

## **Avaliação do estado nutricional dos citrinos - a análise foliar e a análise de solos**

José Carlos Tomás (\*)

(\*) Técnico da DRAPALG

### **1) Introdução**

O diagnóstico de possíveis problemas nutricionais deve ser uma prática de rotina, apoiada em resultados de análises a amostras de folhas e de terras.

A análise foliar é o método mais adequado para diagnosticar o estado nutricional da planta e avaliar a disponibilidade de reservas da planta.

A análise do solo fornece informações sobre as suas características físico-químicas que podem afectar o comportamento dos fertilizantes e a disponibilidade dos nutrientes que podem ser assimilados pelas plantas.

Com base nessa informação pode-se elaborar um adequado programa de fertilização, permitindo uma maior eficiência no uso dos fertilizantes, com menores custos económicos e menores impactes negativos sobre o ambiente.

### **2) A análise foliar**

#### **2.1) Informação veiculada pela análise foliar**

A análise foliar é tida como um instrumento indispensável para obter uma informação precisa sobre a absorção real dos vários elementos pela planta, dado que as folhas são muito sensíveis às alterações na composição do meio nutritivo.

Na análise realiza-se a determinação quantitativa da concentração de nutrientes na folha. A partir desses resultados é possível verificar se a árvore dispõe uma oferta suficiente de nutrientes essenciais e avaliar a disponibilidade de reservas na planta. Permite também avaliar a existência de estados de carência, de toxicidades e verificar a existência de antagonismos entre os vários nutrientes. Os resultados das análises foliares constituem também uma forma de comparar vários tratamentos de adubação.

A análise foliar integra todos os factores que podem influenciar a disponibilidade e a absorção dos nutrientes. Por exemplo, a deficiência em potássio pode resultar da falta de potássio no solo ou do excesso de cálcio, magnésio e/ou sódio. Também da adição de azoto, quando os níveis de potássio são baixos, pode resultar deficiência de potássio nas folhas, pois o aumento do crescimento requer mais potássio. A concentração de cloro é geralmente suficiente, mas pode ser excessiva quando a água do solo e da rega tenham salinidade elevada. No molibdénio a deficiência ou toxicidade é rara.

#### **2.2) Colheita de amostras de folhas**

O teor de nutrientes das folhas depende de vários factores, como idade, tipo e posição das folhas, combinação variedade/porta-enxerto, disponibilidade de nutrientes do solo, produção, estado fitossanitário, etc.

Assim, deve-se definir unidades de amostragem representativas do pomar, com homogeneidade ao nível do tipo de solo, topografia, exposição, variedade e porta-enxerto, idade e técnicas culturais aplicadas.

As unidades de amostragem deverão ser constituídas por 15 árvores de onde serão colhidas as folhas para análise. Não devem ser escolhidas árvores que apresentem anormalidades vegetativas, sintomas de doenças ou forte incidência de pragas.

A colheita de amostras deverá realizar-se, anualmente, no Outono por nessa altura estabilizarem os níveis dos nutrientes nas folhas.

Em cada árvore devem colher-se 8 a 10 folhas inteiras, com 4 a 7 meses, de raminhos não frutíferos, da rebentação de primavera, inseridos à mesma altura da copa, segundo os 4 pontos cardeais, colhendo-se duas folhas do terço médio do raminho, de acordo com a figura 1.



Figura 1 – Exemplo de como devem ser colhidas as folhas dos raminhos não frutíferos

A opção por folhas de ramos não frutíferos justifica-se por serem mais abundantes nas árvores e por estarem menos submetidos à depleção dos nutrientes causada pelos frutos próximos. Nas árvores jovens, com reduzida produção, escasseiam os lançamentos com frutos. Os lançamentos vegetativos suportarão a floração e a frutificação do ano seguinte, pelo que a determinação do conteúdo de nutrientes nas suas folhas dá-nos uma melhor estimativa do nível de reservas da planta.

Podem colocar-se algumas dificuldades na identificação das folhas provenientes da rebentação de primavera. Estas são muito mais estreitas, pontiagudas e lanceoladas que as folhas de verão ou de outono, tendo o aspecto que se apresenta nas figuras 2a e 2b.



