

Avaliação nutricional de citrinos em agricultura biológica

Nutritional evaluation of citrus orchard under organic farming

I. Domingos¹, M.F. Candeias², P.J. Correia¹ & M. Pestana¹

RESUMO

Neste trabalho apresentam-se alguns resultados preliminares referentes à caracterização e avaliação do estado nutricional de um pomar de laranjeiras (*Citrus sinensis* (L.) Osb. cv. 'Valencia Late' instalado em agricultura biológica num solo com elevado teor de calcário activo do Centro de Experimentação Agrária de Tavira da Direcção Regional de Agricultura do Algarve.

Com o objectivo de caracterizar o solo do pomar em estudo foram realizadas colheitas de solo a duas profundidades (0-25 e 25-50 cm) e efectuadas diversas determinações, nomeadamente: textura, matéria orgânica, fósforo e potássio assimiláveis, e calcário total e activo. Durante 2 anos (2002 e 2003) foram efectuadas colheitas de flores na plena floração e colheitas de folhas de Abril a Outubro e foi determinada a sua composição mineral (macro e micronutrientes). Nas mesmas datas de amostragem fizeram-se estimativas do teor de clorofila total das folhas através da utilização do aparelho de SPAD-502.

Os resultados são discutidos com base nas variações sazonais dos nutrientes nas folhas e flores e comparados com os valores referenciados para a agricultura convencional.

Foi ainda testada a aplicabilidade de um modelo de diagnóstico nutricional, baseado na análise floral, e estabelecido para citrinos em agricultura convencional.

ABSTRACT

This study presents some preliminary results concerning the characterization and evaluation of the nutritional status of a organic-grown orange grove (*Citrus sinensis* (L.) Osb. cv. 'Valencia Late') established on a calcareous soil in the south of Portugal (Tavira - Direcção Regional de Agricultura do Algarve).

Composite soil samples were collected at two depths (0-25 and 25-50cm) and various parameters were determined namely: texture, organic matter, extractable phosphorus and potassium, and total and active lime. During two years (2002 and 2003) the mineral composition of flowers (full bloom) and leaves between April and October was assessed. Total chlorophyll was estimated using a SPAD-502 apparatus.

The discussion of results was based on the mineral composition of leaves and flowers, which was compared with the values established for conventional agriculture. The ap-

¹Centro de Desenvolvimento de Ciências e Técnicas de Produção Vegetal (CDCTPV), FERN, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, e-mail: fpestana@ualg.pt; ²Laboratório da DRAPALG – Unidade de Solos e Nutrição Vegetal, Largo de Sto. Amaro, 8800-703 Tavira

plicability of a model for nutritional diagnosis established for citrus trees in conventional agriculture was tested in organic farming conditions.

INTRODUÇÃO

A agricultura biológica é um modo de produção agrícola que sendo mais ecológico e sustentável, dá prioridade ao solo, recorrendo a factores de produção renováveis e de baixo custo energético e interditando algumas práticas e produtos de maior impacte ambiental (Ferreira *et al.*, 2002), de acordo com as regras definidas pela União Europeia (Regulamento CEE nº 2091/92).

Apesar de apresentar uma conjuntura favorável ao modo de produção biológico (MPB), Portugal é o país, que a nível europeu, apresenta a menor área agrícola e o menor número de agricultores dedicados a este modo de produção (Ferreira *et al.*, 2002).

A informação existente sobre citrinos em MPB é muito limitada e a gestão nutricional destes pomares é, habitualmente, efectuada com base na informação reunida em sistemas de agricultura convencional.

A interpretação dos resultados obtidos pela análise foliar constitui o meio mais correntemente utilizado para avaliar o estado nutricional das árvores de fruto (Moreno *et al.*, 1998), nomeadamente dos pomares cítricos. No entanto, por exemplo no caso das árvores de fruto com clorose férrica, o uso de métodos de diagnóstico baseados na análise foliar quer do ferro (Fe) total quer de fracções activas do Fe (Abadía *et al.*, 1985), apresenta diversas limitações (Pestana *et al.*, 2003; Pestana *et al.*, 2004a). Alternativamente, diversos autores (Sanz & Montañés, 1995; Sanz *et al.*, 1997; Igartua *et al.*, 2000) propuseram

o uso da composição química das flores como método de diagnóstico do estado nutricional de árvores de fruto como o pessegueiro, a macieira e a pereira.

