

# COMPOSIÇÃO MINERAL DE FOLHAS DE CITROS AFETADAS POR DECLÍNIO, AMARELINHO (CVC), MORTE SÚBITA E HUANGLONGBING (HLB)

Eurípedes Malavolta<sup>1</sup>  
Cleusa Pereira Cabral<sup>1</sup>  
Heloísa Sabino Prates<sup>2</sup>

Simone Cristina de Oliveira<sup>1</sup>  
José Lavres Junior<sup>1</sup>  
Marcelo Malavolta<sup>1</sup>  
Milton Ferreira Moraes<sup>1</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

A composição mineral das folhas em geral, inclusive a das plantas cítricas, é influenciada por diversos fatores, segundo a equação:

$$Y = f(S, Pl, Pc, Pm...)$$

em que:

Y = teor ou concentração do elemento;

S = solo, adubo, corretivo;

Pl = planta (variedade, porta-enxerto);

Pc = práticas culturais;

Pm = pragas e doenças.

O assunto é discutido por Malavolta et al. (1997) e Malavolta (1998). Pragas e doenças podem influenciar a composição mineral das folhas devido ao seu efeito na absorção ou no transporte de nutrientes a longa distância. Caso há, por outro lado, em que uma desordem nutricional, que se reflete na composição mineral da folha, pode condicionar a planta ao patógeno, como parece ser o caso do amarelinho (MALAVOLTA e PRATES, 1994; WUTSCHER et al., 1994; MALAVOLTA et al., 1999).

Plantas com amarelinho (CVC), declínio, HLB (ex-greening) e morte súbita têm pelo menos dois denominadores comuns: menor crescimento e produção e sintomas foliares, geralmente clorose não uniforme que lembra desordens nutricionais. No caso das três primeiras doenças, alterações na composição mineral das folhas têm sido registradas em vários trabalhos, enquanto no caso da morte súbita foram encontrados dados em apenas uma contribuição. A literatura disponível é resumida a seguir, obedecendo a ordem alfabética da doença ou anomalia e a cronologia dos trabalhos.

### • DECLÍNIO

Num estudo com 12 anos de comparação, Wutscher (s.d.) verificou que as plantas com declínio apresentavam folhas com teores mais altos de Ca e mais baixos de S, Mn e Zn. Wutscher e Hardesty (1979) acharam, entretanto, que as variações mais consistentes nas folhas das plantas com a doença (anomalia) eram teores mais baixos de K, maiores



Planta de citros afetada por declínio



Planta de citros afetada por amarelinho

de N, Na, Cl e Zn. Teores menores de K nas folhas das plantas afetadas, bem como de N e P, foram encontrados por Coelho et al. (1984), o contrário ocorrendo com Ca, Mn, Cu e B. Os níveis foliares de Mg, Si, Zn e Cu eram altos nas folhas das plantas sadias, enquanto os de Zn e Si eram especialmente baixos naquelas afetadas pelo declínio, o mesmo acontecendo com Ca (WUTSCHER, 1986). Girotto e Souza (1991) encontraram teores mais baixos de B nas folhas das plantas com declínio. Malavolta et al. (1993) utilizaram o sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendações (DRIS) para avaliar o estado nutricional de plantas sadias e afetadas pelo declínio. As plantas sadias apresentavam níveis mais baixos de P e K e maiores de Ca nas folhas. Os valores do Índice de Balanço Nutricional foram cerca de três vezes maiores nas plantas com declínio, ou seja, evidenciam uma desordem nutricional maior.

### • Amarelinho

Em um levantamento de plantas com sintomas, Malavolta et al. (1990) verificaram que a única alteração consistente na composição da folha era o teor mais baixo de K, o que foi confirmado em estudos posteriores (MALAVOLTA et al., 1994; MALAVOLTA e PRATES, 1994). Wutscher et al. (1994) encontraram teores mais baixos de P e K. Salvo (2001), por sua vez, encontrou redução nos teores de N, P e Ca nas folhas. Usando a técnica da diagnose por subtração com plantas inoculadas com *Xylella fastidiosa* e plantas não inoculadas e cultivadas em solução nutritiva, Malavolta et al. (1999) verificaram que: plantas no tratamento "completo" mostraram remissão dos sintomas visuais do amarelinho e deram resultado negativo no teste *dat blot*; o mesmo aconteceu com as plantas recebendo baixos níveis de P, K, Ca e S; a deficiência de Mg pouco afetou, o mesmo acontecendo com

a de N; a permanência maior de *Xylella* ou teste positivo ocorreu nas plantas com omissão de Fe, Mo e Zn. Os três micronutrientes não têm sido apontados como deficientes nas folhas das plantas com amarelinho.

