

# A análise foliar e a fertilização racional das culturas arbóreas e arbustivas

**A análise foliar reflete a capacidade da planta em utilizar os nutrientes colocados à sua disposição. O seu uso é essencial na fundamentação de uma fertilização racional, pelo que deve ser efetuada anualmente.**

Pedro Jordão, Fátima Calouro & M. Encarnação Marcelo . INIAV, I.P.



A maioria dos produtores agrícolas considera ser indispensável basear as suas fertilizações nos resultados da análise de terra, realizada, em condições normais, de quatro em quatro anos. No entanto, a realização da análise foliar com uma periodicidade anual é, pelo contrário, frequentemente posta em causa, mesmo no caso das culturas arbóreas e arbustivas. Acresce ainda que, frequentemente, a necessidade de determinar nas folhas todos os nutrientes relevantes para a cultura não é entendida pelos nossos produtores, provavelmente por desconhecem quer a sua importância quer a forma de tirar partido de tal informação.

Por outro lado, nestas culturas, a análise de terra não permite, por si só, obter informação suficiente para fundamentar uma fertilização adequada, uma vez que, geralmente, se desconhece o real volume de solo explorado pelas raízes e as alterações que a sua atividade provoca na disponibilidade dos nutrientes na zona radicular, acabando por criar condições no solo distintas das observadas na globalidade da parcela sujeita a amostragem. É assim necessário recorrer à **análise foliar**, pois a composição mineral das folhas **reflete** mais rapidamente as alterações da **disponibilidade dos nutrientes existentes no solo e a sua capacidade para alimentar as plantas**.

## A análise foliar

Para as plantas, são **nutrientes** os elementos químicos **indispensáveis** ao seu bom crescimento, desenvolvimento e produção, cada um deles desempenhando funções específicas para as quais não podem ser substituídos. Para além do hidrogénio (H), do carbono (C) e do oxigénio (O), são atualmente considerados nutrientes das plantas o azoto (N), o fósforo (P), o potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg), o enxofre (S), o ferro (Fe), o manganês (Mn), o zinco (Zn), o cobre (Cu), o boro (B), o molibdénio (Mo), o níquel (Ni), o sódio (Na) e o cloro (Cl), podendo outros ser benéficos para a sua nutrição, como por exemplo o cobalto (Co) e o silício (Si). Os

três primeiros são fornecidos às culturas pela água (H<sub>2</sub>O) e pelo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), não constituindo preocupação, na maior parte das situações, uma vez que não é necessária a sua aplicação.

Alguns dos referidos nutrientes apenas o são para um conjunto restrito de culturas, como sejam o cobalto e o silício e outros, como o sódio ou o molibdénio, por não constituírem normalmente problema (salvo se existir qualquer suspeita de poderem ser limitantes), não são usualmente determinados na análise foliar. O custo da análise seria mais elevado se envolvesse a determinação destes nutrientes, facto que é de ter em devida conta na solicitação das determinações a efetuar.

Na maior parte dos casos, recomenda-se que nas amostras de folhas se proceda à determinação de azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre e boro. Todavia, muitos se interrogam sobre a necessidade de tantas determinações propondo, em alternativa, apenas a análise do azoto, ou do azoto, do fósforo e do potássio (macronutrientes principais), ou então do azoto, do fósforo, do potássio, do cálcio, do magnésio e do enxofre (macronutrientes).

## Um exemplo concreto no caso do olival

Recentemente, verificou-se que um dado olival possuía árvores que manifestavam sintomas que alertavam para a possibilidade de ocorrência de distúrbios de natureza nutritiva. Procedeu-se, na época do repouso invernal, à colheita de duas amostras de folhas, uma em árvores que apresentavam os referidos sintomas e outra em árvores sem sintomas. Simultaneamente, colheu-se uma amostra de terra

**QUADRO 1 – TEORES FOLIARES DE N EM AMOSTRAS DE FOLHAS DE OLIVEIRAS COM SINTOMAS E DE OLIVEIRAS APARENTEMENTE SÃS, COLHIDAS NO REPOUSO INVERNAL**

Ref. <sup>a</sup> Amostra	%
	Azoto (N)
Com sintomas	1,4 I
Sem sintomas	1,9 S

I – Insuficiente; S – Suficiente

**QUADRO 2 – TEORES FOLIARES DE N, P E K EM AMOSTRAS DE FOLHAS DE OLIVEIRAS COM SINTOMAS E DE OLIVEIRAS APARENTEMENTE SÃS, COLHIDAS NO REPOUSO INVERNAL**

Ref. <sup>a</sup> Amostra	%		
	Azoto (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)
Com sintomas	1,4 I	0,12 S	0,67 S
Sem sintomas	1,9 S	0,14 S	0,71 S

I – Insuficiente; S – Suficiente

junto a cada grupo de árvores, constituindo-se, assim, duas amostras compostas de terra. As amostras foram analisadas.

