

INFLUENCIA DA ADUBAÇÃO NPK NA CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE LARANJAS VALENCIA¹

CLORI BASSO², JOÃO MIELNICZUK³ e HUMBERTO BOHNEN⁴

RESUMO - Num experimento de laranja Valência (*Citrus sinensis* Osbeck), em solo arenoso e ácido, com aplicação de quatro níveis de adubação com N, três níveis com P e quatro níveis com K, avaliaram-se os efeitos destas adubações sobre a concentração foliar de nutrientes. A concentração de N e Cu nas folhas foi excessiva, e a de P e Zn, baixa. Doses crescentes de N, P₂O₅ e K₂O aumentaram a concentração foliar de N, P e K, respectivamente. Doses crescentes de N aumentaram a concentração foliar de Mn e reduziram a de Ca. Teores foliares de P e K correlacionaram positivamente. Maior disponibilidade e absorção de K reduziu a concentração foliar de Mg e Ca.

Termos para indexação: citros, nutrição, análise foliar.

NPK FERTILIZATION EFFECTS ON CONCENTRATION OF NUTRIENTS IN VALÊNCIA ORANGE LEAVES

ABSTRACT - In a field experiment of Valencia orange (*Citrus sinensis* Osbeck) growing in a sandy acid soil, with 4 N, 3 P and 4 K fertilizer levels, the effects of NPK fertilization on the nutrient concentration in the leaves was evaluated. N and Cu contents in the leaves were high, while P and Zn levels were low, in all treatments. Increasing the levels of N, P₂O₅ and K₂O fertilization resulted in an increase of the N, P and K concentration in the leaves, respectively. Crescent levels of N fertilization raised Mn and decreased Ca concentration in the leaves. P and K contents in the leaves correlated positively. With a great availability and absorption of K, reduction on the foliar contents of Mg and Ca occurred.

Index terms: citrus, nutrition, leaf analysis.

INTRODUÇÃO

As condições agroclimáticas do Rio Grande do Sul são favoráveis à produção de frutas cítricas de boa qualidade, tanto para consumo "in natura" como para industrialização. Recentemente a citricultura do estado vem se expandindo de forma expressiva, principalmente devido aos incentivos governamentais e à viabilidade de industrialização do suco e de outros subprodutos. Os pomares cítricos predominam em solos arenosos, de acidez elevada e baixa fertilidade natural. Sem correção

da acidez e fertilização adequada estes solos são poucos produtivos.

O uso exclusivo da análise do solo para fins de recomendação de adubação em citros apresenta limitações (Chapman 1960). A dificuldade de obter extratores químicos que se aproximem da real absorção de nutrientes pelas raízes, a reação dos adubos no solo, as propriedades físico-químicas do solo, as práticas de manejo e o volume de solo explorado pelas raízes são algumas das dificuldades que se apresentam, levando os pesquisadores a avaliar o estado nutricional e a necessidade de adubação através da análise foliar, auxiliada pela análise do solo.

As folhas de citros constituem um bom indicador do estado nutricional das plantas, uma vez que a sua concentração em nutrientes é o resultado do conjunto de fatores atuantes no solo, dos inerentes à própria planta e dos ambientais. A interpretação conjunta dos resultados da análise do solo e foliar permite melhor avaliar a necessidade de fertilização (Chapman 1960).

É comum observar aumentos nos teores foliares de N, P e K quando se aumenta a disponibilidade

¹ Aceito para publicação em 27 de agosto de 1982.

Parte da tese apresentada pelo primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração Solos, Faculdade de Agronomia da UFRS.

² Eng^o - Agr^o, M.Sc., Estação Experimental de Caçador (EMPASC), Caixa Postal D-1, CEP 89500, Caçador, SC.

³ Eng^o - Agr^o, Ph.D., Professor-Adjunto do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRS, Caixa Postal 776, CEP 90000, Porto Alegre, RS.

⁴ Eng^o - Agr^o, M.Sc., Professor-Assistente do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRS.

destes elementos no solo pela adubação. O N exerce grande influência no crescimento vegetativo, acarretando diluição de outros nutrientes no tecido foliar, quando estes não estão disponíveis no solo em quantidades suficientes. Doses crescentes de N aplicadas ao solo, que resultem em aumento no teor foliar de N, implicam redução da concentração foliar de P e K e aumento na de Mg (Gallo et al. 1960, Reese & Koo 1975, Reitz & Koo 1960). Excessiva adubação fosfatada pode resultar em desequilíbrio nutricional da planta, podendo afetar a absorção de elementos como o Cu e Zn (Chapman 1960). Um dos efeitos mais comuns da adubação potássica consiste no fato de que o aumento gradativo da disponibilidade e da absorção de K resulta em redução do teor foliar de Ca e Mg, com maior efeito sobre o segundo, por geralmente estar disponível em menor quantidade no solo (Chapman 1960, Gallo et al. 1960, Reese & Koo 1975).

