46	b	38	a										
60-80	48	a	50	a	42	a	Test.	11	c	11	c	7	c			
140-160	7	g	11	g	11	d	NA	22	b	22	b	18	b			
Dms	5		5		6		SA	50	a	56	a	50	a			
							Dms	2		2		3				
Dose de N (kg/ha)																
							0	11	c	11	c	8	c			
							50	29	b	31	b	27	b			
							100	43	a	47	a	41	a			
							Dms	2		2		3				

No 1º ano, houve diferença entre fontes, entre doses de N, entre doses de calcário e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e interação fontes x doses, camadas x fontes, e camadas x doses de N ( $P < 0,01$ ). No 2º ano, ocorreram diferenças entre fontes e doses de N, entre camadas ( $P < 0,01$ ), entre doses de calcário ( $P < 0,05$ ) e houve interações fontes x doses de N, camadas x fontes e doses de N ( $P < 0,01$ ), e calcário x fontes de N ( $P < 0,05$ ). No 3º ano, ocorreram diferenças entre fontes e doses de N, e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interações doses de calcário x fontes de N, e camadas x fontes e doses de N ( $P < 0,01$ ). Dms = diferença mínima significativa. Test. = testemunha. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.

**Tabela 12.** Alteração do teor de N-NO<sub>3</sub> (mg/kg), em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 ou 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, e de duas doses de N (50 ou 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) ou de sulfato de amônio (SA), ao final de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Camada (cm)	Testemunha			NA, 50 kg/ha N			NA, 100 kg/ha N			SA, 50 kg/ha N			SA, 100 kg/ha N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ano															
Calcário, 0 t/ha															
0-2,5	.	3	2	.	9	7	.	30	27	.	8	7	.	16	17
2,5-5	.	3	2	.	8	5	.	28	21	.	7	7	.	15	16
5-10	.	2	1	.	10	8	.	29	20	.	11	8	.	18	11
10-20	.	2	2	.	6	8	.	18	13	.	7	6	.	7	5
20-40	.	1	2	.	6	7	.	9	7	.	6	5	.	6	5
40-60	.	1	2	.	6	5	.	6	5	.	4	6	.	6	5
60-80	.	2	2	.	3	5	.	5	4	.	3	3	.	4	3
140-160	.	1	1	.	2	1	.	2	3	.	3	2	.	2	2
Calcário, 3 t/ha															
0-2,5	.	6	3	.	43	42	.	68	67	.	16	8	.	32	28
2,5-5	.	5	3	.	39	24	.	70	58	.	15	8	.	36	20
5-10	.	4	3	.	28	21	.	61	48	.	18	8	.	33	27
10-20	.	4	4	.	14	9	.	36	24	.	9	6	.	27	11
20-40	.	3	3	.	6	6	.	17	12	.	5	4	.	11	11
40-60	.	2	2	.	6	4	.	7	5	.	5	5	.	7	7
60-80	.	2	2	.	5	4	.	4	4	.	5	3	.	4	4
140-160	.	1	1	.	2	2	.	2	2	.	2	1	.	2	2
Calcário, 6 t/ha															
0-2,5	.	5	4	.	36	26	.	72	66	.	14	16	.	30	28
2,5-5	.	5	4	.	40	31	.	72	49	.	14	9	.	28	20
5-10	.	4	2	.	39	27	.	62	51	.	10	5	.	22	18
10-20	.	3	2	.	28	21	.	28	33	.	7	4	.	22	16
20-40	.	3	3	.	18	13	.	12	11	.	5	4	.	13	10
40-60	.	3	1	.	8	7	.	12	9	.	4	5	.	6	3
60-80	.	3	2	.	6	4	.	4	5	.	1	2	.	3	2
140-160	.	1	1	.	2	2	.	4	3	.	1	2	.	2	2
Ano															
Camada (cm)															
	1	2	3		1	2	3		1	2	3		1	2	3
0-2,5	-	26 a	23 a	0	-	8 b	7 b	Dose de calcário (t/ha)							
2,5-5	-	26 a	18 b	3	-	17 a	13 a	Fonte de N							
5-10	-	23 a	17 b	6	-	16 a	13 a	Dose de N (kg/ha)							
10-20	-	15 b	11 c	Dms	-	2	2	0							
20-40	-	8 c	7 d					50							
40-60	-	6 cd	5 de					100							
60-80	-	3 d	3 e	Test.	-	3 c	2 c	Dms							
140-160	-	2 d	2 e	NA	-	21 a	17 a	0							
Dms		5	4	SA	-	11 b	9 b	50							
				Dms	-	2	2	100							
								Dms							
								0							
								50							
								100							
								Dms							

No 1º ano houve diferença entre fontes ( $P < 0,01$ ), entre doses de N ( $P < 0,01$ ), entre camadas ( $P < 0,1$ ) e interação fontes x doses, camadas x fontes, e camadas x doses ( $P < 0,05$ ). No 2º e no 3º ano ocorreram diferenças entre fontes e doses de N, entre doses de calcário e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e interações doses de calcário x fontes de N, camadas x fontes e doses de N ( $P < 0,01$ ), fontes x doses de N, e calcário x doses de N ( $P < 0,05$ ). Dms = diferença mínima significativa. Test. = testemunha. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.

