

# **CAPÍTULO 10**

*Manejo da Calagem e da Adubação  
de Fundação*

*João Kluthcouski e Dino Magalhães Soares*



## Manejo da calagem

Os solos virgens dos Cerrados, notadamente os mais representativos – Latossolos e Areias Quartozas – são, historicamente, conhecidos como solos ácidos e inférteis que, no início da ocupação desse bioma se traduzia em enigma para transformá-lo em solo produtivo.

Observa-se nas Fig. 1 a 6 que, realmente, os solos dos Cerrados, originalmente, servem apenas como meio de cultura, necessitando, assim, da correção da maioria dos atributos químicos.

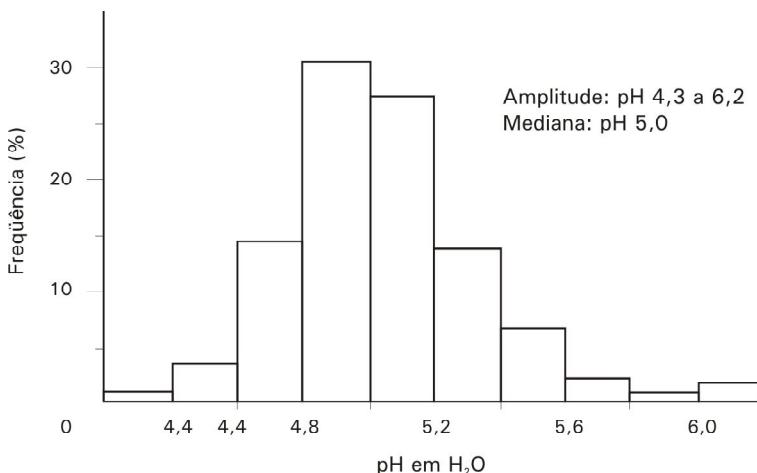


Fig. 1. Distribuição de frequência para pH em H<sub>2</sub>O.

Fonte: Lopes (1983).

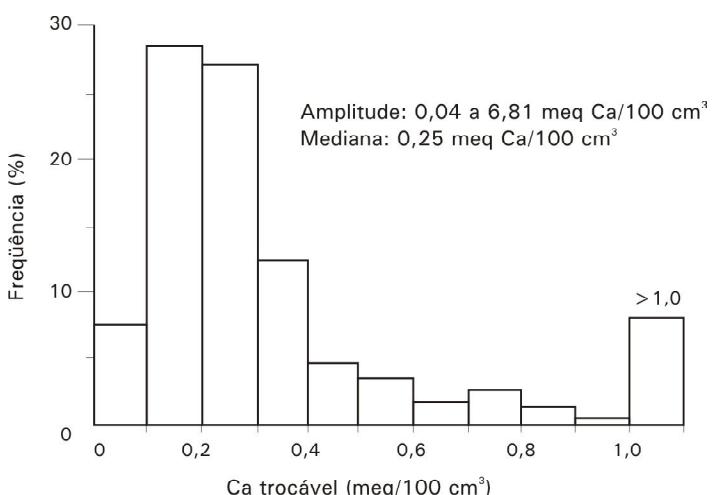
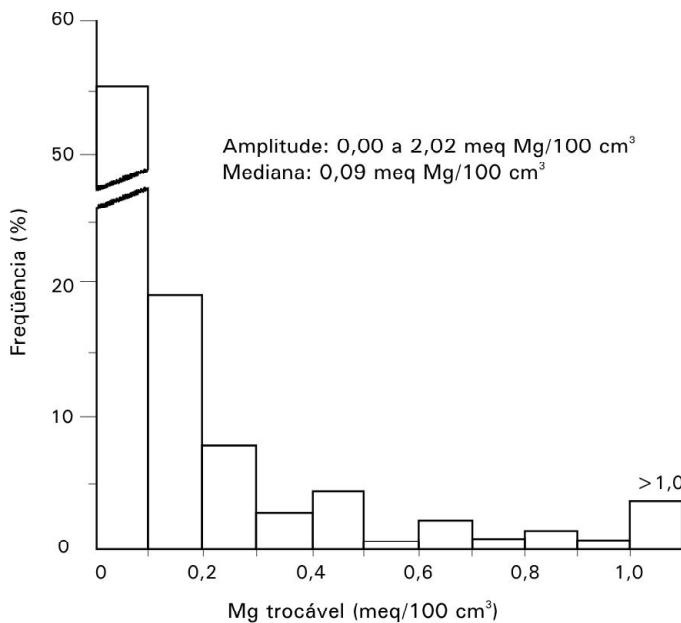