<sup>1</sup> Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA-USP, Piracicaba-SP, e-mail: mala@cena.usp.br

<sup>2</sup> Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo-SP.

## • Morte súbita

A nova doença é descrita por Muller et al. (2002). Bertolotti (2004), utilizando variedade Pêra Rio, verificou que os teores de P, K, S e B diminuíam com o avanço da doença e o de Zn aumentava. Na variedade Natal, somente o teor de K diminuiu com a progressão da enfermidade.

## • HLB

Kimani (1984) verificou que o teor dos elementos minerais nas folhas de plantas saudáveis era, em geral, mais alto que nas folhas cloróticas de plantas com HLB. Teores de N e K eram mais baixos nas últimas. A tendência para os teores de Cu, Mn, Fe e Zn era de redução nas folhas com a clorose malhada. Na Índia, Mukherjee (1949 citado por KIMANI, 1984) verificou que as folhas das plantas afetadas possuíam menos Zn, Mn e Cu e mais K.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O material coletado para análise foi o seguinte:

- Declínio – Pêra/Cravo, 10 anos de idade; em cada ramo (3) foram separadas folhas com sintomas iniciais e avançados;

- Amarelinho – Valência/Cleópatra, 13 anos de idade; três repetições (3 ramos); em cada ramo foram separadas folhas sem sintomas aparentes; folhas com sintomas iniciais e folhas com sintomas avançados;



**Pomar de citros com incidência de morte súbita**



**Planta de citros afetada por HLB (ex-greening)**

- Morte súbita – Valência/Cravo; três repetições; folhas com sintomas avançados.

- HLB – Valência/Cravo, 6 anos; mesmo tipo de separação das folhas e mesmo número de repetições; Westin/Cravo, 2,5 anos Taiti.

Na análise de macro e micronutrientes e de metais pesados tóxicos foram usados os métodos descritos por Malavolta et al. (1997). Para análise estatística foi usado o programa SAS (1996).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os teores de macronutrientes nas folhas das plantas afetadas pelas várias doenças ou anomalias. Considerando-se somente as diferenças significativas, têm-se em todo o conjunto:

- Diminuição no teor de Ca na lima Taiti afetada pelo HLB;

- Menor teor de P associado com o HLB na mesma;

- Menor teor de Ca em Pêra/Cravo com declínio;

- Diminuição no teor de Mg em Pêra/Cravo e em Taiti relacionado com o HLB.

A variação no nível de micronutrientes está na Tabela 2, a qual mostra:

- Diminuição no teor de Co associado com o declínio em Pêra/Cravo;

**Tabela 1.** Teores de macronutrientes na matéria seca das folhas.

Cultivar	Sintoma	N	P	K	Ca	Mg	S
----- (%) -----							
<b>Amarelinho</b>							
Valência/Cravo	Sem	2,12 ab	0,17 defg	0,86 bcd	4,36 a	0,47 a	0,28 a
	Inicial	2,37 ab	0,12 gh	0,84 cd	4,07 a	0,46 a	0,28 a
	Avançado	2,38 ab	0,11 h	0,73 c	4,18 a	0,48 a	0,28 a
<b>Declínio</b>							
Pêra/Cravo	Inicial	2,50 a	0,14 fgh	1,53 abc	2,95 b	0,35 b	0,24 abc
	Avançado	2,31 ab	0,18 def	1,72 a	1,96 cde	0,23 cde	0,22 abc
<b>HLB</b>							
Westin/Cravo	Sem	2,08 abc	0,14 fgh	1,80 a	2,25 bcd	0,19 dc	0,20 bcd
	Inicial	1,80 abc	0,14 fgh	1,45 abcd	2,23 bcd	0,18 de	0,18 cd
	Avançado	1,79 abc	0,17 defg	1,59 ab	1,85 cde	0,20 cde	0,18 cd
Valência/Cravo	Sem	2,43 ab	0,24 bc	1,82 a	1,88 cde	0,30 bc	0,26 ab
	Inicial	2,42 ab	0,29 b	1,84 a	1,50 de	0,28 bcd	0,21 abcd
	Avançado	2,06 abc	0,38 a	1,60 ab	1,19 e	0,25 bcde	0,17 cd
Taiti	Inicial	1,95 ab	0,21 cd	1,69 a	2,57 bc	0,29 bc	0,19 bcd
	Avançado	1,40 c	0,20 cd	1,74 a	1,42 de	0,17 e	0,16 d
<b>Morte súbita</b>							
Valência/Cravo	Avançado	1,76 bc	0,15 efgh	0,71 d	2,59 bc	0,44 a	0,21 abcd
C.V.%		9,6	7,2	14,7	10,1	9,0	10,0