Pestana *et al.* (2004b) desenvolveram um modelo de diagnóstico para laranjeiras desenvolvido a partir da composição mineral das flores, permitindo antecipar a avaliação do estado nutricional de Outubro (data de colheita foliar recomendada para citrinos) para Abril. De acordo com este modelo, flores com valores médios de Mg/Zn inferiores a 100 correspondem a árvores que terão tendência a manifestar sintomas de clorose férrica 90 dias após a plena floração (Julho). Pelo contrário, flores com uma razão Mg/Zn nas flores superior a 200 tendem a permanecer verdes em Julho. Valores intermédios, correspondem provavelmente a árvores com clorose férrica latente, isto é, num estado incipiente sem sintomas.

Com o presente trabalho pretendeu-se: i) caracterizar nutricionalmente um pomar de laranjeiras estabelecido em agricultura biológica, ii) avaliar os desequilíbrios nutricionais através da utilização do aparelho de SPAD e iii) testar a aplicabilidade do modelo de diagnóstico previamente estabelecido para laranjeiras em agricultura convencional (Pestana *et al.*, 2004b).

MATERIAL E MÉTODOS

O pomar onde decorreu o ensaio situa-se no Centro Experimental da Direcção Regional de Agricultura do Algarve em Tavira, apresenta um compasso de 5x3 m, tem uma área total de 0,5 ha e é constituído por laranjeiras (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) da cultivar 'Valencia Late' enxertadas em laranjeira azeda (*Citrus aurantium* L.). As árvores foram regadas por gota-a-gota tendo sido aplicada matéria orgânica líquida (MOL).

Análise de solo

Com o objectivo de caracterizar o solo do pomar foram realizadas duas amostras compostas, a duas profundidades (0-25 cm e 25-50 cm), retiradas entre as linhas das árvores do pomar.

As amostras foram secas a 40 °C durante 48 h e crivadas (< 2mm). Determinaram-se os seguintes parâmetros: pH (H₂O); calcário total (g kg⁻¹); calcário activo (g kg⁻¹); matéria orgânica (g kg⁻¹); potássio (mg de K kg⁻¹); fósforo (mg de P kg⁻¹); textura; condutividade (dS m⁻¹) e micronutrientes (Fe, Zn, Mn e Cu). A textura foi determinada por densimetria, o pH (H₂O) foi determinado por potenciometria numa suspensão 1:2,5, o calcário total pelo calcímetro de Scheibler (Allison & Moodie, 1965) e o calcário activo pelo método de Drouineau (Drouineau, 1942). A matéria orgânica foi estimada através da oxidação do carbono orgânico pelo dicromato de potássio (0,167 M) (Walkley & Black, 1934), o K e o P foram quantificados por fotometria de chama e colorimetria, respectivamente, após extracção com lactato de amónio e ácido acético (Riehm, 1958). Os micronutrientes foram quantificados por espectrofotometria de absorção atómica (EAA).

Análise da composição mineral das folhas e flores

Foram efectuadas colheitas de flores, durante a plena floração (cerca de 75 % de flores abertas), e de folhas em Abril, Maio, Julho e Outubro de 2002 e de 2003. No entanto, não foi possível efectuar a colheita de folhas em Maio de 2003.

As flores foram aleatoriamente colhidas, independentemente do tipo de ramo, durante a plena floração. Para a colheita foliar usaram-se as normas estabelecidas, tendo sido colhidas a 3^a e 4^a folhas do ramo não frutífe-

ro da rebentação do ano. As colheitas foram efectuadas de manhã, com tempo seco, de forma a abranger os 4 quadrantes da copa de cada uma das árvores marcadas. Foram colhidas pelo menos 40 folhas e flores em cada data de amostragem. As amostras foram transportadas em arca frigorífica o mais rapidamente possível para o *Laboratório de Solos e de Nutrição Vegetal* da Direcção Regional de Agricultura do Algarve – Tavira, para a determinação da composição mineral.

A lavagem das folhas foi efectuada com detergente não iónico (Teepol), ácido diluído (HCl – 0,01 mM), e seguidamente com 3 passagens por água bidestilada. As flores foram lavadas apenas com água bidestilada. De seguida, procedeu-se à secagem das amostras foliares e florais em estufa a 60 °C, durante 48 horas. Posteriormente, as amostras foram moídas para uma granulometria de 0,5 mm.

