

## NOTAS CIENTÍFICAS

### RESPOSTA DE CULTURAS IRRIGADAS À APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO<sup>1</sup>

CLEMENTINO MARCOS BATISTA DE FARIA<sup>2</sup> e JOSÉ RIBAMAR PEREIRA<sup>3</sup>

RESUMO - Realizou-se uma análise de oito experimentos envolvendo as culturas irrigadas de tomate industrial, alho e feijão no Vale do Submédio São Francisco, no período de 1976 a 1996, com o objetivo de verificar resposta a micronutrientes. Os tratamentos dos experimentos consistiram da presença e ausência de boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco, com quatro repetições, em delineamento de blocos ao acaso. Não foram constatadas respostas do alho e do feijoeiro à aplicação de micronutrientes. O tomateiro respondeu somente à aplicação de boro, e em apenas um dos experimentos, com aumento de 12,86 t/ha de frutos.

### RESPONSE OF IRRIGATED CROPS TO MICRONUTRIENTS APPLICATION IN THE SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO REGION

ABSTRACT - An analysis of eight experiments from 1976 to 1996 was carried out involving irrigated industrial tomato, garlic and beans crops in the Submédio São Francisco region, Northeast Brazil, with the objective of examining their response to micronutrients. The treatments of the experiments consisted of presence and absence of boron, copper, iron, manganese, molybdenum and zinc in a randomized complete block design with four replications. There was no response of garlic and beans to micronutrient application. The tomato crop responded to boron application in only one of the experiments with an increase of 12.86 ton/ha of fruits.

Em solos representativos da Zona da Mata de Pernambuco, os teores disponíveis de Mn, Zn, Mo e Cu foram considerados abaixo do nível crítico (Horowitz & Dantas, 1966, 1973, 1976; Horowitz, 1978), enquanto nos do Sertão, os teores de Mn foram considerados acima do nível crítico (Horowitz & Dantas, 1966). Por outro lado, Faria et al. (1981) não encontraram resposta do milho à aplicação de FTE BR-9 (micronutrientes silicatados) em 19 ensaios de milho realizados em vários locais do Nordeste brasileiro. Nos nove ensaios de adubação de NPK e de B, Mo e Zn e de calagem com a cultura do milho,

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 22 de julho de 1999.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300-000 Petrolina, PE. E-mail: clementi@cpatsa.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., Dr., Embrapa-CPATSA.

realizados em diferentes locais do Estado de Pernambuco, Wanderley (1971) verificou que a predominância das respostas da cultura foi à adubação de NPK, e depois, à calagem.

A disponibilidade de micronutrientes para as plantas depende, entre outros fatores, da textura, matéria orgânica, e, principalmente, do pH do solo. Quando o pH do solo aumenta, diminui a disponibilidade do Cu, Fe, Mn e Zn e aumenta a do Mo, e quando há redução de oxigênio no solo, aumenta a disponibilidade de Fe e Mn (Bataglia, 1988). Barbosa Filho et al. (1992) observaram que a absorção de Cu, Fe, Mn e Zn pelo arroz num Latossolo Vermelho-Escuro diminuiu com a calagem. A maior disponibilidade de B ocorre com o pH na faixa de 5,0 a 7,0. Sua deficiência é comum em solos arenosos de zonas com alta pluviosidade. Os solos orgânicos são os mais propensos a apresentarem deficiência de Cu, em virtude da formação de complexos estáveis. Excesso de P no solo pode provocar deficiência de Fe e Zn. A deficiência de Mo ocorre em solos ácidos ou em solos que tenham recebido doses elevadas de fertilizantes contendo sulfato (Lopes & Carvalho, 1988).

Os principais solos irrigados do Submédio São Francisco são os Latossolos Vermelho-Amarelos e Podzólicos Vermelho-Amarelos, ambos de textura arenosa, que apresentam uma acidez leve, e os Vertissolos, Bruno não-cálcico e os Aluviais (FAO, 1966). A deficiência de micronutrientes nos cultivos desses solos tem sido verificada em observações de campo. Faria & Pereira (1982) constataram deficiência de Mo no meloeiro cultivado num Vertissolo de Juazeiro, BA, que tinha recebido sulfato de amônio em quantidade elevada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do tomate industrial, do alho e do feijão à aplicação de micronutrientes, em cultivos irrigados, no Submédio São Francisco.