**Tabela 13.** Alteração do teor de potássio trocável (mmol/dm<sup>3</sup>), em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 ou 6 t/ha), aplicado na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, e de duas doses de N (50 ou 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) ou de sulfato de amônio (SA), ao final de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Camada (cm)	Testemunha			NA, 50 kg/ha N			NA, 100 kg/ha N			SA, 50 kg/ha N			SA, 100 kg/ha N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ano															
Calcário, 0 t/ha															
0-2,5	1,7	1,7	1,9	3,3	3,6	3,8	4,9	4,8	4,6	3,3	2,6	2,8	3,4	3,6	3,6
2,5-5	1,1	1,2	1,3	2,4	2,5	2,5	3,9	3,2	2,6	2,2	2,2	2,2	2,8	2,6	2,4
5-10	1,2	1,1	1,1	2,2	1,8	2,1	2,2	2,5	2,3	1,5	1,5	1,8	2,3	1,9	2,2
10-20	1,0	0,8	0,7	1,1	1,0	1,2	1,4	1,5	1,2	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	1,7
20-40	0,8	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,8	0,9	0,8	0,7	0,6	0,8	0,8	0,7	1,0
40-60	0,6	0,3	0,2	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,5	0,8	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7
60-80	0,4	0,2	0,2	0,6	0,2	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4
140-160	0,2	0,1	0,1	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2
Calcário, 3 t/ha															
0-2,5	1,5	2,0	1,9	3,8	3,5	4,0	4,2	4,7	4,6	3,2	3,4	3,1	3,2	3,1	3,1
2,5-5	1,1	1,4	1,5	2,1	3,0	2,7	2,9	3,3	3,4	2,1	2,3	2,2	2,3	2,6	2,5
5-10	0,9	1,2	1,2	1,5	1,9	2,2	2,5	2,7	2,6	1,5	2,0	1,7	1,7	2,2	2,1
10-20	0,7	0,7	1,1	1,0	0,9	1,4	1,3	1,7	1,7	1,0	1,3	1,2	1,1	1,7	1,3
20-40	0,6	0,5	0,6	0,8	0,7	0,9	1,0	1,1	1,5	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1
40-60	0,5	0,3	0,5	0,8	0,3	0,6	0,9	0,5	1,1	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	1,2
60-80	0,5	0,2	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	0,7	0,4	0,3	0,7	0,4	0,3	0,9
140-160	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3
Calcário, 6 t/ha															
0-2,5	1,8	1,9	1,9	3,6	2,9	3,3	4,2	3,8	3,9	2,9	2,4	2,8	3,4	2,8	3,2
2,5-5	1,2	1,2	1,3	2,4	2,1	2,2	3,2	2,9	3,0	2,3	1,8	1,9	2,0	2,1	2,4
5-10	1,3	1,3	0,9	1,8	1,8	1,8	2,2	2,8	2,3	1,8	1,6	1,4	1,8	1,7	1,8
10-20	0,9	0,7	0,6	0,9	1,1	1,2	1,4	2,5	1,4	1,4	0,9	1,2	1,4	1,2	1,3
20-40	0,7	0,5	0,5	0,7	0,6	0,6	0,9	1,0	1,1	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9	1,1
40-60	0,5	0,3	0,3	0,6	0,4	0,5	1,0	0,4	1,4	0,7	0,3	0,5	0,8	0,4	0,8
60-80	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0,7
140-160	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,8
Ano															
Camada (cm)															
	1	2		3		2		3		2		3		3	
0-2,5	3,2 a	3,1 a		3,2 a	0	1,4 a		1,3 ab	1,3 b	1,3 ab		1,3 b	1,3 b		1,3 b
2,5-5	2,3 b	2,3 b		2,3 b	3	1,3 a		1,4 a	1,4 a	1,4 a		1,5 a	1,5 a		1,5 a
5-10	1,8 c	1,9 c		1,8 c	6	1,3 a		1,2 b	1,2 b	1,2 b		1,3 b	1,3 b		1,3 b
10-20	1,1 d	1,2 d		1,2 d	Dms	0,1		0,1	0,1	0,1		0,1	0,1		0,1
20-40	0,8 e	0,7 e		0,8 e											
40-60	0,7 e	0,4 f		0,7 e											
60-80	0,5 f	0,3 f		0,4 f	Test.	0,8 c		0,8 c	0,8 c	0,8 c		0,8 c	0,8 c		0,8 c
140-160	0,3 f	0,2 f		0,3 f	NA	1,6 a		1,5 a	1,5 a	1,5 a		1,6 b	1,6 b		1,6 b
Dms	0,3	0,2		0,2	SA	1,3 b		1,3 b	1,3 b	1,3 b		1,4 a	1,4 a		1,4 a
					Dms	0,1		0,1	0,1	0,1		0,1	0,1		0,1
Dose de N (kg/ha)															
					0	0,8 c		0,8 c	0,8 c	0,8 c		0,8 c	0,8 c		0,8 c
					50	1,3 b		1,2 b	1,2 b	1,2 b		1,3 b	1,3 b		1,3 b
					100	1,6 a		1,6 a	1,6 a	1,6 a		1,7 a	1,7 a		1,7 a
					Dms	0,1		0,1	0,1	0,1		0,1	0,1		0,1