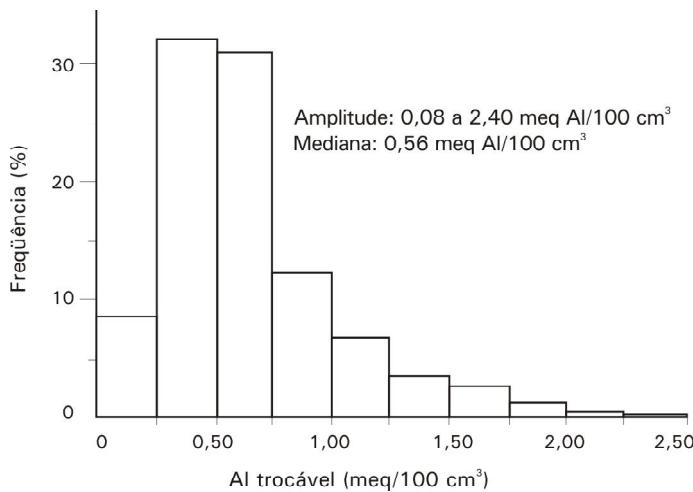
Fig. 2. Distribuição de frequência para Ca trocável.

Fonte: Lopes (1983).



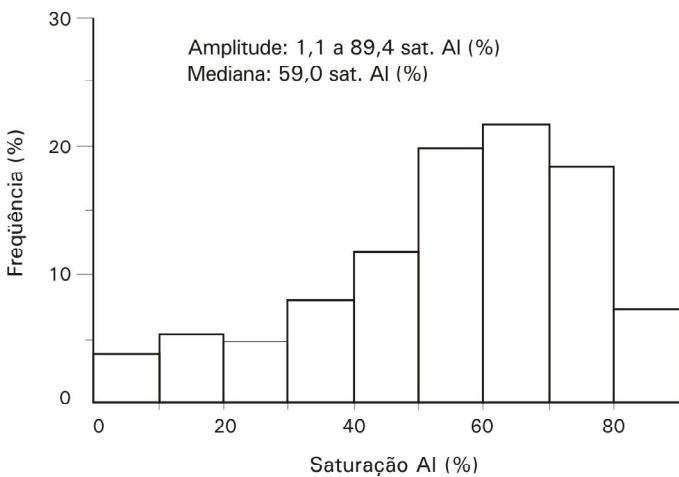
**Fig. 3.** Distribuição de frequência para Mg trocável.

Fonte: Lopes (1983).



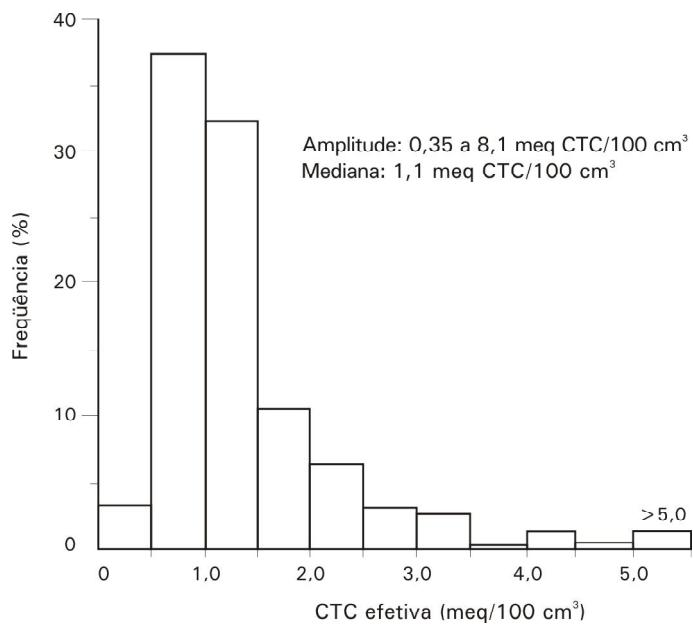
**Fig. 4.** Distribuição de frequência para Al trocável.