Os resultados da análise foliar, com a determinação do azoto (N), são os que se apresentam no Quadro 1.

Com esta informação, o diagnóstico a efetuar apontaria para uma situação de carência de azoto e a necessidade de reforçar a fertilização azotada.

A determinação dos teores foliares dos macronutrientes principais (azoto, fósforo e potássio), que se apresentam no Quadro 2, não alteraria tal diagnóstico, confirmando a insuficiência de azoto e a adequação do fósforo e do potássio, o que levaria, numa primeira análise, à recomendação da aplicação de azoto para corrigir a carência observada. Com a determinação dos restantes macronutrientes, cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), que se apresentam no Quadro 3, o diagnóstico passaria a ser diferente.

**QUADRO 3 – TEORES FOLIARES DE N, P, K, Ca, Mg E S EM AMOSTRAS DE FOLHAS DE OLIVEIRAS COM SINTOMAS E DE OLIVEIRAS APARENTEMENTE SÃS, COLHIDAS NO REPOUSO INVERNAL**

Ref. <sup>a</sup> Amostra	%					
	Azoto (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)	Cálcio (Ca)	Magnésio (Mg)	Enxofre (S)
Com sintomas	1,4 I	0,12 S	0,67 S	0,84 I	0,09 I	0,11 I
Sem sintomas	1,9 S	0,14 S	0,71 S	1,7 S	0,13 S	0,15 S

I – Insuficiente; S – Suficiente

**QUADRO 4 – TEORES FOLIARES DE N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu E B EM AMOSTRAS DE FOLHAS DE OLIVEIRAS COM SINTOMAS E DE OLIVEIRAS APARENTEMENTE SÃS, COLHIDAS NO REPOUSO INVERNAL**

Ref. <sup>a</sup> Amostra	%						mg kg <sup>-1</sup>				
	Azoto (N)	Fósforo (P)	Potássio (K)	Cálcio (Ca)	Magnésio (Mg)	Enxofre (S)	Ferro (Fe)	Manganês (Mg)	Zinco (Zn)	Cobre (Cu)	Boro (B)
Com sintomas	1,4 I	0,12 S	0,67 S	0,84 I	0,09 I	0,11 I	56 S	23 S	12 S	10 S	5,3 I
Sem sintomas	1,9 S	0,14 S	0,71 S	1,7 S	0,13 S	0,15 S	81 S	35 S	13 S	16 S	15 S

I – Insuficiente; S – Suficiente

Este quadro revela que, para além do azoto, as árvores com sintomas manifestavam teores insuficientes em cálcio, magnésio e enxofre, sugerindo a necessidade de aplicação destes nutrientes.

Efetuada o conjunto de determinações usualmente recomendadas para a espécie, as anteriores e alguns micronutrientes (ferro, manganês, zinco, cobre e boro), os resultados obtidos são os que se apresentam no Quadro 4. Os resultados do Quadro 4 contribuem para um diagnóstico diferente do efetuado com base nos Quadros anteriores.

Assim, permite evidenciar que as oliveiras com sintomas apresentavam valores insuficientes em azoto, cálcio, magnésio, enxofre e boro, sendo particularmente baixo o deste último nutriente.

Procedeu-se, como é norma nestes casos, à colheita e posterior análise de amostras de terra junto às árvores que apresentavam sintomas e junto a árvores da mesma cultivar que não os manifestavam. Os resultados obtidos apresentam-se no Quadro 5.

Da observação do Quadro 5 constata-se que os dois grupos de árvores se encontram em zonas cujo solo possui textura idêntica (franco-argilosa). Verifica-se que o teor de matéria orgânica é baixo nas amostras referentes aos dois grupos de árvores, sendo mais elevado junto às árvores que não apresentam sintomas, enquanto o teor de boro é baixo junto às árvores com sintomas e normal junto das plantas sem sintomas. As plantas afetadas encontram-se numa zona de pH (H<sub>2</sub>O) neutro e as que não apresentam sintomas encontram-se numa zona cuja reação é pouco alcalina. Por sua vez, os teores de cálcio e de magnésio de troca são altos junto às plantas com e sem sintomas. Estes teores não explicam as diferenças observadas.

A ficha informativa, que deve acompanhar sempre as amostras de folhas para análise, encontrava-se insuficientemente preenchida. Refere que o olival é de sequeiro e, nas duas situações, a cultivar, tal como a idade das plantas e as práticas culturais efetuadas, eram as mesmas.

Como explicar então as diferenças observadas?

Note-se que as concentrações foliares de azoto, cálcio, magnésio, enxofre e boro dos dois

grupos de plantas conduzem a diagnósticos distintos sobre o seu estado nutricional. Os resultados obtidos não são fácil nem totalmente explicados pelos resultados da análise de terra. Todavia, os teores de boro nos dois grupos de plantas (variando quase do simples para o triplo nas folhas e do simples para o dobro nas amostras de terra) sublinham a importância que este micronutriente pode ter na manifestação das anomalias observadas. A insuficiência de boro pode, entre outros aspetos, afetar o crescimento das raízes, conduzindo à morte das suas extremidades. Estando o sistema radicular afetado, a absorção dos nutrientes é condicionada, em particular a do cálcio, que é absorvido através das raízes mais jovens.