No 1º ano, houve diferença entre fontes, entre doses de N e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e interações fontes x doses de N, camadas x fontes, e camadas x doses ( $P < 0,05$ ). No 2º ano, ocorreram diferenças entre fontes e doses de N, entre camadas ( $P < 0,01$ ), e entre doses de calcário ( $P < 0,05$ ) e houve interações fontes x doses de N, camadas x fontes, camadas x doses de N ( $P < 0,01$ ) e camadas x doses de calcário ( $P < 0,05$ ). No 3º ano, ocorreram diferenças entre fontes e doses de N, entre doses de calcário, e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interações camadas x fontes de N ( $P < 0,01$ ) e calcário x fontes de N ( $P < 0,05$ ). Dms = diferença mínima significativa. Test. = testemunha. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.

**Tabela 14.** Alteração do teor de cálcio trocável ( $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$ ), em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 ou 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, e de duas doses de N (50 ou 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) ou de sulfato de amônio (SA), ao final de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Camada (cm)	Testemunha			NA, 50 kg/ha N			NA, 100 kg/ha N			SA, 50 kg/ha N			SA, 100 kg/ha N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ano															
Calcário, 0 t/ha															
0-2,5	14	16	17	9,0	10	9,3	6,3	8,3	6,3	7,0	13	6,7	4,7	6,0	5,0
2,5-5	10	12	15	8,3	8,3	7,7	5,3	6,7	5,3	7,3	9,3	4,7	4,7	5,0	3,7
5-10	8,0	9,0	12	8,3	6,7	10	5,7	5,7	4,7	8,0	8,7	4,3	5,3	4,3	3,7
10-20	6,7	6,0	9,7	7,7	5,0	10	5,7	5,0	4,3	8,7	7,3	6,3	7,0	5,0	3,0
20-40	5,7	5,3	9,3	7,3	5,7	9,7	5,0	5,3	4,7	8,7	7,3	7,0	7,3	5,7	4,0
40-60	5,3	5,3	4,7	6,0	4,7	8,3	4,7	3,7	3,3	7,7	6,0	5,7	5,3	5,3	5,3
60-80	4,0	4,3	4,0	3,3	3,0	6,3	3,3	3,7	4,0	3,7	5,3	5,3	3,7	4,0	5,0
140-160	2,0	2,7	2,7	3,0	2,3	2,0	2,7	2,3	3,0	2,0	4,0	3,3	2,0	3,3	3,0
Calcário, 3 t/ha															
0-2,5	43	51	58	43	55	47	48	40	39	33	36	33	35	38	10
2,5-5	26	33	44	24	35	32	31	24	20	21	31	18	29	29	5,3
5-10	20	18	25	17	22	22	26	20	27	23	20	16	20	19	6,0
10-20	12	12	17	11	17	14	12	13	9,3	12	14	11	13	13	4,0
20-40	6,3	8,3	11	9,3	13	9,7	11	7,3	7,3	9,3	9,3	9,7	11	10	5,7
40-60	7,0	7,3	8,0	7,3	11	6,3	9,0	5,7	5,0	6,3	7,0	6,0	8,0	7,7	5,7
60-80	6,0	5,7	6,7	4,3	8,0	4,7	5,3	5,7	4,3	4,0	4,3	4,0	4,3	5,0	5,0
140-160	2,3	4,7	3,0	2,0	4,7	2,0	2,3	3,0	2,3	2,3	3,0	2,3	2,7	3,0	1,7
Calcário, 6 t/ha															
0-2,5	64	77	66	64	90	81	58	93	57	82	61	64	53	47	38
2,5-5	32	52	38	35	64	59	38	66	43	50	46	36	33	27	23
5-10	25	29	24	24	45	40	36	42	28	41	32	22	25	18	20
10-20	14	21	18	15	28	20	16	24	11	22	24	13	15	11	13
20-40	11	13	9	13	19	19	11	13	7,3	12	12	13	16	8,3	11
40-60	10	12	10	8,3	11	10	13	8,7	7,3	11	6,7	6,0	10	8,0	8,3
60-80	4,7	7,3	4,7	6,3	6,7	3,3	6,7	6,3	3,3	5,7	4,3	5,0	5,7	6,0	7,7
140-160	3,0	4,0	2,0	2,7	3,7	3,7	2,3	4,0	2,7	2,7	3,0	2,3	2,7	3,3	5,0
Ano															
Camada (cm)															
Dose de calcário (t/ha)															
0-2,5	38 a	43 a	36 a	0	6 a	6 c	6 c	6 c	6 c	6 c	6 c	6 c	6 c	6 c	6 c
2,5-5	24 b	30 b	23 b	3	15 b	17 b	14 b	14 b	14 b	14 b	14 b	14 b	14 b	14 b	14 b
5-10	19 c	20 c	18 c	6	23 c	26 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a	21 a
10-20	12 d	14 d	11 d	Dms	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20-40	10 d	10 de	9 d												
40-60	8 de	7 ef	7 de												
60-80	5 ef	5 ef	5 de	Test.	14 a	17 a	17 a	17 a	17 a	17 a	17 a	17 a	17 a	17 a	17 a
140-160	2 f	3 f	3 e	NA	15 a	19 a	16 b	16 b	16 b	16 b	16 b	16 b	16 b	16 b	16 b
Dms*	5	5	6	SA	15 a	14 b	11 c	11 c	11 c	11 c	11 c	11 c	11 c	11 c	11 c
				Dms	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Dose de N (kg/ha)															
				0	14,2 a	17,3 a	17,5 a	17,5 a	17,5 a	17,5 a	17,5 a	17,5 a	17,5 a	17,5 a	17,5 a
				50	15,2 a	17,8 a	15,5 b	15,5 b	15,5 b	15,5 b	15,5 b	15,5 b	15,5 b	15,5 b	15,5 b
				100	14,3 a	14,8 b	10,6 c	10,6 c	10,6 c	10,6 c	10,6 c	10,6 c	10,6 c	10,6 c	10,6 c
				Dms	1,9	2,3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7

