

VI. ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

ANORMALIDADES DE TANGERINEIRAS 'PONCÃ', NO ESTADO DE MINAS GERAIS, PROVOCADAS POR DEFICIÊNCIA DE BORO ⁽¹⁾

JOSÉ A. QUAGGIO ⁽²⁾; VICTÓRIA ROSSETTI ⁽³⁾ e CESAR M. CHAGAS ⁽³⁾

RESUMO

Em 1993 foi apresentado, no Congresso Brasileiro de Fruticultura, uma comunicação sobre anormalidades em tangerineiras 'Poncã', com suspeita de "greening", doença causada por bactérias não identificadas, devastadora da citricultura e ainda não assinalada no País. Os autores do presente trabalho visitaram o pomar com o problema no município de Perdões (MG) e notaram que praticamente todas as plantas do talhão apresentavam anomalias diversas. Os frutos mostravam-se normalmente pequenos, endurecidos, com sementes malformadas, casca espessa, o albedo com abundância de bolsas de goma, e caíam prematuramente. Nos ramos, havia morte da gema apical, poucas brotações novas, folhas onduladas com nervuras salientes e algumas com clorose no ápice do limbo. Por esses sintomas, suspeitou-se que a anomalia descrita fosse decorrente da carência de boro. Coletaram-se amostras de solo, de folhas e de frutos, e recomendou-se a aplicação foliar de boro. Essas análises revelaram carência moderada de zinco e severa de boro. A aplicação foliar desse nutriente proporcionou rápida recuperação das plantas. Exames eletrônico-microscópicos em cortes ultrafinos de nervuras foliares e de columela de frutos afetados não revelaram indícios da presença de bactérias. Conclui-se, portanto, que a anomalia descrita é decorrente da carência de boro, em vez da incidência do "greening" dos citros, conforme descrito.

Termos de indexação: tangerineira 'Poncã', "greening", deficiência de boro.

ABSTRACT

ABNORMALITIES OF PONCAN MANDARIN TREES IN THE STATE OF MINAS GERAIS, BRAZIL, INDUCED BY BORON DEFICIENCY

In 1993 abnormalities observed on Poncan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), in the area of Perdões, State of Minas Gerais, were suspected to be related to "greening", a citrus disease, not yet detected in Brazil. The affected plants presented

⁽¹⁾ Trabalho realizado com o apoio do projeto temático FAPESP 90/3647-1 "Micronutrientes e metais pesados na agricultura". Recebido para publicação em 22 de fevereiro e aceito em 6 de dezembro de 1995.

⁽²⁾ Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Instituto Agrônômico (IAC). Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP). Bolsista do CNPq.

⁽³⁾ Instituto Biológico. Caixa Postal 7119, 04014-900 São Paulo (SP). Bolsista do CNPq.

very small and hard fruits, with thick and rough peel and drop prematurely. Cutting these fruits, conspicuous formation of gum pockets was seen in the albedo and some also in the flavedo, similar to boron deficiency. The seeds were dark and aborted. The normal fruits of the same trees did not show these symptoms. Leaf and fruit material were collected, as well as soil samples, at two depths. Leaves taken from symptomatic branches, have 6 to 12 mg/kg of boron, too low in relation with normal ones of 30 to 40 mg/kg. Leaf application of 1.5 mg/L of boric acid solution have promoted normal growth, 30 days after the application. Results of electronic microscopy did not indicate the presence of greening bacteria from neither foliar midribs nor fruits columella. A brief description of greening symptoms is presented. It was concluded that the abnormalities are due to boron deficiency instead of citrus greening as previously reported.

Index terms: poncan mandarin, citrus greening, boron deficiency.

1. INTRODUÇÃO

Em 1993, foi publicada, nos Anais da Sociedade Brasileira de Fruticultura, uma comunicação chamando a atenção para uma anormalidade observada em tangerineiras 'Poncã', num pomar no município de Perdões (MG), por Marinho et al. (1993). Esses autores constataram alguns sintomas semelhantes ao "greening", doença devastadora, limitante da citricultura, ainda não assinalada no Brasil.

O "greening" dos citros é causado por um microorganismo semelhante à bactéria tipo gram-negativo (BG), limitado aos vasos do floema das plantas. Esse microorganismo não foi identificado nem isolado em cultura pura. Conhecem-se, pelo menos, duas estirpes: o "greening" da África, onde foi constatado desde 1920 (Garnier & Bove, 1993, e Korsten et al., 1993), transmitido pelo psilídio *Trioza erythrae* Del G., e o da Ásia, transmitido pelo psilídio *Diaphorina citri* Kuw, o qual existe abundantemente nos pomares brasileiros. Portanto, se a doença for introduzida no Brasil, terá condições para ser rapidamente disseminada (Müller et al. 1986). O "greening" afeta todas as variedades de laranja-doce, tangerinas e híbridos. Foi constatado nos seguintes países: África do Sul, Índia, China, Taiwan, Paquistão e Filipinas. Na Península Arábica, existem os dois vetores, bem como nas Ilhas Maurício e Reunião, do oceano Índico.