\* Nota: Valores médios seguidos de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade.

• Aumento na concentração de Cu em Pêra/Cravo com declínio e na Taiti com HLB; nos dois casos, entretanto, parece ter havido contaminação nas folhas provocada por pulverização;

• Diminuição no teor de Fe na Taiti com HLB.

Variações nos teores de metais pesados tóxicos encontram-se na Tabela 3, a qual mostra:

• Diminuição no teor de Ba na Pêra/Cravo com declínio;

• Menor teor de Cd associado com o amarelinho na Valência/Cravo e na Taiti com HLB e aumento na Westin com a mesma doença;

• Aumento no teor de Al na Valência/Cravo com HLB.

Considerando não apenas as diferenças significativas, mas levando em conta as tendências gerais, têm-se a Tabela 4, a qual mostra, em todo o conjunto de dados, os seguintes efeitos das doenças:

**Tabela 2.** Teores de micronutrientes na matéria seca das folhas.

Cultivar	Sintoma	B	Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	Zn
----- (mg kg <sup>-1</sup> ) -----									
<b>Amarelinho</b>									
Valência/Cravo	Sem	81 a	0,36 a	11 de	389 bcd	114 a	0,62 ab	1,60 a	48 abc
	Inicial	83 a	0,33 a	11 de	315 bcde	132 a	0,44 ab	1,31 a	58 ab
	Avançado	81 a	0,37 a	10 de	377 bcd	116 a	0,39 ab	2,04 a	62 a
<b>Declínio</b>									
Pêra/Cravo	Inicial	60 b	0,21 bc	20 d	226 def	59 b	0,43 ab	0,41 a	29 bcd
	Avançado	58 b	0,12 de	97 c	137 f	28 b	0,80 a	0,52 a	22 cd
<b>HLB</b>									
Westin/Cravo	Sem	37 de	0,19 cde	7,5 e	150 f	39 b	0,24 ab	0,62 a	32 abcd
	Inicial	37 de	0,18 cde	6,3 e	168 ef	36 b	0,30 ab	0,59 a	29 bcd
	Avançado	39 cd	0,19 cde	8,8 e	203 ef	44 b	0,10 b	0,59 a	30 bcd
Valência/Cravo	Sem	57 bc	0,18 cde	6,6 e	403 bc	37 b	0,11 b	1,66 a	12 d
	Inicial	51 b	0,11 e	6,2 e	255 cdef	49 b	0,11 b	0,49 a	12 d
	Avançado	54 bcd	0,29 ab	5,4 e	717 a	37 b	0,30 ab	0,55 a	9 d
Taiti	Inicial	61 b	0,13 cde	119 b	177 ef	36 b	0,54 ab	0,36 a	22 cd
	Avançado	58 b	0,11 e	233 a	137 f	18 b	0,54 ab	0,33 a	16 d
<b>Morte súbita</b>									
Valência/Cravo	Avançado	21 e	0,21 bcd	7,4 e	460 b	32 b	0,60 ab	0,62 a	18 cd
C.V.%		8,9	12,9	8,2	15,7	25	46	158	31

\* Nota: Valores médios seguidos de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade.

