

# Identificação e correção de deficiências nutricionais na cultura do arroz

## Introdução

Para o crescimento e produção das culturas são necessários 16 nutrientes denominados essenciais. São eles: o carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), boro (B), molibdênio (Mo) e cloro (Cl). As plantas obtêm o C, H, e o O do ar e da água, e os demais nutrientes são absorvidos na forma de íons inorgânicos da solução do solo pelas raízes. Em função da quantidade absorvida pelas plantas, estes nutrientes são divididos em macro e micronutrientes e, para serem absorvidos, é necessário que se encontrem na forma “disponível” e em concentração e proporções adequadas. Ainda que os macronutrientes C, H, O, N, P, K, Ca, Mg e S sejam necessários em maior quantidade do que os micronutrientes Zn, Fe, Cu, Mn, B, Mo e Cl, todos são igualmente essenciais. A deficiência de um dado nutriente pode ocorrer sob três condições diferentes: i) quando o teor do nutriente no solo não é suficiente para satisfazer as necessidades da planta; ii) quando a quantidade do nutriente é suficiente, mas não se encontra na forma disponível para a planta; e iii) quando não há equilíbrio. A relação 2:1 entre Ca e Mg no solo é considerado adequado para a maioria das culturas em solos brasileiros.

Cada nutriente desempenha funções definidas dentro da planta e nenhum pode ser substituído por outro. Todos os nutrientes essenciais devem estar presentes na forma e quantidade adequadas para produzir resultados satisfatórios. Os cátions ou ânions podem ser absorvidos de forma independente e não necessariamente em quantidade iguais. A eletroneutralidade deve ser mantida dentro de limites razoáveis na planta e no meio de crescimento. Portanto, a relação iônica possui importância especial na nutrição de plantas. As principais formas de absorção e funções de macro e micronutrientes são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Forma de absorção e funções de macro e micronutrientes na planta.

Nutriente	Forma de absorção	Funções
Carbono (C)	CO <sub>2</sub>	O componente básico de carboidratos, proteínas, lipídios e ácido nucléico
Hidrogênio (H)	H <sub>2</sub> O	Manter balanço iônico e principal agente redutor de energia para células.
Oxigênio (O)	H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub>	Faz parte de composto orgânico da planta
Nitrogênio (N)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Componente de clorofila, aumenta o número de panículas e números de grãos.
Fósforo (P)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Papel principal é transferência de energia e metabolismo de proteínas na planta.
Potássio (K)	K <sup>+</sup>	Ajuda na regulação iônica e osmótica e regula muitos enzimas de carboidratos e metabolismo de proteínas
Cálcio (Ca)	Ca <sup>2+</sup>	Interfere na divisão de células, na manutenção de integridade de membrana e na neutralização de ácidos tóxicos.
Magnésio (Mg)	Mg <sup>2+</sup>	Componente de clorofila e ativar diversas reações enzimáticas
Enxofre (S)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Interfere nas reações energéticas das células da planta.
Ferro (Fe)	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	Ativa diversas enzimas, que entram em reações na planta, como formação da clorofila, transporte de elétrons na fotossíntese e síntese de proteína.
Zinco (Zn)	Zn <sup>2+</sup>	Componentes de vários enzimas
Manganês (Mn)	Mn <sup>2+</sup>	Transportador de elétrons na fotossíntese, é essencial na formação da clorofila.
Cobre (Cu)	Cu <sup>2+</sup>	Ativador de enzimas de óxido-redução.
Boro (B)	B(OH) <sub>3</sub> <sup>0</sup>	Essencial para a formação das células e atividade de certas enzimas
Molibdênio (Mo)	Mo	Diretamente ligado ao metabolismo do N.
Cloro (Cl)	Cl <sup>-</sup>	Essencial para fotossíntese e atua como ativador de enzimas

Santo Antônio de  
Goias, GO  
Novembro, 2006

## Autores

**Nand Kumar Fageria**  
Engenheiro Agrônomo, Ph.D.  
em Fertilidade de Solos e  
Nutrição de Plantas,  
Embrapa Arroz e Feijão  
Rod. GO 462, Km 12  
75375-000 Santo Antônio de  
Goias, GO  
fageria@cnpaf.embrapa.br