No 1º ano, houve diferença entre doses de calcário e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e interações fontes x doses, calcário x doses de N ( $P < 0,05$ ) e camadas x calcário ( $P < 0,01$ ). No 2º ano, ocorreram diferenças entre fontes de N, entre doses de calcário, entre camadas ( $P < 0,01$ ), e entre doses de N ( $P < 0,05$ ) e houve interações doses de calcário x fontes de N, camadas x doses de calcário ( $P < 0,01$ ), e camadas x fontes de N ( $P < 0,05$ ). No 3º ano, ocorreram diferenças entre fontes de N, entre doses de calcário, e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interações camadas x doses de calcário ( $P < 0,01$ ) e camadas x fontes e doses de N ( $P < 0,05$ ). Dms = diferença mínima significativa. Test. = testemunha. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.



**Tabela 16.** Alteração da saturação por bases (%), em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 ou 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, e de duas doses de N (50 ou 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) ou de sulfato de amônio (SA), ao final de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Camada (cm)	Testemunha			NA, 50 kg/ha N			NA, 100 kg/ha N			SA, 50 kg/ha N			SA, 100 kg/ha N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ano															
Calcário, 0 t/ha															
0-2,5	34	41	38	27	26	24	24	22	17	21	27	14	11	15	12
2,5-5	26	32	31	22	22	20	23	18	13	16	21	11	10	12	8
5-10	21	25	26	21	18	21	14	16	12	18	19	10	12	10	8
10-20	18	18	20	20	16	23	13	15	13	21	18	14	17	11	7
20-40	16	17	20	19	18	24	12	14	12	21	20	20	20	16	11
40-60	15	18	16	18	17	23	13	13	11	21	20	22	17	18	18
60-80	14	18	16	13	15	23	10	14	15	13	20	20	14	17	19
140-160	9	13	12	13	13	11	11	13	14	10	20	18	10	17	14
Calcário, 3 t/ha															
0-2,5	82	83	87	79	79	77	72	75	63	71	70	61	65	68	23
2,5-5	62	66	79	57	70	68	56	56	45	50	60	37	52	54	11
5-10	52	48	62	44	54	54	51	49	45	46	49	34	43	44	13
10-20	32	30	45	32	41	36	32	36	24	33	39	23	31	33	8
20-40	19	24	33	24	32	26	32	25	26	26	25	26	31	30	15
40-60	21	22	26	21	31	21	29	21	21	20	24	21	22	30	18
60-80	21	22	23	15	27	17	19	23	19	14	18	15	16	25	22
140-160	12	23	14	11	19	10	12	15	13	11	15	11	12	16	9
Calcário, 6 t/ha															
0-2,5	84	90	84	85	90	86	80	90	81	87	86	82	80	77	57
2,5-5	58	81	73	57	87	76	65	86	68	72	74	64	55	59	39
5-10	54	71	58	55	80	68	65	80	56	70	59	45	55	44	35
10-20	37	51	35	37	64	48	40	63	30	50	45	29	36	29	23
20-40	29	34	25	34	45	37	31	32	24	31	30	29	38	24	26
40-60	30	33	29	24	32	30	36	27	25	30	22	22	28	27	25
60-80	17	28	17	22	28	16	21	23	14	18	19	21	20	25	26
140-160	14	20	12	12	21	18	11	19	15	11	16	12	12	16	20
Ano															
Camada, cm															
Dose de calcário (t/ha)															
0-2,5	60	a	63	a	54	a	0	17	c	18	c		17	c	
2,5-5	45	b	53	b	43	b	3	36	b	39	b		32	b	
5-10	41	b	44	c	37	c	6	42	a	48	a		40	a	
10-20	30	c	34	d	25	d	Dms	2		2			3		
20-40	26	cd	26	e	24	de									
40-60	23	d	24	e	22	de									
60-80	16	e	21	e	19	ef	Test.	32	a	38	a		37	a	
140-160	11	f	17	f	14	f	NA	32	a	37	a		32	b	
Dms	6		5		6		SA	31	a	32	b		24	c	
							Dms	2		2			3		
Dose de N (kg/ha)															
							0	32	a	38	a		37	a	
							50	32	a	37	a		32	b	
							100	31	a	33	b		24	c	
							Dms	2		2			3		