**Tabela 3.** Teores de metais pesados tóxicos nas folhas de citros.

Cultivar	Sintoma	Ba	Cd	Cr	Pb	V	Al
----- (mg kg <sup>-1</sup> ) -----							
<b>Amarelinho</b>							
Valência/Cravo	Sem	258 a	0,103 a	0,044 ab	0,61 abc	0,133 def	339 c
	Inicial	306 a	0,070 e	0,037 ab	0,58 abc	0,131 def	330 c
	Avançado	276 a	0,070 e	0,042 ab	0,51 bc	0,079 ef	335 c
<b>Declínio</b>							
Pêra/Cravo	Inicial	176 b	0,070 e	0,041 ab	0,44 bc	0,079 ef	224 de
	Avançado	84 cdef	0,070 e	0,030 b	0,35 bc	0,073 ef	171 ef
<b>HLB</b>							
Westin/Cravo	Sem	132 bc	0,001 f	0,039 ab	0,29 c	0,613 a	126 f
	Inicial	130 cd	0,082 cd	0,041 ab	0,40 bc	0,376 b	152 ef
	Avançado	111 bcd	0,088 bc	0,038 ab	0,46 bc	0,288 bc	158 ef
Valência/Cravo	Sem	36 ef	0,075 de	0,048 a	0,52 abc	0,282 bc	275 cd
	Inicial	27 f	0,089 bc	0,042 ab	0,38 bc	0,241 cd	184 ef
	Avançado	25 f	0,098 ab	0,048 ab	0,84 a	0,197 cde	652 a
Taiti	Inicial	104 bcde	0,085 cd	0,039 ab	0,52 abc	0,150 def	172 ef
	Avançado	54 def	0,076 de	0,043 ab	0,64 ab	0,139 def	195 def
<b>Morte súbita</b>							
Valência/Cravo	Avançado	73 cdef	0,070 e	0,045 ab	0,60 abc	0,061 f	499 b
C.V.%		16,4	4,3	7,9	18,1	17,1	9,2

\* Nota: Valores médios seguidos de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 1% de probabilidade.

**Tabela 4.** Tendências na variação de teores dos elementos com o avanço da anomalia.

Elemento	Amarelinho	Declínio	HLB	Morte súbita
N	↑	↓	↓	↓
P	↓	↑	↑	↔
K	↓	↑	↓	↓
Ca	↔	↓	↓	↔
Mg	↔	↓	↓	↔
S	↔	↔	↓	↔
B	↔	↔	↔	↓
Co	↔	↓	↔	↔
Cu	↔	↑	↑	↔
Fe	↔	↓	↑	↑
Mn	↔	↓	↔	↔
Mo	↓	↑	↔	↑
Ni	↑	↑	↓	↔
Zn	↑	↔	↓	↓
Ba	↑	↓	↓	↓
Cd	↓	↔	↔	↔
Cr	↔	↓	↑	↔
Pb	↓	↓	↑	↑
V	↓	↔	↓	↓
Al	↔	↓	↑	↑

- Diminuição nos teores de N, K, Ca, Mg, Zn, Ba, V;
- Aumento na concentração de P, Cu, Fe, Mo, Cr e Al.

Quando se comparam essas informações com as da literatura vê-se que há concordâncias e discordâncias, o que indica a necessidade de maiores estudos para obter conclusões mais seguras que, eventualmente, sirvam para diagnóstico, pelo menos, das anomalias ou doenças.

## 5. RESUMO

Foram analisadas folhas de plantas cítricas afetadas pelo amarelinho, declínio, HLB e morte súbita, determinando-se macro e micronutrientes e alguns metais pesados tóxicos.

Verificou-se, o que concorda com a literatura, muita variação em função das variedades e doenças ou anomalia, o que limita o emprego das análises para diagnóstico e indica a necessidade de maiores estudos.

Entretanto, considerando-se o conjunto dos dados, pode-se admitir as seguintes tendências gerais refletindo o efeito das diversas doenças ou anomalias: (1) diminuição nos teores de N, K, Ca, Mg, Zn, Ba e V; (2) aumento na concentração de P, Cu, Fe, Mo, Cr e Al.

## 6. ABSTRACT

Leaves of citrus plants affected by amarelinho (little yellow), blight, Huanglongbing and sudden death were analysed for macro, micronutrients and a few toxic heavy metals.

It was very verified, in agreement with the literature, that there is a large variation due both to variety and disease or abnormality, which prevents the use of leaf analysis as a diagnostic tool and indicates the need for further studies. Nevertheless considering the pool of data it is possible to visualize a few trends, namely, as results of the diseases or abnormality: (1) reduction in the levels of N, K, Ca, Mg, Zn, Ba and V; (2) raise in the concentration of P, Cu, Fe, Mo, Cr and Al.