Figura 2a –Raminhos com folhas de primavera (Legaz *et al.*1995)



Figura 2b - Folhas de primavera (Legaz *et al.*,1995)

A colheita das mostras deverá ser efectuada pela manhã ou ao fim do dia. Sempre que possível, os tratamentos fitossanitários devem ser distanciados da época de colheitas das amostras.

As amostras devem ser colocadas em sacos apropriados, devidamente identificados, devendo ser entregues no laboratório num prazo não superior a 48 horas, após a colheita.

Os parâmetros a analisar, de acordo com as normas nacionais de produção integrada, deverão ser: azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cloro, sódio, ferro, manganês, zinco, cobre, boro e molibdénio.

### 2.3) Interpretação dos resultados das análises foliares

A interpretação da análise foliar realiza-se através da comparação dos resultados com valores de referência, previamente estabelecidos para cada elemento. As tabelas de interpretação dos resultados de análise foliares foram inicialmente estabelecidas nos Estados Unidos, com base em estudos realizados no campo.

Existe diversa informação sobre esses valores de referência, sendo mais utilizados em Portugal os que constam no quadro 1.

No anexo I apresenta-se mais informação relativa à interpretação de resultados de análises foliares para algumas variedades.

Quadro 1 - Valores de referência para a interpretação de resultados da análise foliar

	Deficiente	Baixo	Normal	Alto	Excessivo
N (%)	<2,20	2,20-2,30	2,40-2,60	2,70-2,80	>2,80
P (%)	<0,09	0,09-0,11	0,12-0,16	0,17-0,29	>0,30
K (%)	<0,40	0,04-0,69	0,70-1,09	1,10-2,00	>2,30
Ca (%)	<1,6	1,6-2,9	3,00-5,50	5,50-6,90	>7,0
Mg (%)	<0,16	0,16-0,25	0,26-0,60	0,70-1,10	>1,2
S (%)	<0,14	0,14-0,19	0,20-0,30	0,40-0,50	>0,6
Fe (ppm)	<36	36-59	60-120	130-200	>250
Mn (ppm)	<16	16-24	25-200	300-500	>1000
Zn (ppm)	<16	16-24	25-100	110-200	>300
Cu ppm	<3,6	3,5-4,9	5-16,0	17-22	>22
B (ppm)	<21	21-30	31-100	101-260	>260
Mo (ppm)	<0,06	0,06-0,09	0,10-3,00	4-100	>100
Cl (%)	-	-	<0,3	0,4-0,6	>0,7
Na (%)	-	-	<0,16	0,17-0,24	>0,25

As quantidades de fertilizantes a aplicar deverão ser em função dos resultados da análise foliar e da produção esperada, tal como se exemplifica no quadro 2.

Quadro 2 - Quantidades de azoto (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potássio (K<sub>2</sub>O) e magnésio (Mg) recomendadas para pomares em produção (kg/ha), com base nos resultados da análise foliar e na produção esperada

Produção Esperada t/ha	Azoto (N, kg/ha)			Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/ha)	Potássio (K <sub>2</sub> O, kg/ha)	Magnésio (Mg, kg/ha)
	Insuficiente (a)	Suficiente a)	Elevado a)	Suficiente a)	Suficiente a)	Suficiente a)
<10	45	30	0-15	10	30	5
10-20	60-90	30-45	0-20	10-20	30-45	10
20-30	90-120	45-60	0-30	30-30	45-60	10
30-40	120-180	60-90	0-45	30-40	60-90	15
>40	180-200	90-120	0-60	40-60	90-120	15

(a) – Níveis dos nutrientes em folhas do ano, com 4 a 7 meses de idade, de raminhos terminais não frutíferos inseridos à mesma altura da copa.

Fonte: INRB - <http://www.inrb.pt/fotos/editor2/inia/citricos1.pdf>

### 3) A análise de solos

#### 3.1) Informação veiculada pela análise de solos

A análise de solos é um elemento essencial para conhecer as suas características, tanto físicas como químicas, que afectam a nutrição do pomar. As condições físicas do solo, principalmente a textura, informam-nos sobre os aspectos importantes relacionados com a mobilidade da água e a dinâmica dos nutrientes.