**Morel Pereira Barbosa Filho**  
Engenheiro Agrônomo,  
Doutor em Solos e Nutrição  
de Plantas,  
Embrapa Arroz e Feijão  
morel@cnpaf.embrapa.br

Os métodos mais comuns para identificar a necessidade nutricional das culturas são os sintomas visuais de deficiência, a análise química do solo e a análise química da planta. Com o objetivo de auxiliar os técnicos e agricultores na identificação de problemas nutricionais da cultura do arroz, são feitas, neste trabalho, descrições dos sintomas, acompanhadas de fotografias, e apresentadas sugestões que sirvam de orientação na solução dos problemas nutricionais mais comuns ocorridos com a cultura do arroz.

## Deficiências de Macronutrientes

### Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes que mais limitam a produtividade do arroz. O N é responsável pelo aumento da área foliar da planta, aumentando, assim, a eficiência de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética, refletindo positivamente na produtividade do arroz. Se, por um lado, o N é o elemento mais absorvido pela planta, por outro é o que apresenta maiores possibilidades de perdas devido aos processos de volatilização, lixiviação e desnitrificação, no sistema solo-planta. A eficiência de recuperação do N pelo arroz é menos de 50%, tanto em solo de várzea como de cerrado. Nesta situação, o uso racional da adubação nitrogenada é fundamental, não somente para aumentar a eficiência de recuperação, mas também para aumentar a produtividade de grãos, assim como para diminuir o custo de produção e os riscos de poluição ambiental. Uma das maneiras de aumentar a eficiência de recuperação de N consiste no uso de práticas de manejo, tais como dose e época de aplicação mais apropriadas de acordo com a necessidade da cultura.

### Sintomas

A deficiência de N no solo é causada por vários fatores, entre os quais se incluem o baixo teor no solo, em geral provocado por lixiviação, baixo teor de matéria orgânica, volatilização, desnitrificação e erosão. Os sintomas de deficiência de N são caracterizados por amarelecimento nas folhas mais velhas que, dependendo da intensidade e da evolução da deficiência, pode atingir toda a planta.

A lâmina da folha mais baixa morre, ficando o tecido com coloração marrom-chocolate. As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, a deficiência de N em plantas inteiras de arroz e no campo, parcelas sem e com a aplicação de N. Na Figura 3 é planta de arroz em vaso sem e com a aplicação de N. Nesta Figura, o efeito positivo de N nos números de panículas é muito claro.



Fig. 1. Planta de arroz com deficiência de nitrogênio.



Fig. 2. Deficiência de nitrogênio em lavoura de arroz (parcela da frente sem N) e sem deficiência de N (parcela de fundo com N).



Fig. 3. Planta de arroz sem e com a aplicação de N na época de maturação de grãos.

### Correção

Por ser o N um elemento muito instável no solo e se encontrar, na sua maior parte, em formas orgânicas, não existem ainda critérios que avaliem satisfatoriamente sua disponibilidade no solo para as plantas. Por essa razão, o critério atualmente usado para recomendar adubação nitrogenada baseia-se em curvas de resposta das culturas a várias doses de N. Com base nestes estudos, recomenda-se de 80-90 kg de N/ha, para o arroz de sequeiro, parcelados em duas vezes (1/2 no plantio e 1/2 no início do aparecimento do primórdio floral) e 90-120 kg/ha, para o arroz irrigado, parcelados em três vezes durante o ciclo, 1/3 no plantio, 1/3 no perfilhamento ativo (aproximadamente 45 dias após plantio) e 1/3 no início do aparecimento do primórdio floral, aproximadamente na metade do ciclo da cultivar.

Como fonte de N, pode-se usar tanto o sulfato de amônio como a uréia. Resultados de vários experimentos mostram que, em geral, não há diferença entre essas fontes quanto ao seu aproveitamento pela cultura do arroz. O sulfato de amônio contém, aproximadamente, 24% de enxofre, podendo superar a uréia em solos com deficiência desse nutriente. Por outro lado, a uréia contém maior teor de N que o sulfato de amônio, o que lhe confere uma vantagem em relação ao custo de transporte e aplicação. Recomenda-se, tanto para a uréia como o para sulfato de amônio, que sejam incorporados ao solo para evitar perdas de N por volatilização.