No 1º ano, houve diferença entre doses de calcário e camadas ( $P < 0,01$ ) e interação camadas x calcário ( $P < 0,01$ ). No 2º ano, ocorreram diferenças x fontes e doses de N, entre doses de calcário, e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interações doses de calcário x fontes de N, camadas x doses de calcário ( $P < 0,01$ ), e camadas x fontes de N ( $P < 0,05$ ). No 3º ano, ocorreram diferenças entre fontes e doses de N, entre doses de calcário, e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interações camadas x fontes de N, camadas x doses de calcário ( $P < 0,01$ ), doses de calcário x fontes de N, e camadas x doses de N ( $P < 0,05$ ). Dms = diferença mínima significativa. Test. = testemunha. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.



**Tabela 17.** Alteração da saturação por alumínio (%), em profundidade, em função de doses de calcário (0, 3 ou 6 t/ha), aplicadas na superfície do solo sob pastagem de capim-braquiária, cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com 30% de argila, e de duas doses de N (50 ou 100 kg/ha por aplicação) na forma de nitrato de amônio (NA) ou de sulfato de amônio (SA), ao final de cinco períodos de corte espaçados de 35 dias na estação chuvosa, em 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Camada (cm)	Testemunha			NA, 50 kg/ha N			NA, 100 kg/ha N			SA, 50 kg/ha N			SA, 100 kg/ha N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ano															
Calcário, 0 t/ha															
0-2,5	8	11	11	19	24	33	32	31	36	35	36	60	59	59	67
2,5-5	18	20	25	26	37	44	38	45	57	42	42	70	67	67	74
5-10	21	23	29	26	38	42	46	48	59	38	46	69	64	67	75
10-20	28	33	38	28	40	33	44	47	59	27	42	54	50	65	77
20-40	35	36	41	29	34	32	46	44	57	21	34	39	37	52	67
40-60	36	38	45	24	30	28	50	52	58	27	30	26	40	36	42
60-80	37	34	39	34	34	26	55	44	50	37	27	28	45	29	35
140-160	29	25	32	22	26	37	20	34	28	41	21	23	28	17	23
Calcário, 3 t/ha															
0-2,5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	41
2,5-5	0	0	0	0	0	1	6	3	2	5	5	8	6	8	59
5-10	0	4	0	3	0	1	7	8	2	10	6	12	7	12	61
10-20	11	12	2	11	5	0	13	13	14	13	13	22	14	24	70
20-40	29	27	16	24	17	9	14	21	12	17	26	19	12	18	48
40-60	24	26	24	24	22	22	19	29	17	24	26	24	16	22	34
60-80	29	18	21	38	20	25	22	20	16	34	31	33	27	19	22
140-160	27	9	14	28	16	29	29	23	17	22	23	27	24	27	35
Calcário, 6 t/ha															
0-2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2,5-5	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	21
5-10	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	4	2	8	24
10-20	5	0	11	9	0	0	4	0	7	2	5	18	8	25	41
20-40	7	14	24	16	2	9	10	12	7	12	16	21	10	23	37
40-60	10	19	20	17	16	24	8	21	12	15	24	30	13	21	22
60-80	21	17	14	14	13	22	25	21	27	20	24	18	22	22	9
140-160	18	20	10	12	15	21	22	19	24	21	21	27	24	24	20
Ano															
Camada (cm)															
Dose de calcário (t/ha)															
0-2,5	10	e	11	e	17	b	0	35	a	37	a	44	a		
2,5-5	15	de	15	de	24	ab	3	15	b	14	b	19	b		
5-10	15	de	17	cd	25	ab	6	9	c	10	c	13	c		
10-20	18	cd	22	bc	30	a	Dms	2		2		4			
20-40	21	bc	25	ab	29	a									
40-60	23	bc	27	a	29	a									
60-80	31	a	25	ab	26	ab	Test.	17	b	16	c	17	b		
140-160	24	b	21	bc	25	ab	NA	19	b	19	b	21	b		
Dms*	6		6		10		SA	22	a	24	a	34	a		
							Dms	3		2		4			
Dose de N (kg/ha)															
							0	17	b	16	c	17	c		
							50	18	b	19	b	22	b		
							100	23	a	25	a	33	a		
							Dms	3		2		4			