Fonte: Lopes (1983).



**Fig. 5.** Distribuição de frequência para porcentagem de saturação de alumínio.

Fonte: Lopes (1983).



**Fig. 6.** Distribuição de frequência para CTC efetiva.

Fonte: Lopes (1983).

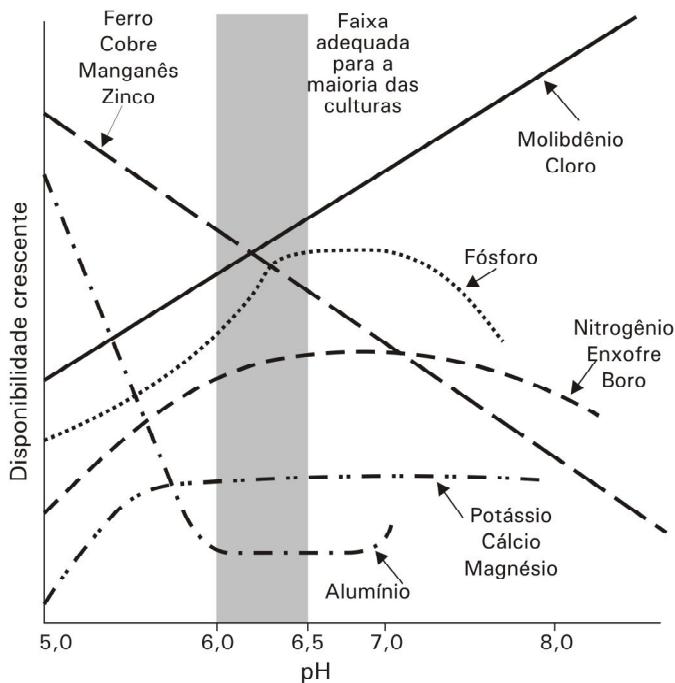
A acidez do solo, por sua vez, além de controlar a disponibilidade da maioria dos nutrientes essenciais às plantas, é indicativo de deficiência, principalmente das bases Ca e Mg e, em muitos casos,

da presença de Al em níveis tóxicos às plantas cultivadas. Portanto, a prática da calagem é fundamental para o condicionamento de todos atributos desses solos, visando potencializar a produtividade das espécies vegetais e, por consequência, dos animais que habitam o bioma.

A região dos Cerrados, por outro lado, dispõe de inúmeras jazidas de calcário, relativamente bem distribuídas nas diversas microrregiões que compõem o bioma.

Apesar de tudo isso, na prática, em muitos casos, ainda não se utiliza bem os corretivos calcáreos, tanto no que diz respeito a dosagens, como nos métodos de incorporação e, principalmente, quanto à profundidade de aplicação.

A acidez do solo determina, para a maioria dos nutrientes, as suas solubilidades e, por conseguinte, disponibilidade para as plantas, como mostra a histórica Fig. 7. Observa-se que muita ou pouca acidez interfere grandemente na disponibilidade de nutrientes para as plantas.



**Fig. 7.** Disponibilidade de nutrientes em função do pH.  
Fonte: Malavolta (1979).

## Principais equívocos cometidos na prática da calagem

Os métodos que estimam a quantidade de corretivo por unidade de área, geralmente, prevêem a correção, apenas, dos 20 cm superficiais do solo. Assim, por exemplo, a incorporação com grade aradora, em solo seco, onde a profundidade de trabalho atinge, geralmente, menos de 15 cm de profundidade, resulta numa superestimação de corretivo. Este fato também pode estar ocorrendo, de forma quase generalizada, no Sistema Plantio Direto - SPD, devido às recomendações de aplicação superficial dos corretivos calcáreos, no qual o ambiente superficial, geralmente até 10 cm de profundidade, pode estar com saturação por bases muito elevada. É importante salientar que é nessa profundidade que ocorre a maior exploração pelas raízes.

Por outro lado, se analisarmos o lado inverso, ou seja, a incorporação do corretivo com aração profunda, que pode atingir, em média, 30 cm de profundidade, estaremos diante de uma subestimação da quantidade de corretivo aplicada. Porém, nesse caso é mais fácil corrigir o erro. Basta utilizar-se da regra de três. Vale ressaltar que na exploração de culturas anuais apenas sob regime de chuvas, o maior aprofundamento das raízes pode reduzir os riscos em caso de ocorrência de veranicos.

