

Aspectos gerais sobre a nutrição mineral da Pereira Rocha

Fátima Calouro *

1. Introdução

A pereira Rocha ocupa cerca de 75% da área de pereiral cultivada em Portugal (INE, 1993) assumindo particular importância na Região do Oeste, nos concelhos de Torres Vedras, Bombarral, Cadaval, Lourinhã, Óbidos, Caldas da Rainha e Alcobaça. Trata-se de uma variedade portuguesa que possui boas características pomológicas e de resistência ao transporte, bem como excelentes aptidões quer para o mercado interno, quer para a exportação.

A obtenção de produtividades anuais dos pomares dentro de valores capazes de satisfazerem as necessidades de mercado, apresentando, simultaneamente, elevados padrões de qualidade dos frutos, mesmo após longos períodos de conservação, obriga a um esforço conjugado no sentido da racionalização das técnicas de produção.

Entre estas inclui-se a manutenção de um estado de nutrição mineral do pomar equilibrado, dada a sua influência sobre o nível da produção e sobre a qualidade da mesma.

Ora, a fertilização racional de um pomar impõe que se conheça, à partida, o estado de nutrição actual das plantas que o compõem, constituindo a análise foliar a base de diagnóstico mais poderosa que, para o efeito, se encontra actualmente disponível (Lucena, 1997; Guardiola, 1998).

A utilização da análise foliar, como suporte ao diagnóstico do estado de nutrição das culturas, funda-

menta-se na relação que existe entre as concentrações totais dos nutrientes nas folhas, em fases específicas do desenvolvimento das plantas, e os níveis de produção ou de qualidade desta que atingem (Bould, 1972). No entanto, a interpretação dos resultados da análise foliar constitui a fase mais delicada de todo o processo de diagnóstico, concentrando-se neste aspecto a maioria dos esforços da actual investigação nesta área.

Pretende-se, assim, desenvolver sistemas de interpretação dos resultados da análise foliar que permitam identificar o nutriente, ou os nutrientes, que limitam a produção e/ou a sua qualidade (Benton-Jones Jr., 1993). Em todos os casos os resultados da análise foliar da amostra do pomar sujeito a diagnóstico são comparados com valores de referência, estabelecidos a partir de ensaios de campo ou de elevado número de pomares em observação durante determinado período de tempo.

No entanto, a composição mineral das folhas está sujeita à influência de factores de diferente natureza variando, nomeadamente, com a espécie e a cultivar, a idade e a posição da folha, a fertilização aplicada, as características do solo, as práticas culturais, o estado sanitário do pomar, o porta enxerto e as condições climáticas, entre outros (Marschner, 1995). Acresce, ainda, que se estabelecem interacções entre os próprios nutrientes ao nível da sua absorção e translocação na planta – definindo o equilíbrio nutricional da planta – o que torna bastante complexa a interpretação dos

resultados da análise foliar. Outros aspectos, como efeitos de diluição ou de concentração dos teores foliares, devidos quer ao normal crescimento e desenvolvimento das plantas, quer os induzidos por crescimentos anormais ou, pelo contrário, por paragens de crescimento devidos à ocorrência de factores aleatórios de natureza diversa podem, também, mascarar os resultados da análise foliar.

Tais limitações podem ser ultrapassadas, ainda que parcialmente, através da utilização de sistemas de diagnóstico dinâmicos que têm em consideração a fase do ciclo vegetativo da cultura e o equilíbrio entre as concentrações foliares dos diferentes nutrientes (Lucena, 1997). Deles são exemplo, nomeadamente, o sistema baseado no equilíbrio nutricional evolutivo (ENB), apresentado por Carpena e Carpena em 1982, o sistema integrado de diagnóstico e recomendação (DRIS) proposto por Beaufils (1973), desenvolvido por diversos autores como Walworth e Sumner (1987) e Beverly (1987) e, mais recentemente, o sistema compositivo de diagnóstico (CND), concebido por Parent e Dafir (1992).

Do que atrás foi sucintamente referido resulta que a utilização de valores de referência, mesmo que para a mesma espécie, obtidos em condições edafo-climáticas distintas daquelas em que se encontram os pomares sujeitos a diagnóstico, deve ser feita com reserva e tendo sempre presente o seu passado cultural e as condições actuais do pomar a que se refere a amostra de folhas analisada. Acresce, ainda, que a influência das condições climáticas prevaletentes em cada ciclo cultural, conjugadas com a ocorrência de acidentes meteorológicos por vezes inesperados, condiciona a nutrição e a produtividade dos pomares levando a que diversos autores, como Failla *et al.* (1993) defendam que tais valores de referência devam ser ajustados anualmente.

Pese embora o interesse económico da pêra Rocha no quadro da produção frutícola nacional, escassos eram os resultados experimentais publicados até há uma dezena de anos, particularmente no âmbito da fertilização racional e da avaliação do estado de nutrição dos pomares. São de referir, no entanto, os trabalhos desenvolvidos na Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade por Ferreira (1985) e Couto (1987).

