

# Comunicado Técnico 166

ISSN 1678-961X  
Santo Antônio de  
Goias, GO  
Dezembro, 2008

## Frequência de Aplicação Foliar de Micronutrientes em Arroz de Terras Altas

Morel Pereira Barbosa Filho<sup>1</sup>  
Alexandre Bryan Heinemann<sup>2</sup>  
Nand Kumar Fageria<sup>3</sup>  
Fábio Alexandre Santos Ferreira<sup>4</sup>  
Larissa Borges de Lima<sup>5</sup>

### Introdução

Os micronutrientes exercem funções importantes dentro das plantas e seus efeitos no crescimento e no rendimento das culturas são expressivos (BARBOSA FILHO et al., 2001). O boro (B), por exemplo, é importante na síntese da parede celular, no transporte de açúcares, divisão celular, funcionamento das membranas, alongamento das raízes e regulação dos hormônios das plantas (MARSCHNER, 1995). Porém, a deficiência de B ainda não foi registrada no Brasil em lavouras comerciais de arroz de terras altas.

Várias enzimas são ativadas pelo cobre (Cu) através do transporte de elétrons na planta e ele está envolvido no metabolismo de carboidratos, cuja carência no tecido pode provocar diminuição no teor de açúcares redutores e aumento no de ácidos orgânicos. A deficiência de Cu em arroz de terras altas não é comum, entretanto, sabe-se que a falta do mesmo acarreta em muitos grãos chochos e, os cheios mostram uma coloração parda na ponta da semente, afetando, assim, a qualidade dos grãos.

O zinco (Zn) é essencial para a síntese de proteínas e Ácido Indol Acético (AIA), uma auxina reguladora do crescimento e do aproveitamento de outros nutrientes pelas plantas (MALAVOLTA, 1980). Entre os micronutrientes, a deficiência de Zn é a mais comum em arroz de terras altas, com inúmeros relatos de deficiência

nessa cultura (BARBOSA FILHO, 1987), e é a única que se recomenda controlar rotineiramente pela adubação. A deficiência, tipicamente, resulta em manchas longitudinais cor de ferrugem nas folhas mais velhas (Fig. 1), aproximadamente aos 30 dias após emergência e os principais efeitos, são o encurtamento dos internódios e a redução do crescimento das plantas.



Fig. 1. Foto mostrando os sintomas de deficiência de Zn em plantas de arroz de terras altas.

Assim como o B e o Cu, o manganês (Mn) também não constitui problema nos solos em que o arroz de terras altas é cultivado. No ciclo de Klebs o Mn exerce papel importante como ativador de várias enzimas como polimerase, ATPase, quinase pirúvica, enolase e participa do transporte de elétrons na fotossíntese e é essencial à formação da

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Rod. GO 462, Km 12, 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO, [morel@cnpaf.embrapa.br](mailto:morel@cnpaf.embrapa.br)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, [alexhb@cnpaf.embrapa.br](mailto:alexhb@cnpaf.embrapa.br)

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas, (inserir função), Embrapa Arroz e Feijão, [fageria@cnpaf.embrapa.br](mailto:fageria@cnpaf.embrapa.br)

<sup>4</sup> Estudante de Graduação em Agronomia da Unianhaguera, estagiário Embrapa Arroz e Feijão, [fabioalex@cnpaf.embrapa.br](mailto:fabioalex@cnpaf.embrapa.br)

<sup>5</sup> Estudante de Graduação em Agronomia da UFG, estagiária Embrapa Arroz e Feijão, [larissa@cnpaf.embrapa.br](mailto:larissa@cnpaf.embrapa.br)

clorofila e multiplicação e funcionamento do cloroplasto. Os sintomas de deficiência de Mn se caracterizam por um amarelecimento internerval formando um reticulado grosso e verde escuro nas nervuras. Ainda não há notícias da ocorrência de deficiência de Mn em lavouras comerciais de arroz de terras altas.

Atualmente, devido à escassez de informações sobre a ocorrência de deficiência de micronutrientes (B, Cu e Mn) na cultura do arroz de terras altas cultivado em condições de campo, presume-se que os solos utilizados para o seu cultivo são capazes de suprir as plantas com quantidades adequadas. Contudo, conforme relatado anteriormente, é comum o aparecimento de deficiência de Zn. Isso devido ao baixo teor disponível do elemento no solo e à deficiência induzida pela calagem excessiva (BARBOSA FILHO, 1987, 1991; BARBOSA FILHO et al., 1990, 1992, 2001).