O trabalho constou da análise dos dados de oito experimentos de adubação com micronutrientes realizados com algumas culturas irrigadas, no Submédio São Francisco, no período de 1976 a 1996. Desse total, seis foram realizados com o tomateiro industrial (*Lycopersicon esculentum*), sendo dois no Campo Experimental de Mandacaru, a saber: um em 1976 e o outro em 1996; um na Agroindústria Frutivale em 1993, em Juazeiro, BA; dois no Campo Experimental de Bebedouro, ou seja: um em 1976 e outro em 1996; e um na Agroindústria TAT em 1993, em Petrolina, PE; um com alho (*Allium sativum*) em 1989, e o outro, com feijão (*Phaseolus vulgaris*) em 1996, no Campo Experimental de Bebedouro. Na Tabela 1 estão apresentadas as classes dos solos, segundo a FAO (1966), dos locais onde os experimentos foram conduzidos, bem como algumas de suas características químicas determinadas conforme Embrapa (1979), com exceção do P do solo da Frutivale e de Mandacaru, cuja extração foi feita pela solução de Bray-1 conforme Olsen & Dean (1965).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos dos experimentos de tomate em 1976 foram os seguintes: 1) testemunha (sem micronutrientes); 2) com Zn; 3) com Fe; 4) com Mn; 5) com B; 6) completo (Zn + Fe + Mn + B). Dos experimentos com tomate na TAT e Frutivale em 1993 e em Bebedouro em 1996 e com feijão, os tratamentos foram: 1) testemunha; 2) completo (B + Zn + Mo); 3) completo menos Mo; 4) completo menos Zn; 5) completo menos B. No experimento com tomate em

Mandacaru em 1996, os tratamentos foram: 1) testemunha; 2) completo (Mn + B + Zn + Mo); 3) completo menos Mo; 4) completo menos Zn; 5) completo menos B; 6) completo menos Mn. No experimento de alho, os tratamentos foram: 1) testemunha; 2) completo (Mg + B + Cu + Zn); 3) completo menos Zn; 4) completo menos Cu; 5) completo menos B; 6) completo menos Mg.

A cultura do tomate foi plantada num espaçamento de 1,20 x 0,30 m. A área da parcela foi de 43,20 m<sup>2</sup>, com área útil de 14,40 m<sup>2</sup>. A cultivar utilizada foi a IPA-5, com exceção dos experimentos de 1976, em que se utilizou a Rossol. Os micronutrientes foram usados nas doses de 4 kg/ha de Zn (sulfato de zinco) e 1,1 kg/ha de B (bórax) nos experimentos de 1976 e 1996, 6 kg/ha de Zn (sulfato de zinco) e 1,6 kg/ha de B (bórax) nos de 1993, 7,8 kg/ha de Mn (sulfato de manganês) nos experimentos de 1976, e o de Mandacaru em 1996, 4,7 kg/ha de Fe (sulfato ferroso) nos de 1976, e 0,4 kg/ha de Mo (molibdato de sódio) nos de 1993 e 1996. Todos os experimentos receberam adubação uniforme de 150 kg/ha de N, 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg/ha de K<sub>2</sub>O, sob as formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, com exceção dos experimentos de 1976, cuja fonte de N foi o sulfato de amônio.

A cultura do alho (cv. Cateto Roxo) foi plantada num espaçamento de 0,20 x 0,10 m. A área da parcela foi de 8,4 m<sup>2</sup>, com área útil de 3,6 m<sup>2</sup>. O Mg e os micronutrientes foram usados nas doses de 18 kg/ha de Mg (sulfato de magnésio), 6 kg/ha de Zn (sulfato de zinco), 3,2 kg/ha de Cu (sulfato de cobre) e 1,1 kg/ha de B (bórax). Todos os tratamentos receberam adubação uniforme de 120 kg/ha de N, 180 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg/ha de K<sub>2</sub>O, sob as formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

A cultura do feijão (cv. IPA-11) foi plantada num espaçamento de 0,5 m entre linhas, com 15 plantas/m. A área da parcela foi de 40,0 m<sup>2</sup>, com área útil de 16,8 m<sup>2</sup>. Os micronutrientes foram usados nas doses de 4 kg/ha de Zn (sulfato de zinco), 1,6 kg/ha de B (bórax) e 0,4 kg/ha de Mo (molibdato de sódio). Todos os tratamentos receberam adubação uniforme com 80 kg/ha de