A bactéria do "greening" tem sido identificada por microscopia eletrônica. Entretanto, desde 1987, vêm sendo obtidos anticorpos monoclonais específicos para as diferentes estirpes. Esses anticorpos não podem ser utilizados para diagnósticos por

serologia normal, porque são muito específicos. Ultimamente, porém, foram obtidas sondas de DNA nos laboratórios do INRA, na França (Bove et al., 1993, e Korsten et al., 1993), as quais permitem a detecção de BG das estirpes conhecidas, com bastante sensibilidade.

Os sintomas de "greening" não são específicos e podem ser confundidos com distúrbios nutricionais. Plantas afetadas têm crescimento reduzido e enfolhamento fraco, e as folhas apresentam cloroses diversas com sintomas de deficiência de manganês, de zinco e outras. Quando os sintomas são intensos, o limbo foliar tem coloração amarelada com manchas verdes, semelhantes à deficiência aguda de Zn. Em estádios mais avançados da doença, os ramos terminais secam do ápice para a base ("dieback"), levando à morte da planta. Os frutos de plantas afetadas são menores do que em plantas normais. Alguns deles podem ser assimétricos ("lobosided") e parte da casca permanece verde, daí o nome da doença. As sementes são malformadas, escurecidas e, em alta porcentagem, abortadas (Garnier & Bove, 1993).

Alguns desses sintomas são semelhantes aos de plantas afetadas pela deficiência de boro. Quando a deficiência desse nutriente é severa, ocorre morte das gemas apicais, superbrotaamento de gemas laterais e, finalmente, morte dos ramos do ápice para a base ("dieback") (Haas & Klotz, 1931). Entretanto, quando ocorre deficiência de boro, os frutos tornam-se mais endurecidos, caem prematuramente, às vezes, com parte da casca com coloração amarelada. No caso presente, observou-se, em frutos

de tamanho reduzido, a ocorrência de bolsas de goma no albedo, o que é mais espesso do que nos frutos normais. As sementes são malformadas, sendo a maior parte delas abortadas. Nas folhas, os sintomas de deficiência de boro caracterizam-se por ondulações no limbo, nervuras salientes, às vezes corticosas, e a nervura principal com pequeno encurvamento para baixo (Haas & Klotz, 1931; Haas, 1945 e Rodriguez, 1991). No caso das tangerineiras, também é possível observar clorose no ápice do limbo foliar.

Diante da importância desse assunto para a citricultura brasileira, os autores do presente trabalho percorreram as regiões de Lavras e Perdões, visitando os pomares de tangerineira 'Poncã' afetados, acompanhados pelos autores da comunicação publicada, para verificar se anormalidades descritas estavam realmente relacionadas com a ocorrência do "greening" no País.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Observações de campo

O proprietário da fazenda observou os primeiros sintomas há três anos; desde então, eles se vêm agravando até provocar cerca de 70% de perdas de produção, em plantas muito afetadas. Num talhão danificado, onde se fez o presente estudo, todas as plantas apresentavam anomalias em grau variado, tais como: ausência de brotações novas, muitos ramos com morte da gema apical e gemas laterais com excesso de brotações velhas e pouco desenvolvidas (roseta); folhas com ondulações e clorose no ápice do limbo e nervuras salientes. Algumas folhas mostravam sintomas de deficiência de Zn. A maioria dos frutos estava com desenvolvimento reduzido, endurecido, e com casca espessa, enrugada e amadurecimento precoce, imprestável à comercialização. Havia, ainda, intensa queda prematura de frutos pequenos. Alguns, sem esses sintomas, tiveram desenvolvimento normal.

Diagnóstico de distúrbios nutricionais

Durante a inspeção das plantas, suspeitou-se que os sintomas descritos poderiam estar relacionados

com a deficiência de nutrientes, notadamente boro. Amostras de solo, folhas e frutos foram coletadas para análises em laboratório.