Mas, dada a manifesta insuficiência dos estudos então realizados e tendo em conta, sobretudo, a modernização das técnicas de condução dos pomares e as actuais exigências comunitárias em matéria de normas de qualidade dos frutos e de aplicação controlada e racional de fertilizantes, iniciou-se, em 1992, a execução do Projecto de Investigação 185/92 do Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA) “Pêra Rocha: efeito das condições pedo-climáticas e nutricionais do pomar na qualidade e poder de conservação dos frutos submetidos a diferentes regimes de atmosfera controlada” levado a cabo por uma equipa constituída por elementos do Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (LQARS) e da Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade (ENFVN). Em sua continuação, encontra--se em curso o Projecto

nº 6034 do PAMAF “Estudo do efeito das condições pedo-climáticas, do estado de nutrição do pomar e das operações pós-colheita na qualidade e poder de conservação da pêra cultivar Rocha, em diferentes regimes de atmosfera controlada” integrando na sua equipa, para além de elementos das citadas instituições do INIA, outros da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica e do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior Técnico. Parte dos resultados obtidos no decurso da realização do primeiro projecto de investigação já se encontram publicados, apresentando-se no presente trabalho os que consideramos ser de interesse mais imediato no âmbito da nutrição mineral da pereira Rocha.

Entre os objectivos dos referidos projectos de investigação incluem-se alguns mais directamente relacionados com os aspectos da nutrição mineral da espécie e cultivar em questão, nomeadamente (Soveral-Dias *et al.*, 1991;1996):

- Estabelecer critérios de fertilização racional para os pomares de pereira Rocha, particularmente no caso do azoto.
- Estabelecer valores de referência para os teores foliares que permitam melhor interpretar os resultados da análise química das folhas e, assim, diagnosticar o estado de nutrição dos pomares.
- Definir épocas de amostragem de folhas que permitam efectuar o diagnóstico do estado de nutrição dos pomares em fases do ciclo vegetativo das plantas compatíveis com a aplicação de fertilizantes, sem prejuízo da qualidade e do poder de conservação dos frutos.
- Definir a época mais adequada de colheita de frutos e estabelecer critérios para a sua determinação, mediante a aplicação de métodos laboratoriais simples, bem como a composição mineral dos frutos que indicie melhores potencialidades de conservação em atmosfera controlada.

No âmbito do primeiro projecto de investigação referido foram instalados três ensaios de fertilização, em pomares tradicionais de pereira Rocha, contemplando diferentes níveis de aplicação de azoto (variando entre 0 e 240 g de N por árvore) na presença de boro (2,1 g de B por árvore) e na sua ausência. Estes ensaios, instalados em 1992, ainda se encontram em curso. Simultaneamente, foram seleccionados oito pomares tradicionais da mesma variedade, com idades distintas, instalados em diferentes condições pedo-climáticas e localizados nas zonas mais representativas da produção desta variedade de pêra. Nestes pomares, durante os anos de 1992 a 1995, foi efectuado um primeiro ciclo de observações que contemplaram, nomeadamente, amostragens foliares ao longo do ciclo vegetativo das plantas, controlo final da produção, avaliação de algumas características da sua qualidade intrínseca e da sua composição mineral à colheita.

Um segundo ciclo de observações decorre, no âmbito do já citado projecto de investigação PAMAF,

em oito novos pomares instalados em condições distintas de solo e clima e sujeitos a diferentes técnicas culturais, nomeadamente no que diz respeito à aplicação de fertilizantes, veiculados, na maioria dos casos, através da fertirrega.

2. Breve caracterização do estado de nutrição dos pomares tradicionais de pereira Rocha

O diagnóstico do estado de nutrição das plantas, bem como a sua correcção através da aplicação de quantidades adequadas de fertilizantes é, geralmente, efectuado com base nos resultados da análise foliar conjugados com o correspondente conhecimento do estado de fertilidade do solo.

Embora os resultados da análise de terra – que permitem conhecer o estado de fertilidade de determinado solo – sejam, por vezes, contraditórios com o comportamento observado nas plantas (Lucena, 1997; Calouro, 1997) são, de um modo geral, importantes do ponto de vista da informação que proporcionam sobre o tipo de problemas de carácter nutricional que são de esperar numa cultura instalada nesse solo. Assim, por exemplo, em solos calcários – que são relativamente frequentes no Oeste – são de esperar distúrbios nutricionais relacionados com a absorção do ferro, que originam a clorose férrica por vezes observada em pomares de pereira Rocha.

Deste modo, na avaliação do estado de nutrição das fruteiras, os resultados das análises de terra são sempre de considerar pois, para além de quantificarem os nutrientes disponíveis no solo, proporcionam informação sobre algumas das suas características que podem afectar a absorção radicular dos nutrientes. Quanto aos níveis de absorção efectivamente observados, apenas a análise dos tecidos vegetais, particularmente a análise foliar, pode fornecer tal informação.