A composição mineral foi determinada através dos métodos normalizados descritos pela “Association of Official Analytical Chemists” (A.O.A.C., 1990). O azoto (N) total foi determinado pelo método de Kjeldahl e os restantes elementos dissolvidos numa solução ácida após incineração a 500 °C durante 4 horas. O P foi determinado através da análise do complexo molibdovanadato fosfórico a 460 nm, o K por fotometria de chama e os restantes nutrientes (Mg, Ca, Fe, Mn, Cu e Zn) por EAA.

Quantificação da clorofila total

A clorofila total foi estimada pelo aparelho SPAD-502 (Minolta Co., Japão). As leituras de SPAD foram efectuadas em 30 folhas do conjunto total de folhas colhidas em cada data. Os valores de SPAD foram convertidos em clorofila total (µmol m⁻²) de acordo com a seguinte equação de calibração proposta para laranjeiras da cultivar

‘Valencia Late’ (Pestana *et al.*, 2001):

$$\text{Clorofila} = 0,15*(\text{SPAD})^2 + 1,49*(\text{SPAD}) + 85 \quad (r^2 = 0,94, n=16, p<0,001)$$

Validação de um modelo proposto para agricultura convencional

Os valores referentes aos teores de Mg e de Zn nas flores foram introduzidos no modelo, previamente proposto para agricultura convencional (Pestana *et al.*, 2004b) de forma a estimar o teor de clorofila total 90 dias após a plena floração (dapf):

$$\text{Clorofila}_{(90 \text{ dapf})} = 1,2*(\text{Mg/Zn})_{\text{flores}} + 283,6 \quad (r^2 = 0,49, n=56, p<0,0001)$$

Deste modo pretendeu-se avaliar o poder predictivo do modelo quando usado em pomares de laranjeiras em MPB. A aplicabilidade deste modelo foi avaliada através do erro relativo calculado a partir da diferença, convertida em % de variação, entre os valores de clorofila obtidos pela aplicação do modelo e os valores registados.

Análise estatística

A comparação das médias obtidas para cada nutriente e por data de amostragem foi efectuada através da análise de variância (ANOVA) e do teste de comparação múltiplo de médias de Duncan (DMRT) para um intervalo de confiança de 95%. A análise estatística foi realizada com o programa SPSS 10.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do solo

Os resultados obtidos nas análises químicas e físicas dos solos do pomar de citrinos estão apresentados no Quadro 1.

Na camada superficial, o solo apresentava uma reacção pouco alcalina, com um elevado teor de calcário total e activo associados a uma textura fina e a um teor médio de matéria orgânica e a um nível de fósforo e potássio assimilável entre alto e muito alto. O teor de micronutrientes (Fe,

QUADRO 1 – Análise química e física das amostras de solo colhidas a diferentes profundidades.

Parâmetros	0-25 cm		25-50 cm	
Fósforo (P) mg kg ⁻¹	68	Alto	19	Médio
Potássio (K) mg kg ⁻¹	355	Muito alto	151	Muito alto
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	24	Médio	16	Baixo
Textura	-	Fina	-	Fina
pH (H ₂ O)	7,8	Pouco alcalino	7,9	Pouco alcalino
Calcário total (g kg ⁻¹)	241	Calcário	336	Muito calcário
Calcário activo (g kg ⁻¹)	83	Médio	108	Alto
Condutividade (dS m ⁻¹)	0,2	Não salino	0,2	Não salino
Ferro (mg kg ⁻¹)	46	Alto	40	Alto
Manganês (mg kg ⁻¹)	53	Alto	37	Médio
Zinco (mg kg ⁻¹)	19	Muito alto	7	Alto
Cobre (mg kg ⁻¹)	4	Médio	3	Médio

QUADRO 2 – Composição mineral das flores e folhas de citrinos nas diferentes datas de colheita.