A maioria dos relatos sobre aplicação foliar de B e Mn estão associados às culturas da soja e do algodão e de B e Cu ao trigo, sendo que os mesmos apresentam resultados divergentes. Para o arroz de terras altas, pesquisas sobre aplicação foliar de micronutrientes praticamente inexistem, apesar dos frequentes questionamentos sobre a eficácia dessa prática em culturas anuais de ciclo curto.

Os resultados encontrados na literatura para várias culturas anuais são contraditórios e não conclusivos, principalmente pelo fato de serem empregados na maioria dos trabalhos de adubação, misturas de micronutrientes, impedindo a determinação do efeito isolado do micronutriente. Apesar disso, vários produtores, sob a orientação de empresas empenhadas na difusão da adubação foliar, têm realizado pulverizações foliares, mesmo sem uma comprovação de sua real necessidade.

Em situações onde há necessidade de aplicação de micronutrientes, que raramente ocorre no cultivo de arroz de terras altas, com exceção do Zn, a correção pode ser feita de várias maneiras, sendo a mais comum e eficaz, a aplicação do nutriente no sulco, juntamente com a semeadura. Entretanto, há situações em que o nutriente não é aplicado na semeadura e pode ocorrer a sua deficiência. Quando isto acontece questiona-se a eficiência dessa correção via foliar. É importante considerar que uma vez constatados os sintomas visuais da deficiência, os danos sobre as plantas já foram causados e a adubação foliar, dependendo da cultura e fase de desenvolvimento, pode não ser eficaz para reverter o quadro de deficiência.

Ademais, para o arroz de terras altas, os sintomas de deficiências ocorrem em sua fase inicial de crescimento, quando há poucas folhas e, como tal, a área superficial é insuficiente para uma melhor absorção foliar, o que limita o

aproveitamento. Ainda deve-se considerar a possibilidade de ocorrer queima das folhas, se a concentração do nutriente for excessiva. Se a aplicação for tardia, pode não corrigir a deficiência a ponto de se obter um incremento na produção. Além disso, esse tipo de operação requer maior tecnificação por parte do produtor e o custo de aplicação pode ser elevado, se forem necessárias várias aplicações.

A pulverização tem o momento certo para ser realizada, exige equipamentos apropriados e geralmente não deixa efeito residual, pois a quantidade do produto utilizada é pequena. Dependendo da fase de desenvolvimento da cultura e deficiência do nutriente no solo, a planta responde, mas o efeito pode ser somente momentâneo. Nem todos os micronutrientes são móveis dentro da planta e por isso a pulverização foliar pode promover a correção apenas das partes atingidas pelo produto, não abrangendo a área foliar que surgirá posteriormente.

Os objetivos deste documento foram relatar os aspectos importantes a serem considerados na tomada de decisão para a aplicação foliar de micronutrientes e, apresentar os resultados de um estudo preliminar sobre a suplementação foliar de micronutrientes em arroz de terras altas.

## Materiais e métodos

Foram realizados quatro experimentos em casa telada, na Embrapa Arroz e Feijão, no período de novembro a março de 2007/08, para avaliar a influência da suplementação foliar de B, Cu, Mn e Zn em arroz de terras altas, sendo cada micronutriente considerado em experimento isolado. Para isto coletaram-se amostras de terra fina seca ao ar de um Latossolo Vermelho distroférico, coletadas na camada de 0 a 20 cm de duas áreas da Fazenda Experimental da Embrapa Arroz e Feijão, situada no município de Santo Antônio de Goiás, GO.

As áreas de coleta da amostra de terra se diferenciaram quanto ao histórico de cultivo. Uma amostra foi coletada em uma área submetida ao preparo de solo e cultivado com culturas anuais por aproximadamente 30 anos. Outra amostra foi coletada de área mantida solo vegetação de cerrado, denominadas neste trabalho de solo trabalhado e solo virgem, respectivamente.

As análises químicas (Tabela 1) foram realizadas segundo metodologia descrita em Claessen (1997). Posteriormente, fez-se a correção da acidez das amostras de solo, por vaso, com calcário (PRNT = 100%) para elevar a saturação por bases a 60% e mantidas em incubação por 30 dias. Após esse período de incubação procedeu-se à adubação básica com NPK conforme descrito na Tabela 2, sendo que cada parcela consistiu de um vaso com seis dm<sup>3</sup> de terra.