Tenha-se ainda presente que, no nosso país, foi observado em olivais com insuficiência de boro uma relação direta entre a concentração deste nutriente nas folhas com as de magnésio, azoto, manganês e cálcio, isto é, quanto mais baixo fosse o teor de boro nas

**QUADRO 5 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS AMOSTRAS DE TERRA COLHIDAS JUNTO ÀS ÁRVORES COM SINTOMAS E SEM SINTOMAS**

		Com sintomas	Sem sintomas
Areia	%	45,8	47,8
Limo	%	25,9	24,9
Argila	%	27,3	27,3
Classificação textural		FG	FG
Calcário total	CaCO <sub>3</sub> %	0,19	2,09
Calcário ativo	CaCO <sub>3</sub> %	Vestígios	0,63
Matéria orgânica	%	1,05	1,50
Fósforo extraível	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg kg <sup>-1</sup>	28	80
Potássio extraível	K <sub>2</sub> O mg kg <sup>-1</sup>	185	200
pH (H <sub>2</sub> O)		7,1	8,0
Cálcio de troca	Ca cmol(+) kg <sup>-1</sup>	10,08	11,22
Magnésio de troca	Mg cmol(+) kg <sup>-1</sup>	4,29	4,22
Potássio de troca	K cmol(+) kg <sup>-1</sup>	0,34	0,55
Sódio de troca	Na cmol(+) kg <sup>-1</sup>	0,13	0,06
Acidez de troca	Cmol(+) kg <sup>-1</sup>	0,00	0,00
SBT	Cmol(+) kg <sup>-1</sup>	14,84	16,05
CTC	Cmol(+) kg <sup>-1</sup>	14,84	16,05
GSB	%	100,0	100,0
Ferro extraível	Fe mg kg <sup>-1</sup>	79	80
Manganês extraível	Mn mg kg <sup>-1</sup>	98	100
Zinco extraível	Zn mg kg <sup>-1</sup>	0,7	1,2
Cobre extraível	Cu mg kg <sup>-1</sup>	6,5	14
Boro extraível	B mg kg <sup>-1</sup>	0,26	0,65

FG – Franco-argiloso; SBT – soma das bases de troca;

CTC – capacidade de troca catiônica; GSB – grau de saturação em bases

folhas, colhidas no repouso invernal, mais reduzidos eram os dos nutrientes atrás mencionados. De igual modo, num ensaio em que se estudou o efeito da aplicação de boro ao solo sobre a composição mineral de folhas de oliveira (colhidas ao endurecimento do caroço), pôs-se de novo em evidência o efeito da sua aplicação sobre os teores foliares de boro, de magnésio e de cálcio, que aumentaram, reduzindo os de zinco.

## Diagnóstico e Recomendação

A informação disponível permitiu identificar, nas árvores afetadas, um baixo teor em boro (terra e folhas) que poderia justificar, pelo menos parcialmente, os baixos valores de azoto, cálcio, magnésio e enxofre nas folhas. Face à informação disponível, as recomendações ao olivicultor seriam, resumidamente, as seguintes:

1. Aplicar boro e azoto ao grupo de árvores que apresentavam a sintomatologia descrita;
2. Na época indicada (no repouso invernal ou ao endurecimento do caroço) proceder à colheita de novas amostras de folhas e efetuar a sua análise, com o objetivo de verificar o efeito das medidas preconizadas;
3. Solicitar que em consultas futuras a informação prestada, nomeadamente a inscrita na ficha informativa, fosse mais completa e precisa.

## Conclusões

Os resultados das análises efetuadas ao olival em apreciação permitem concluir que o diagnóstico do estado de nutrição deste tipo de culturas só é possível mediante a conjugação de um conjunto de fatores/informações que, examinadas no seu conjunto, permitem fundamentar as recomendações de carácter técnico a fornecer ao produtor com vista a ultrapassar o problema existente. Desta avaliação é posta em evidência a que resulta da interpretação dos resultados da análise foliar. A realização periódica da análise de amostras de terra e de folhas não deve ser encarada pelo produtor como um custo, mas como um investimento ou uma boa prática de gestão, que poderá não só permitir apreciáveis reduções de custos de produção, mas também potenciar a produtividade das culturas. 🌱

## Bibliografia:

- Dell, B. & Huang, L. 1997. Physiological response of plants to low boron. *Plant and Soil* 193: 103-120.
- Mengel, K., Kirkby, E., Kosegarten, H. & Appel, T. 2001. *Principles of plant nutrition*. 5th Ed. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London
- INIAP-LQARS, 2006. *Manual de fertilização das culturas*. Lisboa