No 1º ano, houve diferença entre fontes de N ( $P < 0,05$ ), entre doses de N, entre doses de calcário e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e interações calcário x doses de N, camadas x calcário ( $P < 0,01$ ), calcário x fontes de N, e camadas x fontes de N ( $P < 0,05$ ). No 2º ano, ocorreram diferenças entre fontes e doses de N, entre doses de calcário, e entre camadas ( $P < 0,01$ ) e houve interações doses de calcário x doses de N, camadas x doses de calcário ( $P < 0,01$ ) e camadas x fontes de N ( $P < 0,05$ ). No 3º ano, ocorreram diferenças entre fontes e doses de N, entre doses de calcário ( $P < 0,01$ ) e entre camadas ( $P < 0,05$ ) e houve interações camadas x fontes de N, camadas x doses de calcário ( $P < 0,01$ ), doses de calcário x fontes e doses de N, e camadas x doses de N ( $P < 0,05$ ). Dms = diferença mínima significativa. Test. = testemunha. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.

**Tabela 18.** Extração de nitrogênio (kg/ha) pela forragem de *Brachiaria decumbens*, cultivada em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico com duas doses de calcário dolomítico aplicado em superfície, e duas doses de N na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), em cinco cortes espaçados de 35 dias nas estações chuvosas de 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Dose calcário (t/ha)	Test.	Tratamento com N						Média
		Nitrato de amônio			Sulfato de amônio			
				(kg/ha por ano)				
	0	50	100	média	50	100	média	
				ano 1				
0	10	97	175	136	104	173	139	112 a
3	12	102	159	131	78	164	121	103 a
6	12	88	173	131	94	145	120	102 a
Média1	11	96	169		92	161		
				ano 2				
0	10	89	161	125	99	172	136	106 a
3	14	101	160	130	93	183	138	110 a
6	14	90	168	129	91	174	133	107 a
Média2	13	93	163		94	177		
				ano 3				
0	19	120	199	160	140	197	169	135 a
3	17	127	217	172	131	197	164	138 a
6	17	131	199	165	144	219	181	142 a
Média3	18	126	205		138	204		
Média N	14	105	179		108	180		

Houve diferença significativa entre médias de fontes e a testemunha ( $P < 0,05$ ; dms de 11/1 ano, de 10/2 ano e de 13/3 ano), e entre doses ( $P < 0,01$ ; dms de 11/1 ano, de 10/2 ano e de 13/3 ano). Média N = média geral do nitrogênio. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.

**Tabela 19.** Extração de cálcio pela forragem de *Brachiaria decumbens*, cultivada em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico com duas doses de calcário dolomítico aplicado em superfície, e duas doses de N na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), em cinco cortes espaçados de 35 dias nas estações chuvosas de 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Dose calcário (t/ha)	Test.	Tratamento com N						Média
		Nitrato de amônio			Sulfato de amônio			
				(kg/ha por ano)				
	0	50	100	média	50	100	média	
				ano 1				
0	3	20	23	21	22	23	23	18 a
3	3	21	26	24	17	26	21	19 a
6	3	19	30	25	21	23	22	19 a
Média1	3	20	26		20	24		
				ano 2				
0	4	24	22	23	22	23	22	19 b
3	6	29	28	29	29	34	32	25 a
6	6	30	30	32	30	34	32	27 a
Média2	5	27	28		27	30		
				ano 3				
0	5	21	16	19	21	16	19	16 c
3	5	25	30	28	27	27	27	23 b
6	4	28	30	29	33	31	32	25 a
Média3	5	25	26		27	25		
Média N	4	24	27		25	26		

Houve diferença significativa entre médias de fontes e a testemunha ( $P < 0,05$ ; dms de 3/1 ano, de 2/2 e 3 ano), e entre doses ( $P < 0,01$ ; dms de 3/1 ano, de 2/2 e 3 ano). Média N = média geral do nitrogênio. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.