**Tabela 1.** Principais características químicas das amostras da camada de 0-20 cm do Latossolo Vermelho distroférrico utilizado nos experimentos, Embrapa Arroz e Feijão, 2007/08.

Característica	Latossolo Vermelho distroférrico	
	Trabalhado	Virgem
pH em H <sub>2</sub> O (1:2,5)	6,2	5,0
Ca troc., cmol dm <sup>-3</sup>	5,1	0,3
Mg troc., cmol dm <sup>-3</sup>	1,6	0,2
Al troc., cmol dm <sup>-3</sup>	0,0	0,9
H + Al., cmol dm <sup>-3</sup>	4,9	8,6
P, mg dm <sup>-3</sup>	15,1	1,0
K troc., mg dm <sup>-3</sup>	218,0	47,0
Cu, mg dm <sup>-3</sup>	1,9	2,0
Zn, mg dm <sup>-3</sup>	6,0	1,2
Fe, mg dm <sup>-3</sup>	40,0	120,0
Mn, mg dm <sup>-3</sup>	22,0	6,0
CTC <sub>7</sub> , cmol dm <sup>-3</sup>	12,2	9,2
V %	59,4	6,4
SB, cmol dm <sup>-3</sup>	7,25	0,6

Observações: P, K extraídos em HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0025 mol L<sup>-1</sup>; Al, Ca, Mg (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); SB = soma de bases; T = CTC a pH 7,0; V = saturação por bases

**Tabela 2.** Concentração de nutrientes, fontes e respectivas quantidades adicionadas na sementeira e durante o período de crescimento do arroz de terras altas.

Nutriente	Concentração (mg kg <sup>-1</sup> )	Solução (g litro <sup>-1</sup> )	Fonte	Sementeira (mL 6 kg <sup>-1</sup> de solo)	Cobertura
N <sup>(1)</sup>	300	72,0	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25	25
P <sup>(2)</sup>	200	-	Superfosfato triplo	-	-
K <sup>(2)</sup>	150	-	Cloreto de potássio	-	-
Calagem	Para atingir V% de 60%		calcário	-	-

(1) ON foi aplicado na forma de solução e parcelado em três vezes, 1/3 aplicada na sementeira, 1/3 aos 25 dias após emergência e 1/3 no início do aparecimento do primórdio floral. (2) O P e o K foram aplicados na forma sólida.

Foram cultivadas quatro plantas de arroz por vaso, e a cultivar utilizada foi a 'Sertaneja'. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em um esquema fatorial 2 x 5 com os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas.

A irrigação foi realizada visando manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo, por meio de pesagens diárias dos vasos.

Os tratamentos de suplementação de micronutrientes, detalhados na Tabela 3, foram realizados por meio de pulverização de 0,5 litros de solução do sal de micronutriente, tamponada ao pH 6,8 e aplicada em grupos de oito vasos, correspondente às quatro repetições e duas amostras de solo (trabalhado e virgem).

Os experimentos foram conduzidos até a fase de maturação fisiológica, momento em que foram avaliados os seguintes parâmetros agrônômicos: rendimento de grãos e seus componentes (número de panículas por planta,

número de grãos panícula<sup>-1</sup> e massa de mil grãos). As plantas de cada experimento foram separadas em palha e grãos e analisadas para seu respectivo micronutriente. Com os dados de acumulação de microminerais na palha e grãos, calculou-se a distribuição percentual de cada micronutriente nas plantas. Para avaliar os resultados, procedeu-se à análise de variância, com base no delineamento adotado e com desdobramento das interações significativas. As médias foram comparadas usando o teste Scott-Knott, a nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Detalhamento dos tratamentos de adubação foliar empregados nos experimentos de B, Cu, Mn e Zn em arroz de terras altas, realizado em casa telada na Embrapa Arroz e Feijão (2007/08), utilizando-se amostras de um Latossolo Vermelho distroférrico coletadas em áreas trabalhada e virgem.

