

ASPECTOS DA ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL DO ARROZ

Manoel da Silva Cravo⁷, Carlos Alberto Costa Veloso⁸,

1 - INTRODUÇÃO

Para o crescimento e desenvolvimento de uma espécie vegetal cultivada, é fundamental o conhecimento básico sobre a adubação e nutrição mineral da planta e são necessários os nutrientes denominados essenciais. São eles: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), boro (B), molibdênio (Mo), cloro (Cl), carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O)

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 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 considerada adequada para a maioria das culturas em solos brasileiros.

O solo não representa uma fonte inesgotável de nutrientes para as plantas, ou seja, dos macronutrientes (cálcio, fósforo, potássio, enxofre, magnésio e nitrogênio) e micronutrientes (cobre, ferro, manganês, zinco, boro, molibdênio e cloro), como podem pensar erroneamente alguns produtores. Há variação na quantidade de cada um dos elementos, de solo para solo, bem como existem nutrientes que se esgotam mais rapidamente que outros, em virtude da lixiviação, erosão, absorção e remoção pelas plantas.

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. As principais formas de absorção e funções de macro e micronutrientes são apresentadas na Tabela 1 (FAGERIA e BARBOSA FILHO, 2006).

⁷ Engenheiro Agrônomo, D. Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48 - 66.017-970 - Belém, PA. cravo@cpatu.embrapa.br

⁸ Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48 - 66.017-970 - Belém, PA. veloso@cpatu.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.

Tabela 1. Formas de absorção e principais funções dos macro e micronutrientes nas plantas

Nutriente	Funções
Nitrogênio (N)	Componente da clorofila, aumenta o número de panículas e números de grãos.
Fósforo (P)	Papel principal é transferência de energia e metabolismo de proteínas na planta.
Potássio (K)	Ajuda na regulação iônica e osmótica e regula muitas enzimas de carboidratos e metabolismo de proteínas
Cálcio (Ca)	Interfere na divisão de células, na manutenção de integridade de membrana e na neutralização de ácidos tóxicos.
Magnésio (Mg)	Componente da molécula de clorofila e ativador de diversas reações enzimáticas
Enxofre (S)	Interfere nas reações energéticas das células da planta.
Ferro (Fe)	Ativador de diversas enzimas, que entram em reações na planta, como formação da clorofila, transporte de elétrons na fotossíntese e síntese de proteína.
Zinco (Zn)	Componentes de várias enzimas
Manganês (Mn)	Transportador de elétrons na fotossíntese, sendo essencial na formação da clorofila.
Cobre (Cu)	Ativador de enzimas de óxido-redução.
Boro (B)	Essencial para a formação das células e atividades de certas enzimas
Molibdênio (Mo)	Diretamente ligado ao metabolismo do N.
Cloro (Cl)	Essencial para fotossíntese e atua como ativador de enzimas
Carbono (C)	Componente básico de carboidratos, proteínas, lipídios e ácido nucléico
Hidrogênio (H)	Manter balanço iônico e principal agente redutor de energia para células.
Oxigênio (O)	Faz parte de composto orgânico da planta

Fonte: FAGERIA e BARBOSA FILHO, 2006

2 - IMPORTÂNCIA DOS NUTRIENTES PARA A CULTURA DO ARROZ

2.1 – MACRONUTRIENTES

Os macronutrientes utilizados na adubação do arroz são nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

2.1.1 – Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes que mais limitam a produtividade do arroz. 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 (FAGERIA, N. K.; BALIGAR, 1997). 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 terra firme. 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 parcelamento da dose e épocas de aplicação mais apropriadas, de acordo com a necessidade da cultura.

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.

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 aplicar 40 a 60 kg/ha de N, sendo metade aos 20 dias e o restante aos 35 dias após o plantio. Em áreas recém desmatadas, com elevado teor de matéria orgânica ou após terem sido usadas com plantio de leguminosas, a quantidade de N deve ser de 40 kg/ha ou menos, para evitar o acamamento das plantas (Cravo *et al.*, 2007). Para o arroz irrigado a dose varia em função do teor de matéria orgânica do solo, do sistema de plantio e do porte da planta a ser usada (Lopes *et al.*, 2007). Assim, recomenda-se aplicar N para arroz irrigado, conforme Tabela 2.