Mês	Tipo de material	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
		g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹			
2002										
Abril	flores	23 b	2,7 a	19 a	6 e	1,7 d	18 c	5 b	18 c	10 a
Abril	folhas	20 c	1,7 c	14 b	42 d	2,5 b	27 bc	-	21 c	8 b
Maió	folhas	15 d	1,2 e	12 c	51 c	2,2 c	23 bc	-	18 c	3 d
Julho	folhas	20 c	1,4 d	11 cd	66 a	2,9 a	31 bc	-	26	7 bc
Outubro	folhas	26 a	1,9 b	11 d	54 b	2,8 a	45 a	8 a	41 a	6 c
2003										
Abril	flores	31 a	3,8 a	25 a	5 c	2,3 c	32 c	8 a	25 a	12 a
Abril	folhas	19 b	1,6 c	15 b	46 b	2,2 c	23 d	8 a	17 b	9 ab
Julho	folhas	23 b	1,5 c	14 b	59 a	2,8 b	41 b	9 a	23 a	7 b
Outubro	folhas	29 a	1,9 b	14 b	42 b	3,1 a	70 a	11 a	24 a	10 ab
Valores referencia*		24,8-27,0	1,4-1,6	10,5-12,9	36,7-42,7	2,7-3,9	63-73	23-39	17-25	5-10

Para cada ano, médias por coluna com a mesma letra não são significativamente diferentes (Teste de Duncan, p>0,05). * - valores de referência indicados para folhas de citrinos (Outubro) colhidas em pomares estabelecidos em agricultura convencional (INIA, 2002).

Mn, Zn e Cu) situava-se entre médio a muito alto. Os teores de P, matéria orgânica e de Mn decresceram em profundidade, enquanto que o teor de calcário total aumentou.

Composição mineral

No Quadro 2 apresenta-se a composição mineral das flores e folhas de laranja em MPB. Comparando-se a composição das flores e folhas colhidas na mesma data verificou-se que as concentrações de P e K nas flores são superiores às concentrações nas folhas mas que, pelo contrário, as concentrações de Ca, Fe e de Mn são inferiores nas flores.

Comparativamente aos teores foliares recomendados para citrinos (Outubro) em agricultura convencional, todos os nutrientes nas folhas estavam no intervalo recomendado com excepção dos valores de Mn e de Fe que em 2002 foram baixos

e os teores de P e de K (só em 2003) que foram altos. Os elevados teores de P e de K estarão muito provavelmente relacionados com os altos teores de P e de K no solo.

Apenas foram observados sintomas de deficiência de Fe e de Zn, que são muito frequentes em fruteiras instaladas em solos calcários (Pestana *et al.*, 2004a). Assim, a presença de calcário no solo parece ser o factor mais determinante do estado nutricional destas laranjeiras, situação que é agravada pelo facto de no MPB não ser permitida a aplicação de quelatos férricos.

Evolução dos valores de SPAD

Os valores de SPAD (Figura 1) variaram de modo semelhante nos 2 anos de ensaio, com os valores mais baixos registados em Abril, o que poderá dever-se ao efeito de diluição associado à nova reben-

tação. O efeito cumulativo da matéria orgânica líquida (MOL) aplicada na fertirrega, originou os aumentos de SPAD entre Abril e Julho.

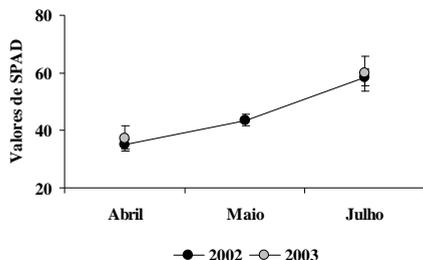


Figura 1 – Valores de SPAD obtidos nas folhas de laranja da cv. 'Valencia Late'.

Aplicabilidade do modelo

No Quadro 3 apresentam-se os valores observados, os estimados e o erro relativo (diferença entre os valores observados e os estimados expressa em %), resultante da aplicação do modelo de diagnóstico para laranjeiras em agricultura convencional.

QUADRO 3 – Razão Mg/Zn, valores de clorofila observados e estimados, assim como o respectivo erro relativo, resultantes da aplicação do modelo de diagnóstico de clorose férrica.

Mg/Zn flores	Teor de Clorofila		Erro relativo (%)
	Observado	Estimado	
2002			
90,9	400,8	392,7	- 2,0
92,4	452,4	394,5	- 12,8
93,4	450,9	395,7	- 12,2
2003			
107,7	681,7	412,9	- 39,4
84,6	845,3	385,1	- 54,4
81,5	613,5	381,4	- 37,8

Em 2002, os valores de clorofila estimados foram ligeiramente inferiores aos observados 90 dias após a plena floração (dapf) e inferiores a $400 \mu\text{mol m}^{-2}$, situando-se o erro relativo entre os 2,0 e os 13,0 %. No segundo ano do ensaio, os valores observados foram bastante superiores aos estimados, tendo-se observado que o erro relativo se situou sempre acima dos 35% e o modelo não teve aplicabilidade.