Experimento	Fonte	Concentração (%)	Dae <sup>1</sup>
B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,0	-
		0,1	25
		0,1	25, 35
		0,1	25, 35, 45
Cu	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0,0	-
		0,1	25
		0,1	25, 35
		0,1	25, 35, 45
Mn	MnSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0,0	-
		0,1	25
		0,1	25, 35
		0,1	25, 35, 45
Zn	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,0	-
		0,5	25
		0,5	25, 35
		0,5	25, 35, 45

<sup>1</sup> Dae – Dias Após a Emergência

## Resultados e discussão

### Experimento de boro

Na média geral dos tratamentos, a produtividade de grãos, número de panículas planta<sup>-1</sup>, número de grãos panícula<sup>-1</sup> e massa de mil grãos não foram afetados pela adubação foliar com B (P < 0,05). Entretanto, na média dos tratamentos de frequência de aplicação de B, as duas áreas (trabalhada e virgem) foram diferentes quanto à capacidade produtiva. Observa-se um menor rendimento de grãos e de seus componentes na área de solo cultivado (trabalhado) por muitos anos com culturas anuais, comparada com a área de solo virgem de cerrado (Tabela 4). Isto pode estar relacionado ao sistema de monocultivo do arroz empregado por muitos anos na área e a consequente degradação física, química e biológica dos

solos, a qual tem sido apontada como a principal causa do declínio de produtividade dessa cultura. Este fato pode ser melhor compreendido observando-se a Fig. 2 que ilustra o crescimento das plantas de arroz nas duas condições de solo.

**Tabela 4.** Efeito da suplementação e frequência de aplicação foliar de B, Cu, Mn e Zn e do histórico de cultivo de um Latossolo Vermelho distroférrico, no rendimento de grãos de arroz de terras altas, Embrapa Arroz e Feijão, 2007/08.

Experimento	Concentração %	Época de aplicação Dae <sup>1</sup>	Produtividade de grãos		
			Trabalhado	Virgem g planta <sup>1</sup>	Média
B	0,0	-	14,88a <sup>2</sup>	14,89b	14,84a
	0,1	25	13,93a	17,01a	15,47a
	0,1	25,35	15,08a	15,61b	15,34a
	0,1	25,35,45	14,42a	14,43b	14,42a
	Média	-	14,58B	15,49A	-
			CV= 8,0%		-
Cu	0,0	-	13,86a	16,09a	14,97a
	0,1	25	12,22a	15,81a	14,01a
	0,1	25,35	12,30a	12,79b	12,54b
	0,1	25,35,45	12,95a	12,20b	12,57b
	Média	-	12,81B	14,25A	-
			Cv = 10,6%		-
Mn	0,0	-	14,54a	16,21a	15,37a
	0,1	25	14,82a	14,87a	14,84a
	0,1	25,35	12,40a	14,61a	13,50a
	0,1	25,35,45	13,18a	15,36a	14,27a
	Média	-	13,69B	15,19A	-
			Cv = 13,2%		-
Zn	0,0	-	14,22a	18,08a	16,15a
	0,5	25	12,22a	15,64b	13,93b
	0,5	25,35	13,38a	16,24b	14,82b
	0,5	25,35,45	13,22a	15,35b	14,29b
	Média	-	13,26B	16,33A	-
			Cv = 9,7%		-

(1) Dae = dias após emergência.

(2) Dentro da coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas correspondem a comparação entre solos e minúsculas entre tratamentos de suplementação foliar de micronutrientes.

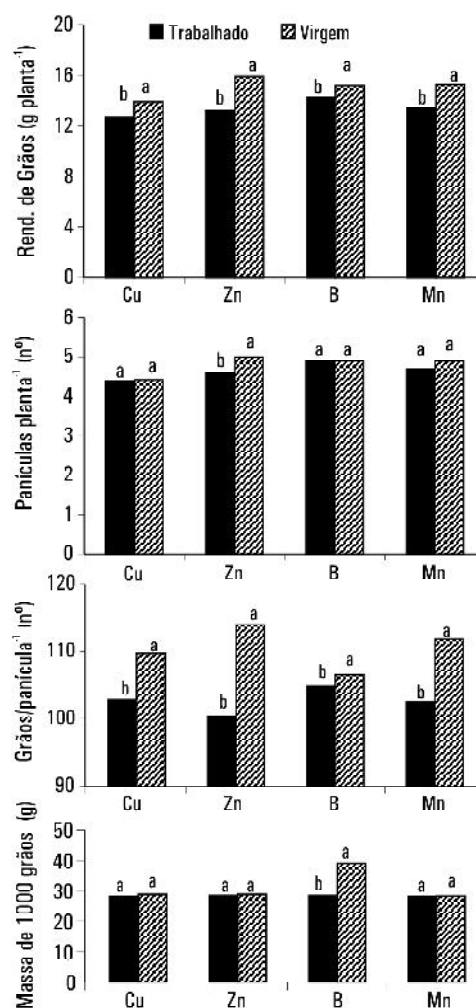


**Fig. 2.** Plantas de arroz de terras altas à esquerda crescendo em solo trabalhado e cultivado por mais de 20 anos com culturas anuais, e em solo virgem à direita.