### Fósforo

O fósforo (P) é um nutriente que se encontra em baixa concentração na solução do solo, limitando, assim, a produtividade do arroz. A maior parte do P solúvel que é aplicado ao solo é adsorvido aos óxidos de ferro e alumínio ou é precipita-

do no solo, tornando-se não disponível às plantas. O P exerce vários efeitos na cultura do arroz, sendo os mais importantes o aumento dos componentes da produtividade, em especial o número de panículas por área e, por conseguinte, o aumento da produtividade da cultura do arroz.

## Sintomas

O P, assim como o N, é um elemento móvel na planta, iniciando seus sintomas de deficiência primeiramente nas folhas velhas. A deficiência de P reduz o perfilhamento e prolonga o ciclo da cultura (Figuras 4 e 5). As folhas mais velhas apresentam coloração bronze, principalmente na margem (Figura 6). O sintoma progride da ponta para a base, e as folhas novas adquirem uma coloração verde-escura. Observe-se na Figura 7 o efeito positivo do P promovendo melhor desenvolvimento do sistema radicular.



Fig. 4. Plantas do arroz sem (na frente) e com (no fundo) a aplicação de fósforo em solo de cerrado.



Fig. 5. Parcelas com plantas normais (no fundo) e com deficiência de fósforo (na frente).



Fig. 6. Sintomas de deficiência de fósforo nas folhas de arroz.



Fig. 7. Efeito do fósforo no desenvolvimento do sistema radicular do arroz.

## Correção

A necessidade de P no arroz é determinada pela curva de calibração, que relaciona o P extraível do solo com a produção relativa. A adubação fosfatada pode ser realizada baseada em dois critérios, um é a adubação de manutenção visando ao fornecimento do P à planta, e outro, a adubação de correção, que visa à elevação do nível de fósforo do solo. No primeiro caso, recomenda-se que a adubação seja feita com fontes solúveis de P, na forma de grânulos, aplicados no sulco de plantio.

A cultura de arroz de terras altas não responde à aplicação de P quando o seu teor no solo for superior a  $10 \text{ mg P kg}^{-1}$ . Na cultura do arroz irrigado, o nível crítico é em torno de  $13 \text{ mg P kg}^{-1}$  do solo com o extrator Mehlich 1. Porém, uma pequena quantidade de P é necessária para estimular o desenvolvimento da planta, quando existe o nível crítico de P no solo. Em geral, a dose varia de 40 a 60 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ , para o arroz de sequeiro, e de 50 a 80 kg/ha para o arroz irrigado, dependendo dos resultados da análise do solo.

## Potássio

O potássio (K) é um nutriente essencial para vários processos fisiológicos e bioquímicos importantes que ocorrem na planta. O K é acumulado em maior quantidade nas cultivares modernas de arroz, quando comparado com outros nutrientes essenciais. O Brasil importa aproximadamente 90% do K que é consumido, o que, do ponto de vista econômico, exige racionalizar melhor o seu uso na agricultura.

## Sintomas

A deficiência de K na cultura de arroz não é tão comum como a de N e a de P. Entretanto, em solos muito arenosos e pobres em matéria orgânica, com baixa capacidade de retenção de K, poderá ocorrer deficiência desse elemento. A maior parte do K extraído pela cultura do arroz fica na palha. Ao permanecer na superfície ou ao ser incorporada ao solo, pode tornar-se disponível às plantas, o que explica, em parte, a falta de resposta do arroz a este elemento.

A deficiência de K resulta na redução do crescimento da planta (Figura 8). Os sintomas iniciais são uma clorose branca nas pontas das folhas mais velhas (Figura 9) e, à medida que a deficiência se intensifica, o tecido da folha torna-se marrom e necrótico, progredindo da ponta da folha pela sua margem, desenvolvendo-se um amarelecimento no formato de "V" invertido (Figura 9). Na Figura 10 observa-se o efeito positivo da aplicação de K no desenvolvimento do sistema radicular do arroz.



Fig. 8. Planta de arroz sem e com a aplicação de potássio em solo de cerrado.