A coleta de amostras de terra foi feita em duas profundidades (0-20 e 20-40 cm), na projeção da copa de quinze plantas com pouco ou com muitos sintomas, uma vez que não havia plantas completamente normais no talhão. Essas amostras, após o preparo convencional, foram analisadas para macronutrientes e acidez, pelos métodos descritos por Raij et al. (1987). Micronutrientes e metais pesados foram analisados no extrato de DTPA-TEA em pH 7,5, sendo o boro extraído pelo método da água quente (Raij & Bataglia, 1991). Todas as determinações foram feitas por espectrometria de plasma ICP-AS.

A coleta de folhas seguiu também os mesmos critérios de separação de plantas, coletando-se 50 folhas sempre em ramos com aproximadamente sete meses de idade (Grupo Paulista..., 1994), porém as folhas foram agrupadas em quatro categorias: 1: 3.^a ou 4.^a folha de plantas com muito sintomas; 2: 3.^a ou 4.^a folha de plantas com poucos sintomas; 3: 1.^a e 2.^a folhas, com sintomas de clorose no ápice do limbo, de ramos sintomáticos e 4: 1.^a e 2.^a folhas sem sintomas, de ramos assintomáticos. As amostras 3 e 4 foram coletadas nas mesmas plantas. Todas as amostras, após o preparo convencional, foram analisadas pelos métodos descritos por Bataglia et al. (1983).

Além da coleta de amostras de solo e de folhas para o diagnóstico de distúrbio nutricional, foi recomendada a aplicação foliar de uma calda contendo 0,15% de ácido bórico e 0,5% de uréia, em duas aplicações, com intervalo de vinte dias.

Observações ultra-estruturais

Fragmentos de nervuras foliares com sintomas de amarelecimento e de columela de frutos anormais, bem como material comparável sem sintomas, foram processados para observações eletrônico-microscópicas, de acordo com método descrito por Chagas et al. (1992).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exame dos frutos

Os frutos levados ao laboratório foram cortados e examinados internamente. Observou-se albedo espesso, com bolsas abundantes de goma pardas, também encontradas, às vezes, no flavedo. As sementes apresentavam-se abortadas e escurecidas. Os frutos de tamanho normal não indicavam essas anomalias. Frutos pequenos e endurecidos, com partes da casca verde e sementes malformadas e escurecidas, podem estar relacionados ao "greening" (Garnier & Bove, 1993). Entretanto, também são característicos da deficiência de boro em plantas cítricas (Haas & Klotz, 1931).

Resultados de análises de solo

As análises de solo de rotina revelaram teores muito baixos de nutrientes para as plantas e excesso de acidez, conforme as interpretações do Grupo

Paulista... (1994), porém com pequenas diferenças entre plantas com diferentes intensidades de sintomas de deficiência - Quadro 1.

Resultados semelhantes foram observados com as análises de micronutrientes e metais pesados nas mesmas amostras - Quadro 2. No caso dos metais pesados (Pb, Cd, Ni, Cr), apesar de não existirem ainda tabelas para a interpretação desses valores, os dados obtidos estão dentro das faixas de variação que vêm sendo observadas em solos normais, mediante análises realizadas pela Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Instituto Agrônomo. Portanto, seria pouco provável que os sintomas de campo fossem decorrentes de uma possível toxicidade provocada por algum desses metais.

Os teores de Zn na camada de 0-20 cm estão abaixo do nível crítico, 0,7 mg/dm³ de solo, para o extrato de DTPA, tanto nas amostras coletadas sob plantas com poucos (PS) ou muitos sintomas (MS). Esses teores estão coerentes com as baixas concentrações de Zn observadas nas folhas -

Quadro 1. Resultados de rotina de análise de solo de amostras coletadas na projeção da copa de plantas com poucos sintomas (PS) e com muitos sintomas (MS)

Amostras	Prof. cm	P _{resina} mg/dm ³	M.O. %	pH	K ⁺	Ca ²⁺	mmol _c /dm ³			CTC	V %
							Mg ²⁺	H ⁺ + Al ³⁺			
PS	0-20	7	1,5	4,3	0,5	08	5	31	45	30	
	20-40	2	1,3	4,5	0,6	13	5	28	47	40	
MS	0-20	3	1,9	4,2	0,1	10	5	47	62	24	
	20-40	4	1,1	4,3	0,2	16	6	34	56	40	

Quadro 2. Resultados de análises de micronutrientes e metais pesados de amostras de solo coletadas na projeção da copa de tangerineiras com poucos sintomas (PS) e com muitos sintomas (MS)