Na área de solo virgem coletada sob vegetação de cerrado, a aplicação de B (0,1%) numa única vez, aos 25 dias após a emergência resultou em rendimento de grãos significativamente ( $P < 0,05$ ) maior do que em duas ou três vezes. Sugere-se, portanto, que aplicações por repetidas vezes de B, em áreas novas de cerrado, poderá causar efeito fitotóxico às plantas de arroz.

## Experimento de cobre

O rendimento de grãos e número de panículas planta<sup>-1</sup> mostraram diferenças na média das duas áreas de solo trabalhado e virgem (Tabela 4 e Fig. 3). Nota-se que na área de solo virgem as duas variáveis foram significativamente ( $P < 0,05$ ) maiores do que na área de solo trabalhado, à semelhança do que ocorreu no experimento de B. Com aumento do número de aplicações de Cu, houve diminuição do rendimento de grãos, sugerindo que a aplicação desse nutriente foi desnecessária e causou efeito fitotóxico às plantas.



**Fig. 3.** Influência do histórico de cultivo e da aplicação foliar de micronutrientes na produtividade de grãos de arroz de terras altas e seus componentes.



As quantidades de Cu acumuladas nos grãos dos dois solos não mostraram diferenças entre as frequências de aplicação, ao passo que na palha o número de aplicações influenciou na quantidade de Cu acumulada (Tabela 5). A aplicação de Cu em três vezes durante a fase vegetativa, isto é, aos 25, 35 e 45 dias após a emergência (dae) nos dois solos, acumulou quantidades significativamente maior de Cu em comparação com os demais tratamentos. Observa-se que quando o Cu foi aplicado em três vezes, o acúmulo do nutriente na palha foi maior no solo trabalhado do que no solo virgem, embora essa diferença não se refletiu em aumento de rendimento.

**Tabela 5.** Acumulação de Cu, Mn e Zn na planta de arroz de terras altas, em função da suplementação foliar de Cu, Mn e Zn e do histórico de cultivo de um Latossolo Vermelho distoférrico, Embrapa Arroz e Feijão, 2007/08.

Exp.	Suplementação foliar		Histórico de cultivo					
	Conc., %	Dae <sup>1</sup>	Solo trabalhado			Solo virgem		
			Palha	grãos	Total	Palha	grãos	Total
			mg planta <sup>-1</sup>			mg planta <sup>-1</sup>		
Cu	0,0	-	0,02bA	0,06aA	0,08bA <sup>2</sup>	0,03cA	0,08aA	0,11aA
	0,1	25	0,04bA	0,06aA	0,09bA	0,02cB	0,05aA	0,07bA
	0,1	25,35	0,03bA	0,04aA	0,07bB	0,05bA	0,06aA	0,11aA
	0,1	25,35,45	0,11aA	0,05aA	0,16aA	0,08aB	0,06aA	0,15aA
	Média	-	0,05A	0,05A	0,10A	0,05A	0,06A	0,11A
	Cv%	-	25,0	29,8	21,8	-	-	-
Mn	0,0	-	1,96aB	0,34aB	2,31aB	3,50aA	0,65aA	4,16aA
	0,1	25	1,48bB	0,34aB	1,83aB	2,99bA	0,63aA	3,62bA
	0,1	25,35	1,42bB	0,37aA	1,79aB	2,06cA	0,49aA	2,8dA
	0,1	25,35,45	1,42bB	0,32aB	1,74aB	2,49cA	0,59aA	3,08cA
	Média	-	1,57B	0,34B	1,92B	2,76A	0,57A	3,34A
	Cv%	-	14,6	15,4	13,3	-	-	-
Zn	0,0	-	0,18cB	0,18bB	0,36cB	0,50bA	0,31bA	0,82bA
	0,5	25	0,55bA	0,49aA	1,05bA	0,57bA	0,33aB	0,91bA
	0,5	25,35	0,56bA	0,53aA	1,10bA	0,46bA	0,40aB	0,86bA
	0,5	25,35,45	0,88aA	0,59aA	1,47aA	1,09aA	0,44aB	1,53aA
	Média	-	0,54A	0,45A	0,99A	0,66A	0,37B	1,03A
	Cv%	-	27,2	15,6	20,3	-	-	-

<sup>1</sup> Dias após emergência

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem, significativamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Letras maiúsculas correspondem a comparação entre solos e minúsculas entre tratamentos de suplementação foliar de micronutrientes.