O método de incorporação dos corretivos também é muito importante, principalmente no tocante à profundidade de incorporação e homogeneização no perfil do solo, pois, tanto o Ca como o Mg são de pouca movimentação no solo, exceto pela incorporação biológica. Também, o Ca não é translocado para as raízes via floema.

Assim, uma vez determinada a profundidade desejada de incorporação, resta definir a melhor maneira para a sua homogeneização no perfil do solo.

Dentre todos, em solos em fase inicial de correção, a aplicação superficial, sem nenhuma movimentação, resulta no pior dos métodos.

Não vamos discutir, por outro lado, qual seria o melhor método, apenas podemos discutir um método alternativo, o qual seria, em ordem cronológica:

- Espalhamento de cerca de dois terços do corretivo sobre a superfície do solo;
- Passagem de grade aradora até uma profundidade de 12-15

centímetros de profundidade. Esta operação promove a mistura solo/calcário até a profundidade trabalhada;

- Em solo já em capacidade de campo, realizar a aração profunda, até cerca de 30 cm de profundidade, preferencialmente, com arado de aiveca. O arado de aiveca não flutua, por isso rompe camadas compactadas com melhor eficiência que os implementos de disco;
- Distribuir o terço restante de calcário e proceder o nivelamento da área.

A eficiência da aplicação superficial de calcário em solo sob SPD, particularmente na correção do subsolo, é questionada. Assim, a incorporação do calcário antes da instalação do SPD é mais eficiente do que a aplicação superficial para neutralizar a acidez em maiores profundidades.

Resultados de pesquisas realizadas com solos brasileiros indicaram pequeno ou nenhum movimento do calcário além do local de sua aplicação. Entretanto, em outros trabalhos realizados no Brasil e em regiões subtropicais úmidas, foram observados aumento de pH e cálcio trocável e redução de alumínio trocável em camadas do subsolo com a aplicação de calcário na superfície.

Presume-se, porém, que em solos mantidos sob SPD, cuja acidez do perfil fora previamente corrigida, as suplementações de calcário, comumente designadas de recalagens, possam ser feitas em superfície, cabendo à micro e mesofauna atuarem na distribuição ao longo do perfil do solo.

Faltam informações, porém, a respeito da reação do calcário aplicado na superfície do solo e de critérios de recomendação de calagem, com base na análise química do solo, em SPD.

Muitos produtores, além do calcário, têm utilizado o gesso agrícola como condicionador do solo, não só para o enriquecimento em Ca, mas por ser uma das formas mais baratas e eficientes de correção de deficiência de enxofre. O gesso, por sua vez, por ser altamente solúvel, pode ser aplicado superficialmente.

## Manejo da Adubação de Fundação

Em princípio, a eficiência na absorção dos nutrientes contidos no solo, bem como dos adicionados via corretivos ou adubação mineral, depende da sanidade e da qualidade do sistema radicular das plantas.

Os solos tropicais são, geralmente, ácidos e pobres no que se refere à maioria dos macros e a alguns micronutrientes. Assim, para se obter boas produções faz-se necessário utilizar quantidades razoáveis de corretivos de acidez e de fertilizantes minerais. Esses, por sua vez, imputando suas aplicações, têm a maior participação nos custos de produção, chegando a responder por 30-40% destes. Super ou subdosagens de corretivos de acidez prejudicam a disponibilização da maioria dos nutrientes para as plantas. Desequilíbrio ou subdosagem na adubação mineral prejudica a sua eficiência, podendo resultar em rendimento proporcional ao nutriente mais limitante, de acordo com a lei do mínimo. É premente considerar, contudo, que tão importante quanto esses aspectos é o posicionamento do fertilizante em relação à superfície do solo e, principalmente, à semente. Os principais fundamentos da colocação correta dos fertilizantes minerais, no que se refere tanto à profundidade como à lateralidade às sementes, são o estímulo ao crescimento das raízes, aumento na eficiência de sua absorção e redução das injúrias devidas à salinidade da maioria desses insumos.