**Tabela 20.** Produção de matéria seca de forragem de *Brachiaria decumbens* por unidade de nitrogênio aplicado (eficiência de uso de N), cultivada em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com duas doses de calcário dolomítico aplicado em superfície, e duas doses de N na forma de nitrato de amônio (NA) e de sulfato de amônio (SA), em cinco cortes espaçados de 35 dias nas estações chuvosas de 2004-2005, 2005-2006 e 2006-2007, em São Carlos, SP.

Dose calcário (t/ha)	Test.	Tratamento com N						Média
		Nitrato de amônio		Sulfato de amônio				
		50	100	(kg MS/ha por kg N)				
	0			média	50	100	média	
				ano 1				
0	-	26	18	22	27	18	23	22 a
3	-	25	17	21	18	17	18	19 a
6	-	22	19	21	23	15	19	29 a
Média1		24	18		23	17		
				ano 2				
0	-	21	15	18	22	16	19	18 a
3	-	23	14	19	22	16	19	19 a
6	-	22	16	19	21	16	19	19 a
Média2		22	15		22	16		
				ano 3				
0	-	28	17	22	30	16	23	23 a
3	-	29	20	25	29	19	24	24 a
6	-	30	19	25	32	19	26	25 a
Média3		29	19		30	18		
Média N		25	17		25	17		

Não houve diferença significativa entre médias de fontes para cada dose de calcário. Ocorreu diferença entre doses de N ( $P < 0,01$ ; dms de 2), e tendência para doses de calcário e a testemunha ( $P < 0,06$ ; dms de 3) no primeiro ano. Média N = média geral do N. Letras diferentes significam médias diferentes entre si no nível de 5%.

## Referências bibliográficas

ABRUÑA, F.; VICENTE-CHANDLER, J.; PEASON, R. Effect of lime on yields and composition of heavily fertilized grasses and on soil properties under humid tropical conditions. **Proceedings of Soil Science of America**, Madison, v. 228, p. 657-661, 1964.

ANJOS, J. T.; ROWELL, D. L. Perdas de calcário em solos: efeito de doses de óxido de cálcio, temperatura e períodos de secagem, em colunas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 75-81, 1983.

BEN, J. R.; POETTKER, D.; FONTANELLI, R. S.; WIETHOELTER, S. Efeito da aplicação de calcário na superfície do solo sobre fatores de acidez em campo nativo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., Passo Fundo, 1997. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1997. p. 209-211.

BOLAN, N. S.; SYERS, J. K.; SUMNER, M. E. Calcium-induced sulfate adsorption by soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 57, n. 2, p. 691-696, 1993.

CARVALHO, M. M.; MARTINS, C. E.; SIQUEIRA, C.; SARAIVA, O.F. Crescimento de uma espécie de braquiária, na presença de calagem em cobertura e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 69-74, 1992.

CORRÊA, L. A.; FREITAS, A. R.; BATISTA, L. A. R. Níveis de nitrogênio e frequência de corte em 12 gramíneas forrageiras tropicais. I. Produção de matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998a. p. 304.

CORRÊA, L. A.; FREITAS, A. R.; BATISTA, L. A. R. Níveis de nitrogênio e frequência de corte em 12 gramíneas forrageiras tropicais. II. Qualidade de forragem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998b. p. 518.

GOEDERT, J. W. Critérios para recomendação de adubação e calagem. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D. de; LOURENÇO, S. (Eds). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa, SEA, 1999. p. 361-392. (Embrapa, SEA. Documentos, 3).

GOMES, A. S.; VERNETTI JÚNIOR, F. J.; SILVEIRA, L. D. N. Manejo da calagem no sistema plantio direto, em solo de várzea, sob condições naturais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., Passo Fundo, 1997. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1997. p. 213-216.

JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; RIBEIRO, A. C.; SOPRANO, E. Efeito da calagem na dispersão de argila em um Latossolo Vermelho-Escuro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 33, n. 189, p. 456-460, 1986.

LITTELL, R. C.; HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 4, p. 1216-1231, 1998.

LITTELL, R. C., MILLIKEN, G. A., STROUP, W. W. **SAS System for Mixed Models**. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1996. 633 p.

LOPES, A. S. **Solos sob "cerrado"**: características, propriedades e manejo. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e do Fosfato, 1984. 162 p.