Utilizando-se os dados de acumulação, descritas na Tabela 5, calculou-se a distribuição percentual apresentada na Tabela 6. Observa-se que o aumento da frequência de aplicação de Cu, as proporções de teores de Cu na palha e grãos aumenta, porém, considerando-se a média dos tratamentos, a proporção da distribuição acumulada de Cu foi de 50% na palha e 50% nos grãos.

**Tabela 6.** Distribuição e acumulação percentual de Cu, Mn e Zn nas plantas de arroz de terras altas da cultivar 'Sertaneja', na colheita, Embrapa Arroz e Feijão, 2007/08.

Exp.	Conc.%	Dae	Solo trabalhado			Solo virgem		
			Palha	Grãos	Total	Palha	Grãos	Total
Cu	0,0	-	28	72	100	30	70	100
	0,1	25	40	60	100	27	73	100
	0,1	25,35	48	52	100	46	54	100
	0,1	25,35,45	67	33	100	58	42	100
	Média	-	50	50	100	43	57	100
Mn	0,0	-	85	15	100	84	16	100
	0,1	25	81	19	100	82	18	100
	0,1	25,35	79	21	100	83	17	100
	0,1	25,35,45	82	18	100	81	19	100
	Média	-	82	18	100	83	17	100
Zn	0,0	-	50	50	100	62	38	100
	0,5	25	53	47	100	63	37	100
	0,5	25,35	51	49	100	53	47	100
	0,5	25,35,45	60	40	100	71	29	100
	Média	-	55	45	100	64	36	100

## Experimento de manganês

A aplicação foliar de Mn não alterou o rendimento de grãos e de seus componentes em nenhuma das duas condições em que o arroz foi semeado, ou seja, em solo trabalhado e virgem (Tabela 4). Porém, na média dos tratamentos de aplicação foliar de Mn, o rendimento de grãos e o número de grãos paniculas<sup>-1</sup> foram significativamente ( $P < 0,05$ ) maiores no solo virgem (Fig. 3), e as razões são as mesmas descritas anteriormente para o experimento de B.

Entre os micronutrientes estudados, o Mn foi o que apresentou maior acúmulo nas plantas. A acumulação de Mn na palha foi maior nas plantas que não receberam aplicações foliares de Mn nas duas condições de cultivo (Tabela 5). Este fato não era esperado e aparentemente não há uma explicação para este fato.

A acumulação de Mn nas plantas cultivadas no solo virgem foi praticamente o dobro da acumulação verificada nas plantas cultivadas em solo trabalhado, o que se deve ao maior rendimento de matéria seca e crescimento das plantas no solo virgem (Fig. 3, Tabela 5).

## Experimento de zinco

O maior rendimento de grãos foi obtido no tratamento que não recebeu aplicação foliar de Zn (Tabela 4). O acúmulo de Zn foi significativamente ( $P < 0,05$ ) maior

quando o Zn foi aplicado em três vezes na fase vegetativa do arroz (Tabela 5). A distribuição de Zn nas plantas variou de acordo com as condições em que o arroz foi cultivado e o número de aplicação. Na média dos tratamentos, a distribuição foi de 55% na palha e 45% nos grãos para o solo trabalhado e de 64% na palha e 36% nos grãos para o solo virgem (Tabela 6).

As plantas de arroz em solo virgem, independentes dos tratamentos de pulverização foliar, apresentaram maior rendimento de grãos, panículas planta<sup>-1</sup> e grãos panículas<sup>-1</sup>, comparados aos das plantas crescidas no solo lavrado e cultivado por vários anos com culturas anuais (Fig. 1).

A falta de resposta do arroz de terras altas à aplicação foliar suplementar de micronutrientes era previsto, em função dos teores disponíveis desses nutrientes no solo das duas áreas em que as amostras foram coletadas (Tabela 1). Considerando a falta de consistência dos resultados obtidos no presente trabalho, principalmente para Mn e Zn, sugere-se que outras pesquisas sobre o tema sejam realizadas, antes que a prática de fertilização foliar com micronutrientes durante a fase vegetativa do arroz de terras altas seja recomendada.