A análise química indica a sua riqueza em nutrientes do solo e dá-nos uma ideia sobre os elementos que estão na forma assimilável pela planta e também sobre as características que são desfavoráveis ou limitantes para o desenvolvimento da cultura.

Existem diferentes soluções extractantes do solo para determinação de nutrientes, principalmente do fósforo. Para determinação do fósforo em solos ácidos é mais utilizada em Portugal a solução de Egner-Riehm, enquanto que em solos alcalinos utiliza-se o método de Olsen.

As normas nacionais da produção integrada determinam que os parâmetros a analisar deverão ser: análise granulométrica, condutividade eléctrica, pH, calcário total e activo, necessidades de correctivos, matéria orgânica, fósforo, potássio, magnésio, manganês, zinco, cobre e boro assimiláveis e as bases de troca e capacidade de troca catiónica.

Existem opiniões contraditórias sobre os quais os parâmetros cuja determinação tem maior interesse. Assim. Na Flórida não se determina o potássio devido à sua elevada mobilidade que o torna facilmente lixiviável nos solos arenosos dessa região. Consideram apenas de interesse a determinação da matéria orgânica, pH, fósforo, magnésio, cálcio e cobre.

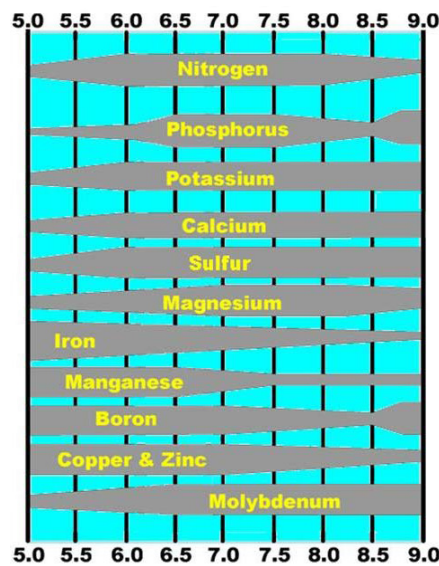


Figura 3 - Efeito do pH do solo na disponibilidade dos nutrientes  
Fonte: (Obreza, Zekri *et* Hanlon, 2008)

### 3.2) Colheita de amostras de solos

As amostras de solos devem ser colhidas nas unidades de amostragem definidas para as amostras de folhas. Deve-se constituir uma amostra com cerca de 1 Kg, a partir de 15 sub-amostras, por cada parcela de solo homogéneo. A época apropriada para a realização desta operação é preferencialmente a de Outubro/Novembro, podendo também ser realizada noutro momento. Não se deve recolher amostras até um mês após a última aplicação superficial de fertilizantes. Na rega localizada não é necessário considerar esta observação se os fertilizantes forem aplicados na água de forma fraccionada.

As amostras devem ser colhidas até à profundidade de 50 cm. No caso de pomares sujeitos a rega localizada, recomenda-se a colheita de duas amostras, por parcela homogénea: uma, proveniente da zona de projecção da copa, fora da influência dos gotejadores, até à profundidade de 50 cm; e, a outra colhida na camada arável até à profundidade de 30 cm, na zona humedecida pelos gotejadores.

### 3.3) Interpretação dos resultados das análises de solos

Nos quadros 3 a 6 apresenta-se informação sobre diversos parâmetros dos solos que são usualmente analisados.

Quadro 3 - Quantidades de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potássio (K<sub>2</sub>O) e magnésio (Mg) recomendadas à instalação do pomar (kg/ha)

Fósforo – níveis no solo					Potássio – níveis no solo (a)					Magnésio – níveis no solo				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
200	150	100	50	0	300	225	150	50	0	60	45	30	15	0

(a) – Em solos de textura ligeira e de baixa capacidade de troca catiónica não aplicar mais de 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Fonte: INRB - <http://www.inrb.pt/fotos/editor2/inia/citricos1.pdf>