LUMBANRAJA, J.; EVANGELOU, V. P. Acidification and liming influence on surface charge behavior of Kentucky subsoils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 54, n. 1, p. 26-34, 1991.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.

MARTHA JR., G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; ALVES, M. C. Nitrogen recovery and loss in a fertilized elephant grass pasture. **Grass and Forage Science**, v. 59, n. 1, p. 80–90, 2004.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 411-416, 1993.

MORA, M. L.; BAEZA, G.; PIZARRO, C.; DEMANET, R. Effect of calcitic and dolomitic lime on physicochemical properties of a Chilean andisol. **Communication on Soil and Plant Analysis**, v. 30, n. 3-4, p. 427-439, 1999.

MUZILLI, O. O manejo da fertilidade do solo. In: **Plantio direto no estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. 244 p. (IAPAR. Circular, 23).

OLIVEIRA, M. L.; GARCIA, R. V.; MELLO, J. W. V.; PRIMAVESI, O. Efeito do tipo de manejo sobre o caráter eletroquímico de um Latossolo Vermelho-Amarelo do estado de São Paulo. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 14., Temuco, 1999. **Resúmenes...** Temuco: Universidad de La Frontera, 1999. p. 12.

OLIVEIRA, P. P. A. Recuperação de pastagens. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. de; SILVA, S. C. da; FARIA, V. P. de. (Ed.). **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS**, 24., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2007. p. 39-73.

OLIVEIRA, P. P. A.; BOARETTO, A. E.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Liming and fertilization for restoring degraded *Brachiaria decumbens* pasture on sandy soil. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 1, p. 125-131, 2003.

OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W. S.; CORSI, M. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolo Quartzarênico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1121-1129, 2005.

PAVAN, M. A. Ciclagem de nutrientes e mobilidade de íons no solo sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v. 41, n. set/out, p. 8-11, 1997.

PEIXOTO, R. T. G.; TRAINA, S. J.; BIGHAM, J. M. Matéria orgânica e a geração de cargas elétricas em solos do Paraná. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 2., São Carlos, 1997. **Anais...** São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 1997. p. 186.

POETTKER, D.; BEN, J. R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, n. 4, p. 675-684, 1998.

PRADO, R. M. Influência da saturação de bases na implantação do sistema de plantio direto em solo de cerrado. I. Efeito na produção da cultura da soja. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 74, n. 3, p. 269-277, 1999.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORREA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.

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**: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 42 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 30).

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G. **Adubação com uréia em pastagem de *Brachiaria brizantha* sob manejo rotacionado**: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2003. 6 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado Técnico, 41)



PRIMAVESI, O., PRIMAVESI, A. C. Necessidade de monitoramento da lixiviação do cálcio, de calcário aplicado na superfície, em pastagens manejadas intensivamente, como suporte à agropecuária de precisão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 1., 1996, São Carlos, SP. **Anais...** Brasília: CNPDIA, SPI, 1997. p. 433-439.

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**, Piracicaba, v. 74, n. 2, p. 249-265, 1999.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. A.; ARMELIN, M. J. A. Calagem em pastagem degradada de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) intensamente adubada com nitrogênio em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, SBZ, 2005. 1 CD-ROM, Anais de Artigos, Área Forragem: 5 p. (código 4\_Forragem\554.htm).

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, 2004. 32 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 37).

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafós, 1991. 343 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; CAMARGO, A. P.; SOARES, E. Perdas de cálcio e magnésio durante cinco anos em ensaio de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 33-37, 1982.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, Fundação IAC, 1996. 285 p. (IAC. Boletim Técnico, 100)

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.

SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Fundação ABC, 1995. 96 p.

SANDANAM, S.; KRISHNAPILLAI, S.; SABARATNAM, J. Nitrification of ammonium sulphate and urea in an acid red yellow podzolic tea soil in Sri Lanka in relation to soil fertility. **Plant and Soil**, v. 49, n. 1, p. 9-22, 1978.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT 1999–2001. **User's guide**: statistics, version 8, v. 2. Cary, NC, USA: SAS Institute, 1999–2001.

SILVA, C. A.; VALE, F. R.; GUILHERME, L. R. G. Efeito da calagem na mineralização do nitrogênio em solos de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 471-476, 1994.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros minerais**. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1985. 188 p. (Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos. Boletim Técnico de Solos, 5).

WERNER, J. C.; MONTEIRO, F. A.; CARRIEL, J. M. Efeitos da calagem em capim colônia (*Panicum maximum* Jacq.) estabelecido. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 36, p. 247-253, 1979.

ZIGLIO, C. M.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Mecanismo de deslocamento de cálcio no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. **Resumos expandidos...** Viçosa: UFV, SBCS, 1995. v.1, p. 350-352.