## 7. REFERÊNCIAS

- BERTOLOTTI, L. **Efeito da Morte Súbita dos Citros sobre o estado nutricional das var. Pêra Rio e Natal do limoeiro Cravo.** Piracicaba, 2004. 89 p. Mestrado (Dissertação)– Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.
- COELHO, Y. S.; PAGUIO, O. R.; HIROCE, R. Situação nutricional de plantas cítricas afetadas pelo declínio nos Estados da Bahia e São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, 1983. **Anais...** Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. v. 1. p. 416-423.
- GIROTO, E. D.; SOUZA, M. de. Correlações de nutrientes em tecidos de laranjeiras [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv Valencia] e o declínio dos citros. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 15, n. 4, p. 390-397, 1991.
- KIMANI, W. The influence of mineral nutrition on the severity of citrus greening disease in Kenya. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 6., 1984, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: International Society of Citriculture, 1984. v. 1, p. 172-173.
- MALAVOLTA, E. Adução mineral e sua relação com doenças de plantas – a visão de um nutricionista de planta. In: WORKSHOP A INTERFACE SOLO-RAIZ (RIZOSFERA) E RELAÇÕES COM A DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES, A NUTRIÇÃO E AS DOENÇAS DE PLANTAS. Piracicaba: POTAFOS/ESALQ/CEA, 1998. p. 1-60. 1 CD-ROM.
- MALAVOLTA, E.; PRATES, H. S. Situação atual do “amarelinho” ou “clorose variegada” na citricultura paulista. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 65, p. 1-5, 1994.
- MALAVOLTA, E.; OLIVEIRA, S. A.; VITTI, G. C. The use of diagnosis recommendation system (DRIS) to evaluate the nutritional status of healthy and blight affected citrus trees. In: FRAGOSO, M. A. C. e van BEUSICHEN, M. L. (Ed.). **Optimization of Plant Nutrition.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 157-159.
- MALAVOLTA, E., PRATES, H. S.; VITTI, G. C. Changes in the mineral composition of citrus leaves affected by the abnormality variegated chlorosis or little yellow. In: INTERNATIONAL CITRUS CONGRESS, 7., 1992, Acireale. **Proceedings...** Acireale: International Society of Citriculture, 1994. v. 3. p. 828-829.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas – princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 301 p.
- MALAVOLTA, E., MALAVOLTA, M. L.; CABRAL, C. P.; PRATES, H. S.; VITTI, G. C. Nova anomalia dos citros – estudos preliminares. **Laranja**, v. 1, n. 11, p. 15-38, 1990.
- MALAVOLTA, E.; CABRAL, C. P.; PRATES, H. S.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L.; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, J. A.; HEINRICHS, R. **Comportamento de plantas afetadas pelo amarelinho em solução nutritiva completa e com deficiência de macro e micronutrientes.** Piracicaba: CENA-USP, 1999. 16 p.
- MULLER, G. W.; DE NEGRI, J. D.; A.-VILDOSO, C. I.; MATTOS JR., D.; POMPEU JR., J.; TEOFILO SOBRINHO, T.; CARVALHO, S.A.; GIROTTO, L. F.; MACHADO, M. A. Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira. **Laranja**, v. 23, n. 2, p. 371-386, 2002.
- SALVO, J. G. **Uso do DRIS na avaliação do estado nutricional de plantas cítricas afetadas pela Clorose Variegada dos Citros.** Piracicaba, 2001. 108 p. Mestrado (Dissertação)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT. User’s guide, version 6.11.** 4. ed. Cary: Statistical Analysis System Institute, v. 2, 1996. 842 p.
- WUTSCHER, H. K. **A 12-year comparison of orange leaf nutrient levels in three adjacent blocks varying in citrus blight incidence.** Orlando: U.S. Hort. Res. Lab., s.d. 11 p.
- WUTSCHER, H. K. Comparison of soil, leaf and feeder root nutrient levels in the citrus blight-free and citrus blight-affected areas of a Hamlin orange grove. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, v. 99, p. 74-77, 1986.
- WUTSCHER, H. K.; HARDESTY, C. Concentrations of 14 elements in tissue of blight – affected and healthy “Valencia” orange trees. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v. 104, n. 1, p. 9-11, 1979.
- WUTSCHER, H. K.; PAVAN, M. A.; PERKINS, R. E. A survey of mineral elements in the leaves and roots of citrus variegated chlorosis (or amarelinho) affected orange trees and 45 acid extractable elements in the soils of orchards in Northern São Paulo and Southern Minas Gerais. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 37, n. 1, p. 147-156, 1994.