Para qualquer situação, é mais eficiente aplicar 50% da dose de cobertura no início do perfilhamento (a partir da emissão da quarta folha, que ocorre de 20 a 30 dias após a emergência das plantas) e o restante, no início dos primórdios florais (35 a 40 dias após o plantio). Para o sistema pré-germinado, a adubação com N na semeadura não é recomendada por causa dos riscos de perdas por desnitrificação, decorrentes da drenagem do solo posterior à semeadura (Lopes *et al.*, 2007).

Tabela 2 – Recomendação de adubação nitrogenada para o arroz irrigado em diferentes sistemas e tipos de cultivar

Matéria orgânica (%)	Doses de Nitrogênio (kg N/ha)		
	Sistema pré-germinado	Semeadura em solo seco	
		Porte baixo	Porte médio
<2,5	120	90	60
2,5-5,0	90	80	45
>5,0	60	70	30

Fonte: Lopes *et al.*, 2007.

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, desde que o solo esteja bem suprido de enxofre. 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.

Em solos com deficiência de enxofre recomenda-se aplicar parte do N na forma de sulfato de amônio, para fornecer entre 20 a 30 kg/ha de S e, o restante, na forma de uréia. Nas aplicações, tanto a uréia como o para sulfato de amônio, devem ser incorporados ao solo para diminuir as perdas de N por volatilização.

2.1.2 – 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 precipitado 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 perfilhos e de panículas por área e, por conseguinte, o aumento da produtividade da cultura do arroz.

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. As folhas mais velhas apresentam coloração bronzeada, principalmente nas margens. O sintoma progride da ponta para a base, e as folhas novas adquirem uma coloração verde escura.

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. No segundo caso, pode ser usada a mesma fonte, porém a aplicação deve ser feita a lanço e incorporada ao solo antes do plantio.

Tabela 3. Adubação Fosfatada e Potássica para **arroz de sequeiro**, em função dos resultados da análise do solo, para uma produtividade de 2,0 a 4,0 t/ha de grãos.

Disponibilidade de P e K no solo	Textura do Solo			P ₂ O ₅ a aplicar	Teor de K no Solo	K ₂ O a aplicar
	Argilosa	Média	Arenosa			
	Teor de P (mg/dm ³) *			kg/ha	(mg/dm ³)	kg/ha
Baixa	≤5	≤8	≤10	80	≤40	60
Média	6 – 10	9 – 15	11 – 18	40	41 – 60	40
Alta	11 – 15	16 – 20	19 – 25	20	61 – 90	20
Muito Alta	>15	>20	>25	0	>90	0

* Extrator Mehlich 1

A cultura de arroz de terras altas não responde à aplicação de P quando o seu teor no solo for superior a 10 mg/kg de P e na cultura do arroz irrigado, o nível crítico está em torno de 13 mg/kg de P (FAGERIA e BARBOSA FILHO, 2004). do solo com o extrator Mehlich 1. As recomendações de P para arroz de sequeiro encontram-se na Tabela 3 (Cravo *et al.*, 2007) e, para arroz irrigado, na Tabela 4 (Lopes *et al.*, 2007).

Tabela 4. Recomendação de adubação fosfatada para a cultura do arroz irrigado, em função dos resultados da análise do solo, para uma produtividade de 4,0 a 6,0 t/ha de grãos.

P no solo (mg/dm ³)*	Interpretação	Sistema de Plantio	
		Sistema Pré-Germinado	Semeadura em solo seco
		Quantidade de P ₂ O ₅ a aplicar (kg/ha)	
<3,0	Baixo	40	60
3,0 – 6,0	Médio	30	40
6,0 – 12,0	Alto	20	20
> 12,0	Muito Alto	0	0

* Extrator Mehlich 1

2.1.3 – 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 (FAGERIA e BARBOSA FILHO, 2004). O Brasil importa aproximadamente 90% do K que é consumido no país, o que, do ponto de vista econômico, exige racionalizar melhor o seu uso na agricultura.