Assim, o modelo de diagnóstico da clorose férrica apenas foi aplicável ao MPB no primeiro ano do ensaio. A aplicação de MOL na rega parece ter alterado o equilíbrio nutricional das árvores e incrementado os valores de clorofila observados.

CONCLUSÕES

A variação nutricional das laranjeiras em agricultura biológica foi coerente com os valores habitualmente observados em agricultura convencional, destacando-se no entanto, os teores mais baixos em micronutrientes que estarão mais relacionados com o solo calcário onde está instalado o pomar do que com o modo de produção.

O modelo proposto para agricultura convencional, que permite estimar os teores de clorofila através da razão Mg/Zn nas flores não pode ser aplicado a laranjeiras estabelecidas em modo de produção biológico, provavelmente em consequência da aplicação de matéria orgânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadía, J., Nishio, J.N., Monge, E., Montañés, L. & Heras, L. 1985. Mineral composition of peach affected by iron chlorosis. *Journal of Plant Nutrition*, **8**: 697-707.
- Allison, L.E. & Moodie, C.D. 1965. Car-

- bonates, In C.A. Black (eds). *Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy monograph*, pp. 1379-1400. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, EUA.
- A.O.A.C. (Association of Official Agricultural Chemists) 1990. *Official Methods of Analysis*. 12^a ed., Washington, D.C., EUA.
- Drouineau, J. 1942. Dosage rapid du calcaire actif des sols. *Annals Agronomy*, **1942**: 441-450.
- Ferreira, J.C., Streck, A., Ribeiro, J.R., Soeiro, A. & Cotrim, G. 2002. *Manual de agricultura biológica. Fertilização e protecção das plantas para uma agricultura sustentável*. AGROBIO, Lisboa.
- Igartua, E., Grasa, R., Sanz, M., Abadía, A., & Abadía, J. 2000. Prognosis of iron chlorosis from the mineral composition of flowers in peach. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, **75**: 111-118.
- INIA - Laboratório Química Agrícola Rebelo da Silva 2002. *Manual de fertilização das culturas*. INIA - Laboratório Química Agrícola Rebelo da Silva, Lisboa, Portugal.
- Moreno, D.A., Pulgar, G., Vílora, G. & Romero, L. 1998. Nutritional diagnosis of fig tree leaves. *Journal of Plant Nutrition*, **21**: 2579-2588.
- Pestana, M., Correia, P.J., Varennes, A. de, Abadía, J. & Faria, E.A. 2001. The use of floral analysis to diagnose the nutritional status of oranges trees. *Journal of Plant Nutrition*, **24**: 1913-1923.
- Pestana, M., Varennes, A. de & Faria, E.A. 2003. Diagnosis and correction of iron chlorosis in fruit trees: a review. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, **1**: 46-51.
- Pestana, M.; Varennes, A. de & Faria, E.A. 2004a. Lime-induced iron chlorosis in fruit trees. pp. 171-215, In: R. Dris & S.M. Jain (eds.), Production practices and quality assessment of food crops, Vol. 2: *Plant mineral nutrition and pesticide management*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Pestana, M., Varennes, A. de, Goss, M.J., Abadía, J. & Faria, E.A. 2004b. Floral analysis as a tool to diagnose iron chlorosis in orange trees. *Plant Soil*, **259**: 287-295.
- Riehm, H. 1958. Die ammoniumlaktatesigsäure-methode zur bestimmung der leichtlöslichen phosphorsäure in karbonathaltigen boden. *Agrochimica*, **3**: 49-65.
- Sanz, M., & Montañés, L. 1995. Flower analysis as a new approach to diagnosing the nutritional status of the peach tree. *Journal of Plant Nutrition*, **18**: 1667-1675.
- Sanz, M., J. Pascual, & Machín, J. 1997. Prognosis and correction of iron chlorosis in peach trees: Influence on fruit quality. *Journal of Plant Nutrition*, **20**: 1567-1572.
- Walkley, A. & Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, **37**: 29-38.