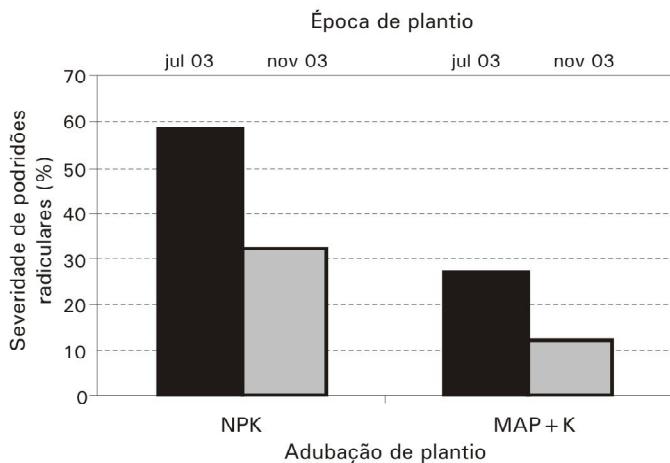
Por terem variados índices de salinidade, os fertilizantes minerais, sobretudo as fontes potássicas e nitrogenadas (Tabela 1), podem causar injúria à germinação ou às plântulas recém-emergidas, além da possibilidade de interferir no desenvolvimento das raízes. Vieira (1967) mostrou que o contato direto de sementes de feijão com 300 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples e 140 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio reduziu o estande de plantas em, respectivamente, 44% e 58%, e na aplicação da mistura de ambos, a redução foi de 74%. Já Kluthcouski (1998) verificou que a aplicação superficial e próxima das sementes de 40 kg ha<sup>-1</sup> e 65 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O reduziu o estande final de plantas de soja em 3% e 12%, respectivamente.

**Tabela 1.** Efeito salino dos principais fertilizantes e corretivos utilizados para a produção das culturas anuais.

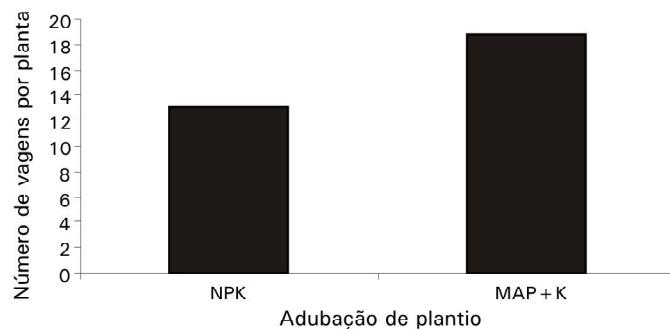
<i>Fertilizante</i>	<i>Índice salino</i>
Nitrato de sódio	100,0
Fosfato monoamônico	34,2
Calcário dolomítico	0,8
Cloreto de potássio (60%)	116,3
Nitrato de potássio	73,6
Sulfato de potássio	46,1
Superfosfato simples (20%)	7,8
Superfosfato triplo (45%)	10,1
Uréia	75,4
Sulfato de amônio	69,0

Fonte: adaptado de Knott (1957).

Mais recentemente, em estudos conduzidos pela Embrapa Arroz e Feijão, observou-se que os danos causados pelo potássio às raízes do feijoeiro podem intensificar a incidência de fungos do solo na planta, em especial as do gênero *Fusarium* (Fig. 8), reduzindo a produtividade (Fig. 9).



**Fig. 8.** Severidade de podridões radiculares em feijoeiro 'Pérola' de acordo com o adubo de plantio. Resultados influenciados pela queima de raízes (KCl) na fórmula NPK. Unaí, julho/2003.  
Fonte: Lobo Junior (2005).



**Fig. 9.** Diferença de produção de plantas de feijoeiro 'Pérola' de acordo com o tipo de adubo de plantio. Resultados influenciados pela queima de raízes (KCl) e fungos causadores de podridões radiculares, Unaí, MG.  
Fonte: Lobo Junior (2005).

Áreas cultivadas sucessivamente no SPD geralmente apresentam as características de boa estruturação, dificultando a cobertura natural do fertilizante com terra no processo de adubação/semeadura realizado pelas semeadoras, e acúmulo superficial de nutrientes (SÁ, 1993). Nessas condições, é fundamental evitar o contato direto do fertilizante com as sementes.