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 incorporado ao solo, pode tornar-se disponível às plantas, o que explica, em parte, a falta de resposta do arroz a este elemento (FAGERIA e BARBOSA FILHO, 2004).

A deficiência de K provoca redução do crescimento da planta e os sintomas iniciam com uma clorose branda nas pontas das folhas mais velhas 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 .

Devido sua baixa exportação pelas colheitas, é recomendável que os restos culturais sejam mantidos na área de produção, os quais, ao serem incorporados ou não ao solo, liberam o K contido nos tecidos que será absorvido pela cultura subsequente, diminuindo os custos com a adubação. 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 K₂O varia de 20 a 60 kg/ha (Cravo *et al.*, 2007), tanto para arroz de sequeiro (Tabela 3) como para arroz irrigado (Lopes *et al.*, 2007), dependendo do teor de potássio revelado pela análise de solo.

2.1.4 – 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.

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. À medida que a deficiência persiste, as folhas mais velhas desenvolvem uma necrose marrom-avermelhada nas nervuras (BARBOSA FILHO, 1987.).

Para correção da deficiência de Ca, recomenda-se a calagem, cuja necessidade é determinada com base nos resultados da análise do solo

Para arroz de sequeiro aplicar calcário para diminuir a saturação de Al do solo para menos de 20% e, para arroz irrigado, para menos de 25%, calculando-se a necessidade de calcário pela seguinte equação (Cravo *et al.*, 2007):

$$NC(t/ha) = 1,5[AI - SAD (Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Al^{3+})/100], \text{ onde:}$$

NC = Necessidade de Calcário, com PRNT (poder relativo de neutralização total do calcário), corrigido para 100%;

SAD = Saturação de Alumínio Desejada no solo após a calagem. No caso do arroz de sequeiro a SAD deve ser ajustada para 20 e, para arroz irrigado para 25%.

2.1.5 – Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) não é comum na cultura do arroz, em razão da calagem que é geralmente praticada. Em solos com teores de Mg menores que $0,5 \text{ cmol/dm}^3$ há grande probabilidade de aparecimento de deficiência desse elemento na maioria das plantas (Cravo *et al.*, 2007).

Os sintomas iniciam-se nas folhas mais velhas, caracterizados por colorações amareladas e alaranjadas entre as nervuras das folhas. Quando a deficiência é severa, os sintomas se espalham por toda a folha, causando o completo secamento.

A deficiência de Mg pode ser corrigida pela calagem, sendo indicado o uso de calcário dolomítico ou até mesmo o magnesiano.

2.1.6 – Enxofre

O Enxofre (S) Tem Recebido Pouca Atenção Dos Produtores, Uma Vez Que Os fertilizantes nitrogenados (sulfato de amônio) e fosfatados (superfosfato simples) usados nas lavouras contêm razoável quantidade deste elemento. Entretanto, em certas condições de cultivos intensivos, sem uso de fertilizantes ou onde se usa fertilizantes sem S na sua composição, poderá ocorrer deficiência deste nutriente.

No nordeste paraense, principalmente onde ocorrem solos de textura média a arenosa, é muito freqüente a deficiência de S para as plantas, causando menor aproveitamento da adubação nitrogenada e, conseqüentemente, diminuindo a produtividade. Neste caso, para culturas gramíneas, como é o caso do arroz é recomendável a aplicação de 20 a 30 kg/ha de S, podendo ser utilizado o sulfato de amônio, o superfosfato triplo ou até mesmo o gesso como fonte desse elemento.

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. Com a intensificação da deficiência, a planta toda se torna amarelo-esverdeada.