Fig. 9. Folhas de arroz com deficiência de potássio.



Fig. 10. Efeito do potássio no desenvolvimento do sistema radicular do arroz.

### Correção

Em solos oxidícos, de intemperização avançada, o K apresenta pequena possibilidade de retenção, sendo necessários alguns cuidados no seu manejo. Por ser um elemento pouco exportado pelas colheitas, recomenda-se que os restos culturais sejam mantidos na área de produção, os quais, ao serem incorporados ou não ao solo, reciclam o K. Em solos muito arenosos recomenda-se que a adubação potássica seja parcelada pelo menos em duas vezes, sendo a metade da dose recomendada no plantio e metade em cobertura juntamente com o nitrogênio.

A dose recomendada de  $K_2O$  varia de 60 a 80 kg/ha para arroz de sequeiro e de 80 a 100 kg/ha para arroz irrigado, dependendo do teor de potássio revelado pela análise de solo.

### Cálcio

A necessidade de cálcio (Ca) da planta de arroz é baixa, quando comparada à de N, P e K, sendo a correção de Ca realizada pela calagem.

### Sintomas

Por ser um nutriente imóvel na planta, os sintomas de deficiência aparecem nas folhas mais novas. As folhas terminais morrem conforme a deficiência se acentua, causando severo atrofiamento das plantas (Figura 11). À medida que a deficiência persiste, as folhas mais velhas desenvolvem uma necrose marrom-avermelhada nas nervuras.



Fig. 11. Planta de arroz com deficiência de cálcio em solução nutritiva.

### Correção

Para correção da deficiência de Ca, recomenda-se a calagem, cuja necessidade é determinada baseada nos resultados da análise de Ca, Mg e Al trocáveis. Para o arroz de sequeiro, recomenda-se elevar o pH para valores entre 5,5 a 5,8 empregando-se a seguinte fórmula:

NC em t/ha =  $(2 \times Al) + [2 - (Ca + Mg)] \times f$ , onde:

f = 1 para incorporação do calcário na camada de 0-20 cm;

f = 1,5 para incorporação na camada de 0-30 cm de profundidade.

### Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) não é comum na cultura do arroz, em razão da calagem geralmente praticada.

### Sintomas

Os sintomas iniciam-se nas folhas mais velhas, caracterizados por colorações amarelada e alaranjada entre as nervuras da folha (Figuras 12 e 13). Quando a deficiência se espalha por toda a folha, esta fica completamente seca (Figura 13).



Fig. 12. Plantas de arroz com deficiência de magnésio.

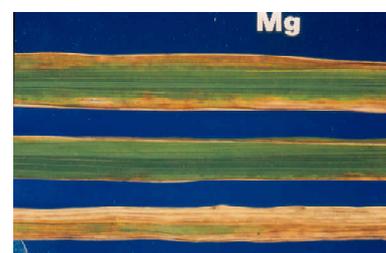


Fig. 13. Folhas de arroz com deficiência de magnésio.

### Correção

A deficiência de Mg pode ser corrigida pela calagem, conforme explicitada no subitem 2.4.2., sendo indicada nestas condições a aplicação de calcário preferencialmente dolomítico.

### Enxofre

O enxofre (S) tem recebido pouca atenção dos produtores, uma vez que os fertilizantes nitrogenados (sulfato de amônio) e fosfatados usados nas lavouras contêm razoável quantidade deste elemento. Entretanto, em certas condições de cultivos intensivos e onde o uso de fertilizantes sem S na sua composição for muito freqüente, poderá ocorrer deficiência deste nutriente.

## Sintomas

Os sintomas de deficiência de S assemelham-se aos de N. A diferença básica está relacionada com a localização dos sintomas na planta. Enquanto a deficiência de S aparece nas folhas mais novas, a de N aparece nas folhas mais velhas. Inicialmente, as folhas com esta deficiência tornam-se amarelo-esverdeadas (Figura 14). Com a intensificação da deficiência, quase todas as folhas ficam secas.



Fig. 14. Folhas de arroz com deficiência de enxofre.

## Correção

A deficiência de S pode ser corrigida com aplicação de sulfato de amônio no plantio ou em cobertura ou, ainda, com aplicação de gesso espalhado na superfície do terreno e, posteriormente, incorporado ao solo através da aração e gradagem.