## Conclusões

As plantas de arroz cultivadas em solo virgem apresentaram maior rendimento de grãos e de seus componentes do que as plantas desenvolvidas no solo trabalhado e cultivado por vários anos consecutivos com culturas anuais.

As aplicações foliares de Cu (0,1%) e Zn (0,5%) promoveram aumentos significativos na acumulação total desses nas plantas de arroz, contudo, esses aumentos não influenciaram no rendimento de grãos.

Embora a importância dos micronutrientes para a cultura do arroz de terras altas, seja indiscutível, a aplicação desses nutrientes via foliar ainda é uma questão não esclarecida. Não existe, portanto, segurança para que se recomende adubação foliar de micronutrientes.

## Considerações gerais

Apesar dos avanços, nos últimos anos, nas pesquisas de fertilidade do solo e nutrição de plantas, os estudos relativos aos micronutrientes

ainda são restritos, comparativamente aos realizados com os macronutrientes. Possivelmente, a razão da menor atenção para com os micronutrientes esteja relacionada à baixa quantidade exigida pelas culturas ou por sua deficiência não ser sistematicamente constatada em grande escala nas condições de campo.

Diante de várias dúvidas ainda não sanadas pela pesquisa, a aplicação de micronutrientes tem sido realizada sem muitos critérios por técnicos e agricultores, acarretando, muitas vezes, na elevação desnecessária dos custos de produção. A aplicação de micronutrientes, como de qualquer nutriente, requer certos procedimentos, que vão desde a confirmação da real necessidade de sua aplicação por meio da análise de solos, da escolha dos produtos comerciais mais eficientes (fontes), quantidade a ser utilizada (dosagem) e o melhor modo de aplicação, conhecimento da exigência das diferentes culturas em relação aos micronutrientes, efeito residual desses nutrientes no solo e a avaliação da economicidade de sua aplicação.

A disponibilidade de micronutrientes para as plantas é influenciada por diversos fatores, entre os quais, os mais importantes são o pH do solo, conteúdo de matéria orgânica, textura do solo e os teores disponíveis no solo (BARBOSA FILHO et al., 2001). O conhecimento destes fatores é importante como critério de diagnose de deficiências nutricionais e que, frequentemente, são ignorados pelos técnicos e agricultores. A constatação de deficiências de micronutrientes em lavouras comerciais de arroz, milho e trigo no Brasil não é comum, exceto para o Zn (BARBOSA FILHO et al., 2001). Em casos pontuais, resposta a B e Mo são encontradas para feijão, o que não se justifica, dada a esporadicidade de ocorrência, aplicações generalizadas desses nutrientes nos solos brasileiros ou pulverizações em lavouras comerciais, mesmo porque a sensibilidade à deficiência de micronutrientes varia de cultura para cultura.

## Referências

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. (Boletim técnico, 9).

BARBOSA FILHO, M. P. Cereais. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato: CNPq, 1991. p. 413-444.

BARBOSA FILHO, M. P.; DYNIA, J. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Resposta do arroz de sequeiro ao zinco e ao cobre com efeito residual para o milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 333-338, set./dez. 1990.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. da; BARBOSA, A. M. Interações entre calagem e zinco na absorção de nutrientes e produção de arroz de sequeiro em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 355-360, set./dez. 1992.

BARBOSA FILHO, M. P.; CANTARELLA, H.; WIETHÖLTER, S. Micronutrientes para culturas anuais: arroz, milho e trigo. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; RAIJ, B. van; ABREU, C. A. de (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; Fapesp: Potafos, 2001. p. 285-318.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2<sup>nd</sup> ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

**Comunicado Técnico, 166**

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 (2009): 1.000 exemplares

**Comitê de publicações**

**Presidente:** *Luís Fernando Stone*

**Secretário-Executivo:** *Luiz Roberto R. da Silva*

**Expediente**

**Supervisor editorial:** *Camilla Souza de Oliveira*

**Revisão de texto:** *Camilla Souza de Oliveira*

**Normalização bibliográfica:** *Ana Lúcia D. de Faria*

**Tratamento das Ilustrações:** *Fabiano Severino*

**Editoração eletrônica:** *Fabiano Severino*