Amostras	Prof. cm	mg/dm ³							
		Zn	Pb	Cd	Mn	Fe	Cr	Cu	B
PS	0-20	0,5	4,0	0,16	5,0	60	0,23	1,0	0,23
	20-40	0,9	4,0	0,16	1,0	24	0,23	0,8	0,22
MS	0-20	0,4	11,0	0,17	2,0	29	0,25	0,4	0,13
	20-40	0,4	5,0	0,17	2,0	21	0,24	0,4	0,26

Quadro 3. Para cobre e boro, observa-se, no quadro 2, que existem diferenças nas concentrações desses micronutrientes no solo nas amostras representativas das diferentes plantas. Entretanto, as concentrações observadas de Cu nas amostras de solo sob plantas com poucos sintomas estão bem acima do nível crítico, $0,5 \text{ mg/dm}^3$, enquanto, sob plantas com sintomas intensos, eles são considerados baixos. Por outro lado, os teores foliares são normais e muito semelhantes entre as duas categorias de plantas, o que descarta a possibilidade de a anomalia estar associada à deficiência de cobre. Além disso, a carência de Cu apresenta um sintoma específico - a exsudação de goma nas extremidades de ramos novos, e isso não foi encontrado nas plantas afetadas.

O teor de boro no solo, nas amostras coletadas sob plantas com muitos sintomas, foi igual a $0,13 \text{ mg/dm}^3$, bem inferior ao nível crítico de $0,3 \text{ mg/dm}^3$ para o extrato de água quente. Nas amostras de solo coletadas sob plantas com poucos sintomas, o teor de B no solo foi de $0,2 \text{ mg/dm}^3$, também considerado deficiente.

Resultados de análises de folhas

Os resultados das análises foliares para macronutrientes apresentaram valores normais (Quadro 3). No caso das folhas mais novas (amostras 3 e 4), os teores de nitrogênio estão mais ele-

vados, enquanto os de cálcio estão bem abaixo da faixa considerada adequada para citros (Grupo Paulista..., 1994). Entretanto, essas variações são normais para folhas mais novas (1.^a e 2.^a) em relação às mais velhas (3.^a ou 4.^a), normalmente recomendadas para a amostragem.

Excetuando-se Zn e B, os demais micronutrientes foram encontrados em concentrações normais nas folhas. Os teores de Zn estão um pouco abaixo dos valores considerados normais (25-50 mg/kg), o que confirma alguns sintomas visíveis de sua deficiência nas folhas, associados às baixas concentrações do nutriente no solo. Entretanto, os teores foliares de boro estão bem abaixo da faixa normal (36-100 mg/kg), principalmente nas folhas novas com sintomas, o que está coerente com a dinâmica do nutriente na planta (amostra 3).

Nota-se, no quadro 3, que as folhas normais de amostragem (3.^a ou 4.^a), apesar de possuir teores baixos de B, não foram suficientes para discriminar plantas com poucos sintomas daquelas com sintomas muito intensos. Por outro lado, as folhas mais novas e com sintomas de clorose no ápice do limbo (amostra 3) possuíam teores de boro extremamente baixos (6 mg/kg) e distinguiram bem estas duas categorias de plantas. Em parte, esses baixos teores são decorrentes da idade jovem das folhas, do mesmo modo que se observou com o cálcio. Contudo, folhas novas e sem sintomas, porém de ramos

Quadro 3. Concentrações de nutrientes em folhas de tangerineiras 'Poncã', coletadas no município de Perdões (MG)

Amostras ⁽¹⁾	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
1	24,3	2,0	13,8	38,8	2,3	2,2	96	105	199	19	21
2	24,4	2,0	14,5	38,0	2,3	2,0	81	143	124	18	23
3	28,7	2,7	11,6	14,5	3,2	2,2	74	123	158	12	6
4	29,5	2,6	11,4	18,8	3,4	2,2	60	144	27	15	12
Teores normais ⁽²⁾	23,0	1,2	12,0	30,0	3,0	2,0	50	25	5,0	25	36

⁽¹⁾ 1 = 3.^a ou 4.^a folha de plantas com muitos sintomas; 2 = 3.^a ou 4.^a folha de plantas com poucos sintomas; 3 = 1.^a e 2.^a folhas com sintomas de clorose no ápice do limbo, e 4 = 1.^a e 2.^a folhas sem sintomas de clorose.

⁽²⁾ Grupo Paulista...(1994).

sintomáticos, possuíam 12 mg/kg, portanto, o dobro daquelas com sintomas. Esses baixos teores de B estão coerentes com os teores foliares obtidos por Haas (1945) em amostras de folhas oriundas tanto de pomares de laranjeiras Valência da Califórnia com carência de B, como também de estudos em solução nutritiva.