## Deficiências de Micronutrientes

As deficiências de micronutrientes mais frequentes em arroz são as de zinco e ferro. As causas da ocorrência dessas deficiências decorrem, principalmente, da correção da acidez para elevar o pH acima de 6,0. Outra causa associada à deficiência de zinco é atribuída ao baixo teor deste elemento no material de origem.

## Sintomas

Os micronutrientes em geral são imóveis na planta, fazendo com que os sintomas de sua deficiência apareçam inicialmente nas folhas mais novas.

### Ferro

O primeiro sintoma de deficiência de ferro (Fe) pode ser identificado por uma clorose internervural das folhas mais novas (Figura 15). Com o tempo, toda a planta torna-se amarelada em tom de palha, com as folhas translúcidas nos estádios mais avançados da deficiência (Figura 16). A elevação do pH do solo a valores acima de 6,0 em geral tem sido a principal causa do aparecimento de deficiência de Fe em arroz e de terras altas (Figura 17).



Fig. 15. Planta de arroz com deficiência de ferro.



Fig. 16. Plantas de arroz, em fase inicial de crescimento, com deficiência de ferro.



Fig. 17. Sintomas de deficiência de ferro em plantas de arroz com alto pH em solo de cerrado.

### Zinco

O primeiro sintoma de deficiência de zinco (Zn) observado em arroz é uma coloração verde esbranquiçada que se desenvolve no tecido, na base da folha de cada lado da nervura central. A lâmina da folha tem um alargamento proeminente na zona de clorose. À medida que a folha se torna mais velha, o tecido clorótico adquire coloração ferruginosa (sintoma típico na fase mais evoluída da deficiência de Zn). As margens da folha, na área de coloração ferruginosa, são geralmente verdes.

O crescimento da planta é atrofiado (Figura 18), e as folhas, de cor ferrugem, tornam-se proeminentes em estágios posteriores (Figura 19).

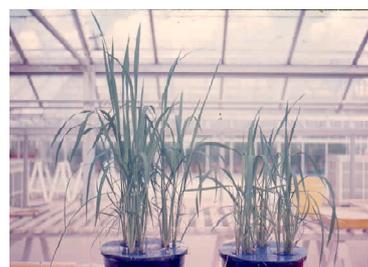


Fig. 18. Planta de arroz com e sem a aplicação de zinco em solução nutritiva.



Fig. 19. Folhas de arroz com deficiência de zinco.

## Manganês

Nas lâminas das folhas mais novas desenvolve-se clorose internervural (Figura 20), com nervuras proeminentes. São observadas linhas internervurais amareladas, mais ou menos da mesma largura. Conforme a evolução da deficiência, o tecido internervural torna-se necrótico, de coloração amarronzada.



Fig. 20. Planta de arroz com deficiência de manganês.

## Cobre

As folhas mais novas aparecem azul-esverdeadas, tornando-se cloróticas junto às pontas. A clorose desenvolve-se para baixo, ao longo da nervura principal de ambos os lados, seguida de necrose marrom-escuro das pontas. As folhas enrolam-se, mantendo a aparência de agulhas em toda a sua extensão ou, ocasionalmente, na metade da folha, com a base final desenvolvendo-se normalmente (Figuras 21 e 22).



Fig. 21. Folhas de arroz com deficiência de cobre.



Fig. 22. Planta de arroz com deficiência de cobre.

## Boro

A deficiência de boro ocorre de forma localizada, nas folhas novas ou brotos. As pontas das folhas emergentes tornam-se brancas e dobram-se, como no caso de deficiência de Ca. Em casos severos, os pontos em crescimento podem morrer (Figura 23).



Fig. 23. Folhas de arroz com deficiência de boro.

## Molibdênio

Em lavouras comerciais de arroz não é comum o aparecimento de deficiência de molibdênio (Mo), possivelmente porque os solos contêm teores suficientes ou pelo fato de sua disponibilidade aumentar com a elevação do pH, quando a calagem é praticada. Em condições controladas os sintomas que se observam são uma clorose internervural nas folhas mais novas e o enrolamento da lâmina da folha para cima (Figura 24).