Os efeitos que um nutriente exerce na absorção e concentração foliar de outros elementos merecem atenção especial para que, através da adubação, não se provoque o desequilíbrio nutricional das plantas, especialmente quando um dos nutrientes em questão estiver próximo dos limites de concentração foliar considerados deficientes ou excessivos.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da adubação NPK na concentração de nutrientes em folhas de laranja Valência, nas condições de solo em que ocorre grande concentração dos plantios de citros no Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se um experimento instalado, em 1971, na Estação Experimental Fitotécnica de Taquari, com a cultivar de laranja Valência, em solo de unidade de mapeamento Bom Retiro, que é ácido e de baixa fertilidade natural. Na época da instalação do experimento, o solo apresentava: pH 4,9; 0,9 me de Al/100 g; 1,2 ppm de P; 37 ppm de K e 2,71% de matéria orgânica. Corrigiu-se a acidez do solo aplicando-se 7 t/ha de calcário. O delineamento utilizado consistiu de um fatorial incompleto de quatro níveis de N e de K, e três de P. Os tratamentos foram organizados em blocos ao acaso, com quatro repetições, contendo duas plantas espaçadas de 7 m, por parcela, perfazendo a parcela 98 m² de área útil. As parcelas receberam uma linha de plantas como bordadura. Os nutrien-

tes NPK, na forma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, estão sendo aplicados em doses crescentes até o décimo ano, quando as doses de N e K₂O serão 0, 100, 200 e 300 kg/ha/ano e as de P₂O₅ serão 0, 100 e 200 kg/ha/ano. As doses crescentes de cada nutriente, para os primeiros dez anos, correspondem a 0, 10, 15, 20, 30, 50, 65, 80, 90 e 100% da dose do décimo ano, respectivamente do primeiro ao décimo ano. Para cada nutriente utilizado em doses crescentes foram aplicadas doses fixas de outros dois nutrientes, em quantidades equivalentes à segunda dose.

A camada arável do solo (0 - 15 cm), amostrada sob a projeção das copas em fevereiro de 1976, apresentou os seguintes resultados analíticos:

- pH 4,8; necessidade de calcário para pH 6 - 4,5 t/ha e 2,5% de matéria orgânica, analisados pela metodologia usada no Laboratório de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRS (Mielniczuk et al. 1971).
- 1,53 me Ca/100 g e 0,81 me Mg/100, extraídos com acetato de amônio a pH 7 (Chapman 1965).
- 1,18 me Al/100 g, extraído com KCl 1N (Cátani & Jacintho 1974).
- Os teores de P e K disponíveis no solo foram determinados segundo a metodologia indicada por Mielniczuk et al. (1971). Os respectivos resultados são apresentados na Tabela 1.

Na mesma data, coletaram-se 30 folhas por unidade experimental, em ramos frutíferos de brotação primaveril, as quais foram lavadas com solução de detergente 0,1%. Pesaram-se 0,500 g de tecido seco e moído, que, após incinerado a 550°C por duas horas, foi dissolvido com 5 ml de HCl 2,5 N e mais 20 ml de água desmineralizada. Neste líquido determinou-se o teor foliar de:

- P pelo método de azul de molibdênio usado para determinação do P disponível no solo (Mielniczuk et al. 1971).
- K por fotometria de chama.
- Ca e Mg (na presença de La 0,1%), Zn, Mn e Cu em espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer modelo 403.

O N total foi determinado pelo método de semimicro-Kjeldahl citado por Bremner (1965), pesando-se 0,100 g de tecido seco e moído.

A análise estatística consistiu de correlação e regressão linear ($P < 0,05$), analisando-se, separadamente, os tratamentos que envolviam doses crescentes de N, P e K. Em cada caso, o número de pares de valores das variáveis independente (X) e dependente (Y) foi igual ao número de tratamentos multiplicado pelo número de repetições.

RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os resultados analíticos referentes aos tratamentos com N, P e K. As quantidades aplicadas destes nutrientes são

cumulativas desde o início do experimento até a data da amostragem.

A Tabela 2 mostra as equações de regressão linear e os coeficientes de correlação dos efeitos estatisticamente significativos.

Observou-se que doses crescentes de N aplicado

resultaram em aumento dos teores foliares de N e Mn, e reduziram os de Ca, havendo associação negativa entre as concentrações de N e Ca nas folhas.