**TABELA 1. Características químicas e classes de solo dos locais dos experimentos.**

Experimento	Característica						Classe de solo <sup>1</sup>
	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	P	
	(H <sub>2</sub> O)	----- (cmolc dm <sup>-3</sup> ) -----				(mg dm <sup>-3</sup> )	
Tomate-Mandacaru, 1976	-	-	-	-	-	-	V
Tomate-Bebedouro, 1976	-	-	-	-	-	-	LVa
Tomate-Frutivale, 1993	7,9	31,5	1,9	0,28	0,00	14	V
Tomate-TAT, 1993	6,3	1,8	0,6	0,17	0,05	24	PVa
Tomate-Mandacaru, 1996	7,9	31,1	3,2	0,50	0,00	28	V
Tomate-Bebedouro, 1996	6,9	1,5	0,5	0,30	0,05	23	LVa
Alho-Bebedouro, 1989	6,9	1,5	0,7	0,34	0,05	7	LVa
Feijão-Bebedouro, 1996	6,4	1,8	0,9	0,34	0,00	15	LVa

<sup>1</sup> V: Vertissolo; LV: Latossolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa; PV: Podzólico Vermelho-Amarelo, textura arenosa (FAO, 1966).

N, 120 kg/ha de  $P_2O_5$  e 40 kg/ha de  $K_2O$ , nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Em todas as culturas, 1/3 do N, todo P, K e os micronutrientes, com exceção do Mo, foram aplicados no sulco de semeadura. O Mo foi aplicado por via foliar, na forma de molibdato de sódio a 0,05%, no período compreendido antes da floração até a formação dos frutos ou das vagens das culturas. No alho, o Mg foi aplicado da mesma forma que os micronutrientes. O restante do N foi aplicado em cobertura, após 30 dias do plantio do tomate, e 20 dias após o plantio do feijão, e aos 25 e 50 dias após o plantio do alho.

As irrigações foram em sulco, com exceção do experimento com tomate na TAT, que foi por aspersão, de acordo com o tanque de evaporação classe A e os coeficientes Kc das culturas.

Dos oito experimentos analisados (Tabelas 2, 3 e 4), em apenas um foi constatada diferença significativa entre tratamentos, que foi o de tomate, em Bebedouro, em 1976, no qual a adição apenas do B proporcionou produtividade superior à dos demais tratamentos (Tabela 2). No local desse experimento, por ser um solo arenoso, submetido a cultivos intensivos com irrigação, é possível a ocorrência de deficiência deste elemento, embora seu pH, com

**TABELA 2. Influência dos tratamentos na produtividade do tomateiro em Mandacaru e Bebedouro, em 1976<sup>1</sup>.**

Tratamento	Mandacaru	Bebedouro
	----- Frutos (t/ha) -----	
Testemunha	77,22a	46,94b
Com Zn	76,72a	49,15b
Com Fe	78,02a	45,84b
Com Mn	81,41a	48,28b
Com B	80,15a	59,80a
Completo (Zn + Fe + Mn + B)	78,59a	45,82b
C.V. (%)	7,0	17,0

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**TABELA 3. Influência dos tratamentos na produtividade do tomateiro em TAT (1993), Frutivale (1993) e Bebedouro (1996) e do feijão (1996)<sup>1</sup>.**

Tratamento	Tomate			Feijão
	TAT	Frutivale	Bebedouro	
	----- Frutos (t/ha) -----			Grãos (kg/ha)
Testemunha	48,67a	59,32a	71,89a	2.103a
Completo (B + Zn + Mo)	45,57a	68,41a	75,48a	1.666a
Completo menos Mo	52,59a	59,78a	74,35a	1.899a
Completo menos Zn	47,75a	57,99a	79,68a	1.844a
Completo menos B	49,02a	61,54a	75,19a	2.124a
C.V. (%)	14,3	10,9	11,5	12,8

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

**TABELA 4. Influência dos tratamentos na produtividade do alho, em Bebedouro (1989), e do tomate, em Mandacaru (1996)<sup>1</sup>.**

Alho		Tomate	
Tratamento	Bulbos (kg/ha)	Tratamento	Frutos (t/ha)
Testemunha	4.892a	Testemunha	70,96a
Completo (Mg + B + Cu + Zn)	5.222a	Completo (Mn + Zn + B + Mo)	78,77a
Completo menos Zn	5.064a	Completo menos Mo	66,76a
Completo menos Cu	4.481a	Completo menos B	69,59a
Completo menos B	4.958a	Completo menos Zn	70,09a
Completo menos Mg	5.106a	Completo menos Mn	70,38a
C.V. (%)	17,0		7,3

<sup>1</sup> Valores seguidos pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

valores em torno de 6,0, seja favorável a uma maior disponibilidade deste micronutriente (Lopes & Carvalho, 1988).