Quadro 4- Interpretação de resultados da análise do solo

	Níveis				
	Muito baixo	Baixo	Normal	Alto	Muito alto
pH <sup>1</sup>	<5,5	5,5-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5
CO <sub>3</sub> Ca total (%)	<2	2-10	11-20	21-40	>40
CO <sub>3</sub> Ca activo (%)	<1	1-4	5-9	10-15	>15
Condutividade eléctrica <sup>2</sup> (dS/m)	<0,20	0,20-0,40	0,41-0,70	0,71-1,20	>1,20
N total (%)	<0,07	0,07-0,12	0,13-0,18	0,19-0,24	>0,24
Relação C/N	<6,0	6,0-8,0	8,1-10,0	10,1-12,0	>12,0
Cap. Troca Catiónica (100 meq/100g)	<5	5-10	11-20	21-30	>30
Cálcio (Ca) %	<1	1-3	4-6	7-10	>10
Magnésio (Mg) (%)	<5	5-10	11-20	21-25	>25
Potássio (K) (%)	<2	2-4	5-8	9-12	>12
Sódio (Na) (%)	<1	1-2	3-9	10-15	>15
Relação Ca/Mg <sup>3</sup>	<1	1-3	4-6	7-10	>10
Relação K/Mg <sup>3</sup>	<0,10	0,10-0,15	0,16-0,35	0,36-0,60	>0,60

<sup>1</sup> Extracto 1 / 2,5    <sup>2</sup> Extracto 1 / 5    <sup>3</sup> Relações para valores expressos em meq/100g

Fonte: (Legaz *et al.*1995)

Quadro 5- Correspondência entre níveis e teores do solo em fósforo, potássio e magnésio

<	Teores no solo (ppm) (a)		
	Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Potássio K <sub>2</sub> O (ppm)	Magnésio Mg (ppm)
1	≤25	≤25	≤30
2	26-50	26-50	31-60
3	51-80	51-80	61-90
4	81-120	81-120	91-125
5	121-150	121-150	>125
6	151-200	151-200	

(a) ppm = mg/kg

Fonte: INRB - <http://www.inrb.pt/fotos/editor2/inia/citricos1.pdf>

Quadro 6 – Interpretação dos resultados da análise da matéria orgânica do solo

Tipo de solo	Níveis de matéria orgânica do solo (%)				
	Deficiente	Baixo	Normal	Alto	Excesso
Arenoso	0 - 0,40	0,41 – 0,80	0,81- 1,50	1,51 – 2,00	>2,0
Franco	0 - 0,60	0,61 – 1,20	1,21 – 2,00	2,01 – 2,50	>2,5
Argiloso	0 - 0,80	0,81 - 1,60	1,61-2,50	2,51 – 3,00	>3,0

Fonte: Legaz e Primo-Millo (1995)

#### 4) Utilização dos resultados das análises foliares e das análises de solos

A análise foliar e a análise do solo são ferramentas poderosas para confirmar as deficiências de nutrientes e toxicidades, identificar carências ocultas, observar interações entre os nutrientes, bem como para avaliar ou definir programas de fertilização.

A análise foliar é valiosa para todos os elementos, sendo mais importantes nas análises de solos as determinações da matéria orgânica, pH, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

Os resultados das análises ao solo podem determinar a melhor forma de corrigir as deficiências identificadas através das análises foliares.

A experiência na interpretação dos resultados das análises é fundamental para tomar decisões sobre fertilização ou correção do solo, devido aos diversos factores interativos que influenciam as concentrações dos elementos no solo e no tecido foliar. A idade da árvore, os dados históricos, as técnicas de amostragem também deverão ser considerados antes de se fazer um diagnóstico definitivo e o consequente programa de fertilização.