As quantidades de P₂O₅ aplicadas ao solo correlacionaram positivamente com a disponibili-

TABELA 1. Resultados de análise de solo e análise foliar de experimento de laranja Valência em solo arenoso e ácido tratado com diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio (médias de quatro repetições).

Nutrientes aplicados (kg/ha)			P no solo (ppm)	K no solo (ppm)	Concentração na matéria seca foliar							
N	P ₂ O ₅	K ₂ O			N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
Nitrogênio												
0	75	75	-	-	4,03	0,100	0,87	3,87	0,46	10	25	49
75	75	75	-	-	4,10	0,098	0,75	3,87	0,48	11	28	50
150	75	75	-	-	4,37	0,102	0,97	3,54	0,44	12	32	53
225	75	75	-	-	4,29	0,103	0,99	3,32	0,46	12	36	57
Fósforo												
75	0	75	3	-	-	0,095	0,92	3,65	0,43	11	28	55
75	75	75	6	-	-	0,098	0,75	3,87	0,48	11	28	50
75	150	75	19	-	-	0,104	0,93	3,65	0,44	12	29	48
Potássio												
75	75	0	-	58	-	0,096	0,64	3,85	0,51	12	28	50
75	75	75	-	65	-	0,098	0,75	3,87	0,48	11	28	50
75	75	150	-	152	-	0,101	1,11	3,32	0,42	12	29	56
75	75	225	-	176	-	0,102	1,07	3,28	0,39	12	32	54

TABELA 2. Equações de regressão linear e coeficientes de correlação estatisticamente significativos (P < 0,05) em experimento de adubação com laranja Valência.

Variável X	Variável Y	Equações de regressão	Coefficientes de correlação
N aplicado	% N M.S.	$\hat{Y} = 4,038 + 0,141X$	+ 0,653
N aplicado	% Ca M.S.	$\hat{Y} = 3,947 + 0,264X$	- 0,748
% N M.S.	% Ca M.S.	$\hat{Y} = 7,453 + 0,906X$	- 0,555
N aplicado	ppm Mn M.S.	$\hat{Y} = 25 + 4,667X$	+ 0,819
P ₂ O ₅ aplic.	ppm P solo	$\hat{Y} = 1,167 + 10,667X$	+ 0,922
P ₂ O ₅ aplic.	% P M.S.	$\hat{Y} = 0,094 + 0,0065X$	+ 0,718
% P M.S.	% K M.S.	$\hat{Y} = -1,694 + 25,873X$	+ 0,619
K ₂ O aplic.	ppm K solo	$\hat{Y} = 47,1 + 58,46X$	+ 0,916
ppm K solo	% K M.S.	$\hat{Y} = 0,416 + 0,00276X$	+ 0,790
ppm K solo	% Mg M.S.	$\hat{Y} = 0,573 - 0,00085X$	- 0,787
% K M.S.	% Mg M.S.	$\hat{Y} = 0,590 - 0,1595X$	- 0,779
ppm K solo	% Ca M.S.	$\hat{Y} = 4,1902 - 0,00338X$	- 0,712
% K M.S.	% Ca M.S.	$\hat{Y} = 4,673 - 1,2264X$	- 0,899
% K M.S.	% P M.S.	$\hat{Y} = 0,0906 + 0,00945X$	+ 0,738

TABELA 3. Padrões de concentração de nutrientes, com base na matéria seca de folhas cítricas, de 4-10 meses de idade, de ramos frutíferos de brotação primaveril (Chapman 1960).

Elementos	Deficiente	Baixo	Satisfatório	Alto	Excessivo
N (%)	0,60 - 1,90	1,90 - 2,10	2,20 - 2,70	2,80 - 3,50	> 3,60*
P (%)	< 0,07	0,07 - 0,11	0,12 - 0,18	0,19 - 0,29	> 0,30*
K (%)	0,15 - 0,30	0,40 - 0,90	1,00 - 1,70	1,80 - 1,90	> 2,00*
Ca (%)	< 2,0	2,0 - 2,9	3,0 - 6,0	6,1 - 6,9	> 7,0*
Mg (%)	0,05 - 0,15	0,16 - 0,20	0,30 - 0,60	0,70 - 1,0	> 1,0*
Zn (ppm)	4,0 - 15,0	15,0 - 24,0	25,0 - 100,0	110,0 - 200,0	> 200*
Mn (ppm)	5,0 - 20,0	21,0 - 24,0	25,0 - 100,0	100 - 200	300 - 1000*
Cu (ppm)	< 4,0	4,1 - 5,0	5,1 - 15,0	15,0 - 20,0	> 20,0*

* Indica que existe dúvida quanto aos valores, mas é a melhor estimativa disponível.

dade de P no solo e com o teor foliar de P. Observou-se associação positiva entre os teores foliares de P e K.