O fato de não ter havido efeito significativo da aplicação de micronutrientes na produtividade das culturas na maioria dos experimentos pode ser atribuído a algumas características dos solos da região semi-árida. O teor de matéria orgânica é baixo, e portanto não diminui a disponibilidade de Cu pela formação de complexos estáveis. Como os solos não são ácidos, a disponibilidade de Mo poderia ser diminuída somente se tivesse ocorrido acumulação de sulfato pela aplicação de grandes quantidades de sulfato de amônio onde a drenagem interna fosse dificultada, o que não aconteceu. Por outro lado, a falta de resposta das culturas aos micronutrientes nem sempre significa auto-suficiência do solo, mas pode estar relacionada à fonte e ao modo de aplicação desses nutrientes. Zekri & Koo (1992) relatam que a limitação na eficácia de micronutrientes não quelatados pode ser atribuída à sua precipitação e fixação pela matéria orgânica e partículas do solo. Isso explicaria principalmente a falta de resposta a Mn, Fe e Zn nos experimentos realizados na Frutivale e em Mandacaru, cujos solos, embora possuam pH acima de 7,0, que é uma condição desfavorável à disponibilidade destes nutrientes, são muito argilosos, com argila do tipo 2:1, o que lhes confere alta capacidade de retenção de nutrientes.

Em relação ao modo de aplicação, Zekri & Koo (1992) verificaram que quando aplicaram os micronutrientes Fe, Mn e Zn via fertirrigação, em baixa concentração sob várias fontes, a cultura de citros apresentou resposta positiva, principalmente quando os micronutrientes estavam sob a forma de quelato. Considerando que os métodos de irrigação localizada, como gotejamento e microaspersão, estão sendo ultimamente adotados com êxito nos cultivos no Submédio São Francisco, a aplicação de micronutrientes via água de irrigação pode ser viável nessa região. Por isso, recomendam-se novas pesquisas com esse objetivo.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que não há resposta do alho e do feijoeiro à aplicação de micronutrientes no Latossolo Vermelho-Amarelo, textura arenosa, e que o tomateiro responde somente à aplicação de B, e isto apenas nesse solo.

**REFERÊNCIAS**

- 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, 1992.
- BATAGLIA, O.C. Micronutrientes: disponibilidade e interações. In: BORKERT, C.M. (Ed.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina : Embrapa-CNPSO/IAPAR/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p.121-132.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1979. não paginado.
- FAO (Roma, Itália). **Survey of the São Francisco River basin, Brazil**: soil resources and land classification of irrigation. Rome, 1966. v.2, part 1.
- FARIA, C.M.B. de; PEREIRA, J.R. **Ocorrência do “amarelão” no meloeiro e seu controle**. Petrolina : Embrapa-CPATSA, 1982. 2p. (Embrapa-CPATSA. Comunicado Técnico, 8).
- FARIA, C.M.B. de; MELO, J.N.; SÁ, V.A. de L.; TIMÓTEO SOBRINHO, A.; SANTOS, M.A.C. dos. **Influência de diferentes adubações sobre a produção de milho no Nordeste e obtenção de informações para calibração de análise de solo**. Petrolina : Embrapa-CPATSA, 1981. 32p. (Embrapa-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 8).
- HOROWITZ, A. A geoquímica do molibdênio nos solos da zona Litoral-Mata de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p.73-91, 1978.
- HOROWITZ, A.; DANTAS, H. da S. Geoquímica dos elementos menores nos solos de Pernambuco. I. Manganês na Zona da Mata e no Sertão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.1, p.383-390, 1966.
- HOROWITZ, A.; DANTAS, H. da S. Geoquímica dos elementos menores nos solos de Pernambuco. III. Cobre na zona Litoral-Mata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**: Série Agronômica, Rio de Janeiro, v.8, p.169-176, 1973.
- HOROWITZ, A.; DANTAS, H. da S. Geoquímica dos elementos menores nos solos de Pernambuco. IV. Zinco na zona Litoral-Mata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**: Série Agronômica, Rio de Janeiro, v.11, n.12, p.27-35, 1976.
- LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. de. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKERT, C.M. (Ed.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina : Embrapa-CNPSO/IAPAR/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p.133-174.
- OLSEN, S.R.; DEAN, L.A. Phosphorus. In: BLACK, C.A. (Ed.). **Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties**. Madison : American Society of Agronomy, 1965. v.2, cap.7, p.1035-1049. (Agronomy, 9).
- WANDERLEY, M. de B. **Aspectos da adubação do milho no Estado de Pernambuco**. Piracicaba : ESALQ, 1971. 67p. Dissertação de Mestrado.
- ZEKRI, M.; KOO, R.C.J. Application of micronutrients to citrus trees through microirrigation systems. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.15, n.11, p.2517-2529, 1992.