Em estudo conduzido em um Latossolo Roxo eutrófico, em SPD, durante oito anos, em terras altas de alta fertilidade, utilizando-se adubação de 350 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 02-20-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), em diferentes profundidades, Kluthcouski (1998) não observou diferença significativa na

produtividade do feijão, em relação às profundidades de adubação, no SPD, apesar de o maior rendimento ter sido obtido na adubação mais profunda (Tabela 2). O rendimento de grãos no solo aivecado, no entanto, foi significativamente inferior na adubação superficial, tanto em relação à adubação profunda como no tratamento sem adubo. O maior rendimento de grãos de feijão, obtido no tratamento sem adubo no solo aivecado, pode ter sido provocado tanto pela diluição da fertilidade no perfil de solo, resultando em melhor enraizamento e absorção de nutrientes pelas plantas, como pelo aumento da porosidade do solo. Contudo, a adubação profunda sempre resultou em melhores rendimentos, e no caso do tratamento aiveca, por tratar-se de solo de alta fertilidade, o mau manejo da adubação resultou em produção inferior comparativamente à não adubação. As condutividades elétricas (CE) foram de  $1,46 \text{ dS m}^{-1}$  e  $0,23 \text{ dS m}^{-1}$ , medida nos cinco centímetros ao redor das sementes, uma semana após a emergência das plântulas, nos tratamentos adubo a cinco centímetros no SPD, e sem adubo na aivecagem, respectivamente. Na CE de  $1,46 \text{ dS m}^{-1}$ , as folhas primárias e primeiras trifolioladas do feijão apresentaram clorose seguida de necrose em suas margens.

**Tabela 2.** Efeitos do manejo do solo e da profundidade de adubação sobre o rendimento do feijoeiro, cultivar Pérola, na Fazenda Três Irmãos, em Santa Helena de Goiás; GO.

Profundidade de adubação (cm)	Rendimento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
	SPD	Aiveca
Sem adubo	2.499 a	2.899 a
5	2.629 a	2.520 b
10	2.846 a	3.087 a
Média	2.658	2.835
DMS	376,0	
CV (%)	11,26	
Manejo x prof. adubação	Ns	

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem no nível de  $P = 0,05$ , pelo teste de Tukey.

Fonte: Kluthcouski (1998).

## Posição do adubo em relação às sementes

Como foi visto anteriormente, os adubos minerais são sais e alguns, a exemplo do cloreto de potássio e uréia, podem causar sérias injúrias às sementes no processo de germinação, às plântulas ou raízes destas. Nesse sentido, deve-se ter a precaução de, ao regular o equipamento de semeadura, fazer com que o adubo fique distante das sementes. No manejo convencional do solo, a recomendação clássica é de colocar o adubo pelo menos cinco centímetros abaixo e ao lado da semente.

No SPD, por outro lado, nem sempre isso é possível devido à necessidade de manter a superfície do solo com o mínimo revolvimento, bem como para não forçar o trator. Assim, os sulcos destinados à semente devem seguir o mesmo alinhamento do sulco do adubo. É exatamente aí que reside um dos problemas mais comuns no processo de semeadura. Solos sob SPD são, via de regra, bem estruturados e, ao se sulcar para o adubo, o solo revolvido não volta naturalmente para cobrá-lo, mesmo tensionando ao máximo as molas compressoras. Neste caso, um problema adicional ocorre – muitas sementes ficam dispostas muito profundamente e em contato direto com o adubo. A solução é a de adaptar alguns elos de corrente na parte posterior do mecanismo sulcador da semeadora.

## Referências

- KLUTHCOUSKI, J. Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de Sistema Plantio Direto. 1998. 179 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- KNOTT, J. E. *Handbook for vegetable growers*. New York: J. Wiley, 1957. 238 p.
- LOBO JUNIOR, M. Efeito da adubação básica de plantio na severidade de podridões radiculares em feijoeiro. In: COBUCCI, T.; WRUCK, F. J. (Ed.). *Resultados obtidos na área pólo de feijão no período d2002 a 2004*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 25-28. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 174).
- LOPES, A. S. *Solos sob "cerrado"*: características, propriedades e manejo. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162 p.
- MALAVOLTA, E. *ABC da adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 256 p.
- SÁ, J. C. de M. *Manejo da fertilidade do solo no plantio direto*. Castro: Fundação ABC, 1993. 96 p.
- VIEIRA, C. *O feijoeiro comum*: cultura, doenças e melhoramento. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1967. 220 p.