#### 5) Bibliografia

- Chapman, H.D. (Ed.) – *Diagnostic criteria for plants and soil*. Univ. California. Div. Agric. Sciences.
- Dias, J. C. S; Duarte, L; Fátima, C; Gonçalves, M.; Cavaco, M. (2000). Produção integrada de citrinos – Fertilização e outras práticas culturais. DGPC/DGDR/DRAALG/INIA.
- Fragoso, M.A.C; Vicente, M.A; Jordão, P.V; Calouro, F. (1990) – Análise foliar e composição dos frutos em laranjeiras. Índices foliares e a qualidade dos frutos. *In: Actas de Horticultura do I Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas*. Lisboa, 18 a 21 de Junho, vol. III, pg. 166-171.
- Gimenez-Montesinos, M. (1998) – Níveis nutricionales en hojas de limonero en función de la variedad y del patrón y en riego por goteo. *In Curso de fertirrigación por goteo de cítricos (Cálculo informático)*. Editado por Gimenez-Montesinos, M e Cámara, M. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Miguel Hernández.
- Legaz, F.; Serna, M. D; Ferrer, P; Cebolla, V; Primo-Millo, E. (1995). Análisis de hojas, suelos y aguas para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras. Generalitat Valenciana, Fullets Divulgació. Valencia, España.
- Legaz, F; Primo-Millo, E. (1995); Normas para la fertilización de los agríos. Generalitat Valenciana, Fullets Divulgació. Valencia, España.
- Obreza, T. A; Zekri, M; Hanlon E. A. (2008). Soil and Leaf Tissue Testing. *In Nutrition of Florida Citrus Trees - Edited by Thomas A. Obreza and Kelly T. Morgan*. University of Florida. IFAS Extension.
- Soares, C.B; Fernandes, J.E. (2001) - Contribuição para a avaliação do estado nutricional na cultura dos citrinos - diagnóstico fisiológico. *Crisopa*.

Anexo I – Níveis foliares de nutrientes considerados adequados em folhas de ramos não frutíferos (adaptado de Dias *et al.*, 2000)

Espécie	Variedade	Azoto	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre	Sódio	Cloro	Ferro	Manganês	Zinco	Cobre	Boro	Molibdénio
		N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
		(%)							(ppm)						
Laranjeira	Baía <sup>1</sup>	2,57-2,79	0,15-0,17	1,47-1,55	3,02-3,44	0,28-0,34				72-84	27-37	17-25			
	Val. Late <sup>1</sup>	2,48-2,70	0,14-0,16	1,05-1,29	3,67-4,27	0,27-0,39				63-73	23-39	17-23			
	Navelina <sup>1</sup>	2,47-2,73	0,17-0,21	1,78-2,02	2,62-3,10	0,31-0,39				74-92	20-26	15-17			
Laranjeira <sup>2</sup>		2,40-2,60	0,14-0,16	0,90-1,20	3,00-6,00	0,25-0,60	0,20-0,40	<0,16	<0,30	25-200	60-120	25-100	5-10	5-100	0,10-0,29
Toraneira <sup>2</sup>		1,40-2,20	0,13-0,26	1,10-2,16		0,22-1,08		0,14-0,16		35					0,06-0,09
Tangerineira <sup>2</sup>		2,80-3,00	0,15-0,26	0,90-1,08		0,40					>29			>30	
Clementinas <sup>3</sup>		2,41-2,70	0,12-0,15	0,71-1,00											
Satsumas <sup>3</sup>		2,61-2,90	0,13-0,16	0,61-0,90											
Limoeiro	Todas <sup>2</sup>	2,09-2,50	0,15-0,26			0,23				77	14-26	>29	8,4-8,6	19-76	0,27-3,0
	Fino <sup>4</sup>	2,00-2,35	0,10-0,13	0,75-1,15	3,40-5,50	0,30-0,40									
	Fino <sup>5</sup>	2,40-2,70	0,12-0,14	1,00-1,40	2,35-3,50	0,25-0,35									
	Fino <sup>6</sup>	2,20-2,55	0,11-0,13	0,90-1,25	2,25-3,45	0,25-0,35									
	Verna <sup>4</sup>	2,10-2,40	0,10-0,13	0,90-1,25	3,50-5,00	0,35-0,50									
	Eureka <sup>5</sup>	2,00-2,25	0,10-0,12	1,00-1,25	3,20-4,15	0,35-0,50									
Lisboa <sup>5</sup>	2,15-2,40	0,09-0,11	0,75-0,90	3,70-4,70	0,35-0,50										

<sup>1</sup> – Fragoso *et al.* (1990)

<sup>2</sup> – Chapman (1996)

<sup>3</sup> – Legaz *et al.* (1995)

<sup>4</sup> – Enxertado sobre laranjeira azeda (Gimenez Montesinos, 1998)

<sup>5</sup> – Enxertado sobre *C. Macrophyla* (Gimenez Montesinos, 1998)

<sup>6</sup> – Enxertado sobre *C. Volkameriana* (Gimenez Montesinos, 1998)