Esses resultados de análise de folhas, juntamente com os de solo, confirmam o diagnóstico de campo e são suficientes para afirmar que os sintomas observados nas plantas do talhão em estudo foram provocados por deficiência de boro e não pela doença do "greening", conforme a comunicação feita por Marinho et al. (1993). Além disso, os exames eletrônico-microscópicos não revelaram indícios da presença de bactérias nos extratos de nervuras foliares ou de columelas de frutos, bem como nos feixes vasculares visualizados em cortes ultrafinos.

Finalmente, as aplicações foliares de B foram suficientes para a rápida recuperação das plantas que, um mês após a primeira pulverização, voltaram a vegetar. Essas observações de campo também estão coerentes com as realizadas por Haas (1945) que observaram que plantas cítricas crescidas em soluções nutritivas sem B, recuperam-se em poucas semanas quando transplantadas para soluções nutritivas completas.

4. CONCLUSÕES

1. Os resultados dos diferentes exames, realizados nos materiais amostrados, descartam a possibilidade de a anomalia descrita na comunicação estar associada à doença do "greening" dos citros;

2. Essas anomalias foram provocadas por deficiência de boro, cuja correção foi muito rápida através de duas pulverizações foliares com solução de ácido bórico a 0,15%;

3. Teores de boro no solo inferiores a 0,2 mg/dm³, obtidos no extrato de água quente, provocaram deficiência do nutriente em tangerineiras Poncã.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R. & GALLO, J.R. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim técnico, 78)

BOVE, J.M.; GARNIER, M.; AHLAWAT, Y.S.; CHAKRABORTY, N.K. & VARMA, A. Detection of the Asian Strains of the Greening BLO by DNA hybridization in Indian orchard trees and Malaysian *Dia-phorina citri* *Psyllids*. In: MORENO, P.; GRAÇA, J.V. & TIMMER, L.W., eds. Proceedings of the 12th Conference of International Organization of Citrus Virologists (I.O.C.V.), India, 1993. p.258-263.

CHAGAS, C.M.; ROSSETTI, V. & BERETTA, J.M.G. Electron microscopy studies of xylem-limited bacterium in sweet orange affected by Citrus Variegated Chlorosis disease in Brazil. *Journal of Phytopathology*, Hamburg, 134:306-312, 1992.

GARNIER, M. & BOVE, J.M. Citrus greening disease and greening bacterium. In: MORENO, P.; GRAÇA, J.V. & TIMMER, L.W., eds. Proceedings of the 12th Conference of International Organization of Citrus Virologists (I.O.C.V.), India, 1993. p.212-219.

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. *Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo*. 3.ed. Cordeirópolis, Centro de Citricultura/Instituto Agrônomo, 1994. 27p.

HAAS, A.R.C. Boron in citrus trees. *Plant Physiology*, Rockville, 20:323-343, 1945.

HAAS, A.R.C. & KLOTZ, L.J. Some anatomical and physiological changes in citrus produced by boron deficiency. *Hilgardia*, Berkeley, 5:175-197, 1931.

KORSTEN, L.; SANDERS, G.M.; SU, H.J.; GARNIER, M.; BOVE, J.M. & KOTZE, J.M. Detection of citrus Greening in infected citrus in South Africa by immunofluorescence and ELISA using monoclonal antibodies and DNA. In: MORENO, P.; GRAÇA, J.V. & TIMMER, L.W., eds. Proceedings of the 12th Conference of International Organization of Citrus Virologists (I.O.C.V.), India, 1993. p.224-230.

MARINHO, C.S.; SANTA CECILIA, L.V.C.; SOUTO, R.F.; CARVALHO, S.A. & SOUZA, M.E. Ocorrência de nova anomalia em tangerina (*Citrus reticulata* Blanco cv. Poncan) no sul do Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, 15:229-230, 1993.

MÜLLER, G.W.; YURI, V.A. & COSTA, S.A. Greening: ameaça potencial à Citricultura Brasileira. *Laranja*, Cordeirópolis, 7:163-172, 1986.

RAIJ, B. van & BATAGLIA, O.C. Análise química do solo. In: FERREIRA, M.E. & CRUZ, M.C.P. da, eds. *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba, PÓTAFOF/CNPq, 1991. p.333-349.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S. & BATAGLIA, O.C. *Análise química de solo para fins de fertilidade*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.

RODRIGUEZ, O. Aspectos fisiológicos, nutricionais e adubação dos citros. In: RODRIGUEZ, O & VIEGAS, F. *Citricultura Brasileira*. 2. ed. Campinas, Fundação Cargill, 1991. v.1, p.419-475.