Doses crescentes de K_2O aplicadas ao solo aumentaram a disponibilidade de K no solo que, por sua vez, mostrou associação positiva com o teor foliar de K. Tanto o K disponível como o teor foliar de K correlacionaram negativamente com o teor foliar de Mg e Ca.

DISCUSSÃO

Sob condições normais de experimentação, quando se aumentam as quantidades e/ou a disponibilidade de um nutriente no solo, aumenta a concentração foliar desse elemento, como pode ser constatado no presente trabalho.

Pelos dados da Tabela 1, observa-se que os teores foliares de N e Cu foram excessivos e os de P e Zn, baixos, quando comparados com os valores preconizados como satisfatórios por Chapman (1960), apresentados na Tabela 3. A alta concentração foliar de N tenderá a ser reduzida nos próximos anos, pois a disponibilidade deste elemento no solo diminui com o cultivo. Excesso de Cu deve-se principalmente aos tratamentos fitossanitários realizados com fungicidas cúpricos. Os baixos teores foliares de P e Zn parecem estar associados à baixa disponibilidade no solo e à sua diluição no tecido, causada pelo grande crescimento vegetativo, provocado pelo excesso de N.

A redução do teor foliar de Ca em decorrência de maior adubação e concentração foliar de N é explicada, até certo ponto, por um maior crescimento vegetativo, e baixa mobilidade do Ca na planta, diluindo o Ca nas folhas. Mesmo assim, os teores foliares de Ca continuaram na faixa de concentração satisfatória, se comparados com os indicados por Chapman (1960). O aumento da concentração foliar de Mn, decorrente de maiores doses de N aplicado, parece ser o resultado de um provável maior desenvolvimento radicular provocado pelo N, pois a disponibilidade de Mn deve ser satisfatória em função da quantidade de Mn trocável e do baixo pH do solo.

A adubação fosfatada aumentou os teores foliares de P, entretanto, estes continuaram na faixa de baixa concentração. A associação positiva entre os teores foliares de P e K parece ser devido a um maior desenvolvimento radicular e conseqüente maior absorção de K ou P, conforme o caso.

Ficou evidenciado o efeito da competição do K com o Ca e o Mg, por ocasião da absorção pelo sistema radicular, confirmando citações de outros pesquisadores (Chapman 1960, Gallo et al. 1960, Reese & Koo 1975).

CONCLUSÕES

1. Os teores foliares de N e Cu mostram-se excessivos e os de P e Zn baixos.
2. Doses crescentes de N, P_2O_5 e K_2O aplica-

dos ao solo aumentam os teores foliares de N, P e K, respectivamente.

3. Aumentando o N aplicado há redução no teor foliar de Ca e aumento no de Mn.

4. Existe associação negativa entre os teores foliares de N e Ca, e positiva entre os de P e K.

5. Aumento na disponibilidade e absorção de K resulta em decréscimo no teor foliar de Mg e Ca.

REFERÊNCIAS

- BREMNER, J.M. Total nitrogen. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARK, F.E. & DINAVER, R.C. *Methods of soil Analysis*. Madison, Amer. Soc. of Agronomy, 1965. part 2, Cap. 83, p.1149-79.
- CATANI, R.A. & JACINTHO, A.O. *Avaliação da fertilidade do solo: métodos de análise*. Piracicaba, Livroceres, 1974. 61p.
- CHAPMAN, H.D. Cation-exchange capacity. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ESMINGER, L. E.; CLARK, F.E. & DINAVER, R.C. ed. *Methods of soil analysis*. Madison, Amer. Soc. of Agronomy, 1965. part 2, Cap. 57, p.891-901.
- CHAPMAN, H.D. *Leaf and soil analysis in citrus orchards*. s.l., University of California, Division of Agricultural Sciences, 1960. 53p. (Manual, 25).
- GALLO, J.R.; MOREIRA, S.; RODRIGUES, O. & FRAGA, C.G. *Composição inorgânica das folhas de laranjeira Baianinha, com referências à época de amostragem e adubação química*. *Bragantia*, Campinas, 19(16): 229-46, 1960.
- MIELNICZUK, J.; LUDWICK, A. & BOHNEN, H. *Recomendações de adubo e calcário para os solos e culturas do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, UFRS, 1971. 29p. (Boletim Técnico, 2).
- REESE, R.L. & KOO, R.C.J. N and K fertilization effects on leaf analysis, tree size, and yield of three major Florida orange cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Mount Vernon, 100(2): 195-8, 1975.
- REITZ, H.J. & KOO, R.C.J. Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield, fruit quality and leaf analysis of Valencia orange. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Beltsville, 75: 244-52, 1960.