2.2 - MICRONUTRIENTES

As deficiências de micronutrientes mais freqüentes em arroz são as de zinco e ferro. As causas da ocorrência dessas deficiências estão associadas, principalmente, à correção da acidez para elevar o pH acima de 6,0. A deficiência de zinco também é atribuída ao baixo teor deste elemento no material de origem. Os micronutrientes em geral são imóveis na planta, fazendo com que os sintomas de sua deficiência apareçam inicialmente nas folhas mais novas (MALAVOLTA *et al.*, 1989).

2.2.1 – Ferro

O primeiro sintoma de deficiência de ferro (Fe) pode ser identificado por uma clorose internervural das folhas mais novas. Com o tempo, toda a planta torna-se amarelada em tom de palha, com as folhas tornando-se translúcidas nos estádios

mais avançados da deficiência. 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 de terras altas.

2.2.2 – 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 e as folhas, de cor ferrugem, tornam-se proeminentes em estágios posteriores.

2.2.3 – Manganês

A deficiência de Mn é muito comum em áreas que receberam doses muito elevadas (normalmente acima de 4 t/ha) de calcário, causando a insolubilização de desse elemento no solo.

Nas lâminas das folhas mais novas desenvolve-se clorose internervural, 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.

2.2.4 – 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.

2.2.5 – 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.

2.2.6 – 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.

3 –REFERÊNCIAS CONSULTADAS

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-CNPAF, 1980. 18 p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 4).

BURESH, R. J., DE DATTA, S. K. Nitrogen dynamics and management in rice legume cropping systems. **Advances in Agronomy**. New York, v. 45, p. 1-58, 1991.

CRAVO, M. C.; SILVEIRA FILHO, A.; RODRIGUES, J. E. F.; VELOSO, C. A. C. – Arroz de Sequeiro – Capítulo 2, pg. 135 – 137. In: CRAVO, M. C.; VIÉGAS, I. J. M. & BRASIL, E. C. (Eds. Técnicos) – Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará. Belém – Pará. Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

CRAVO, M. C.; VIÉGAS, I. J. M. & BRASIL, E. C. (Eds. Técnicos) – Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará. Belém – Pará. Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: Embrapa - DPU, 1989.

FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Campus; Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1984. 341 p.

FAGERIA, N. K. **Identificação de distúrbios nutricionais do arroz e sua correção**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1976. 27 p. (EMBRAPA-CNPAF. Boletim Técnico, 2).

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília, DF: EMBRAPA-DPU, 1989. 425 p. (EMBRAPA-CNPAF. 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.; 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**. 2nd. ed. New York: Marcel Dekker, 1997. 624 p.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Deficiências nutricionais na cultura de arroz: Identificação e correção**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 36 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 42).

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Identificação e correção de deficiências nutricionais na cultura do arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 75).

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.

FERRAZ JUNIOR, A. S. L. et al. **Eficiência do uso de nitrogênio para a produção de grão e proteína por cultivares de arroz**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v 32, n.4, p. 435-442. Brasília, Abril, 1997.

GARGANTINI, H., BLANCO, H. G. Absorção de nutrientes pela cultura do arroz. **Bragantia**. 24 (38). p 515 – 519., 1965.

LOPES, A. M.; CRAVO, M. C.; VELOSO, C. A. C. Arroz de Irrigado – Capítulo 3, pg. 139 – 141. In: CRAVO, M. C.; VIÉGAS, I. J. M. & BRASIL, E. C. (Eds. Técnicos) – Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará. Belém – Pará. Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**, 4^a ed. Ed. Ceres. São Paulo, SP, 1979.

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

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

MORAES, J. F. V. e DYNIA, J. F. **Adubação, calagem, disponibilidade de nutrientes e produção de arroz e feijão em solo nivelado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v 33, n.9, p. 1443-1449. Brasília, Setembro, 1998.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2. ed., Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1983. 142p.

STONE, L. F. et al. **Adubação nitrogenada em arroz sob irrigação suplementar por aspersão**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v 34, n.6, p. 927-932. Brasília, Junior, 1999.