Fig. 24. Folhas de arroz com deficiência de molibdênio.

## Cloro

A semelhança do Mo, a deficiência de cloro (Cl) também não é comum em lavouras de arroz. A deficiência de Cl é caracterizada por sintomas de murcha e restrita expansão das folhas, podendo apresentar clorose com bronzeamento e necrose.

## Correção

A correção da deficiência de micronutrientes geralmente é feita através de aplicações do elemento ao solo ou via foliar. Porém, quando a deficiência é devida à elevação do pH, geralmente acima de 6,0, especificamente para o arroz de terras altas, a aplicação de micronutrientes (Fe) no solo pode não ser eficiente na correção da deficiência, por se tratar de falta de disponibilidade, e não de falta do elemento no solo propriamente dito. Para este caso, a aplicação foliar é mais recomendável.

Na Tabela 2 estão relacionadas as principais fontes de micronutrientes e as quantidades equivalentes para as duas formas de aplicação.

**Tabela 2.** Fontes e quantidade de micronutriente para aplicação no solo e via foliar.

Nutriente	Fertilizante, fórmula e teor de nutriente	Aplicação no solo (kg/ha produto)	Aplicação foliar (kg/500 L de água)
Boro	Bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10,6\% \text{ B}$ )	10-15	1-2
Cobre	Sulfato de Cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - 26% Cu)	20-25	1-2
Ferro	Sulfato Ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 20% Fe)	Não é recomendado	5-8
Manganês	Sulfato de manganês ( $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - 27% Mn)	50-60	1-2
Molibdênio*	Molibdato de amônio ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - 54% Mo)	0.5-1	0.25-0.5
Zinco	Sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 23% Zn)	20-30	1-3

\*Antes de fazer a correção, deve-se medir o pH do solo. Pode ser que a deficiência seja devida ao baixo pH; neste caso, uma simples correção do pH para os próximos cultivos é suficiente para aumentar a disponibilidade de molibdênio no solo.

## Referências Bibliográficas

- BARBOSA FILHO, M. P. **Nutrição e adubação do arroz (sequeiro e irrigado)**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 120 p. (POTAFOS. Boletim Técnico, 9).
- BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K. **A ocorrência, diagnose e correção da deficiência de zinco na cultura de arroz de sequeiro**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1980. 18 p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 4).
- FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Campus; Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 341 p.
- FAGERIA, N. K. **Identificação de distúrbios nutricionais do arroz e sua correção**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1976. 27 p. (EMBRAPA-CNPAP. Boletim Técnico, 2).
- FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília, DF: EMBRAPA-DPU, 1989. 425 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 18).
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, New York, v. 88, p. 98-185, 2005.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Deficiências nutricionais na cultura de arroz: identificação e correção**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 36 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 42).
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; CLARK, R. B. Micronutrients in crop production. **Advances in Agronomy**, New York, v. 77, p. 185-268, 2002.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2<sup>nd</sup>. ed. New York: Marcel Dekker, 1997. 624 p.
- FAGERIA, N. K.; SLATON, N. A.; BALIGAR, V. C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. **Advances in Agronomy**, New York, v. 80, p. 63-152, 2003a.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003b. 250 p.
- MALAVOLTA, E.; VITT, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

**Circular  
Técnica, 75**



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Arroz e Feijão**

Rodovia GO 462 Km 12 Zona Rural  
Caixa Postal 179  
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO  
Fone: (62) 3533 2123  
Fax: (62) 3533 2100  
E-mail: sac@cnpaf.embrapa.br

**1ª edição**

1ª impressão (2006): 1.000 exemplares

**Comitê de  
publicações**

**Presidente:** *Carlos Agustin Rava*  
**Secretário-Executivo:** *Luiz Roberto R. da Silva*  
**Membros:** *Itamar Pereira de Oliveira*  
*Pedro Luiz Oliveira Almeida Machado*

**Expediente**

**Supervisor editorial:** *Marina A. Souza de Oliveira*  
**Revisão de texto:** *Vera Maira T. Silva*  
**Normalização bibliográfica:** *Ana Lúcia D. de Faria*  
**Editoração eletrônica:** *Fabiano Severino*