Daí que, como norma, a análise de terra deva ser efectuada periodicamente ao longo da vida do pomar e se aconselhe a realização anual de uma análise foliar,

sendo mesmo obrigatória, segundo a legislação portuguesa, no caso de pomares em produção integrada (MADRP, 1997).

2.1. Estado de fertilidade dos solos

A caracterização geral do estado de fertilização dos solos da região do Oeste foi efectuada tendo por base os resultados da análise laboratorial de cerca de 10 500 amostras de terra, provenientes das antigas zonas agrárias de Torres Vedras e Caldas da Rainha, enviadas ao LQARS para análise, no período 1980 a 1988, tendo sido divulgada por Soveral-Dias *et al.*, em 1989.

De acordo com os supracitados autores verifica-se que cerca de 50% dos solos amostrados apresentam reacção alcalina e, no outro extremo, apenas 26% se podem considerar como solos ácidos.

Quanto aos teores de matéria orgânica, que exerce um efeito particularmente importante na dinâmica dos nutrientes no solo, especialmente do azoto, os números apresentados mostram que 92% dos solos analisados apresentam teores muito baixos e baixos, beneficiando com a sua aplicação.

Relativamente ao fósforo *assimilável*, a distribuição das amostras consideradas pelas diferentes classes de fertilidade (cerca de 50% nas classes muito baixo e baixo e cerca de 40% nas classes alto e muito alto) sugerem um enriquecimento progressivo dos solos cultivados através da aplicação de adubos minerais fosfatados. No entanto, e partindo do princípio que as amostras enviadas ao LQARS são provenientes de solos cultivados, cerca de 50% dos referidos solos poderiam, ainda, beneficiar com a aplicação de fósforo.

Já no caso do potássio *assimilável*, os resultados apresentados mostram que apenas uma fracção relativamente pequena das amostras de terra analisadas (9% e 19%, respectivamente nas zonas agrárias de Torres Vedras e Caldas da Rainha) são provenientes de solos com níveis baixos e muito baixos do nutriente, enquanto que as restantes se distribuem pelas restantes classes de fertilidade, sendo que mais de 50% apresentam níveis altos e muito altos.

De salientar que os pomares sujeitos a observação no âmbito do Projecto de Investigação 185/92, do INIA, se encontram instalados em solos característicos

Classes de fertilidade	Frequência relativa (%)							
	Fósforo assimilável		Potássio assimilável		Cálcio		Magnésio	
	² 0 - 20	² 20 - 50	² 0 - 20	² 20 - 50	² 0 - 20	² 20 - 50	² 0 - 20	² 20 - 50
Muito baixo	51	1	1	0	0	0	0	0
Baixo	0	13	2	0	0	12	19	19
Médio	4	32	6	14	56	35	57	50
Alto	15	22	33	65	42	50	11	10
Muito alto	30	32	58	21	2	3	13	21

Nº obs.: ¹ 276; ¹ As classes de fertilidade do solo relativas ao fósforo e potássio assimiláveis são as que se encontram em uso no LQARS e, as relativas ao cálcio e magnésio, são as referidas por Sillanpää (1990); ² Profundidade da camada de solo em cm. Fonte: Calouro, (1997)

Tabela 1. Distribuição de frequências relativas por classes de fertilidade¹ dos valores de alguns parâmetros dos solos onde se encontram instalados os pomares de pereira Rocha sujeitos a observação no âmbito da execução do Projecto 185/92

da região, apresentando, de um modo geral, reacção neutra a pouco alcalina, com baixos níveis de matéria orgânica, teores predominantemente altos e muito altos de fósforo e potássio *assimiláveis* e médios a altos e muito altos de cálcio e de magnésio (Calouro, 1997). A tabela 1 mostra a distribuição de frequências relativas dos valores de alguns parâmetros desses solos.

2.2. Estado de nutrição dos pomares com base nos resultados da análise foliar

A caracterização do estado de nutrição dos pomares tradicionais de pereira Rocha foi efectuada com base nas concentrações dos nutrientes observadas em folhas do terço médio dos lançamentos

do ano, colhidas na época usual – fase de relativa estabilidade dos teores foliares – que, na pereira Rocha, se considera coincidir com o período de tempo que decorre entre fins de Junho e meados de Julho (aproximadamente entre os 100 a 110 DAPF). Os resultados que se apresentam foram, anteriormente, divulgados por Calouro (1997).

Com base nos intervalos de variação considerada normal por Couto (1987) para o mesmo tipo de folha e época de amostragem e na observação da Figura 1, verifica-se que o azoto, o fósforo e o potássio são os macronutrientes que, por deficiência, se poderão manifestar como factores limitantes da produção em elevado número de árvores controladas. Pelo contrário, os teores de cálcio e de magnésio, excessivos na maioria dos casos, podem conduzir a desequilíbrios

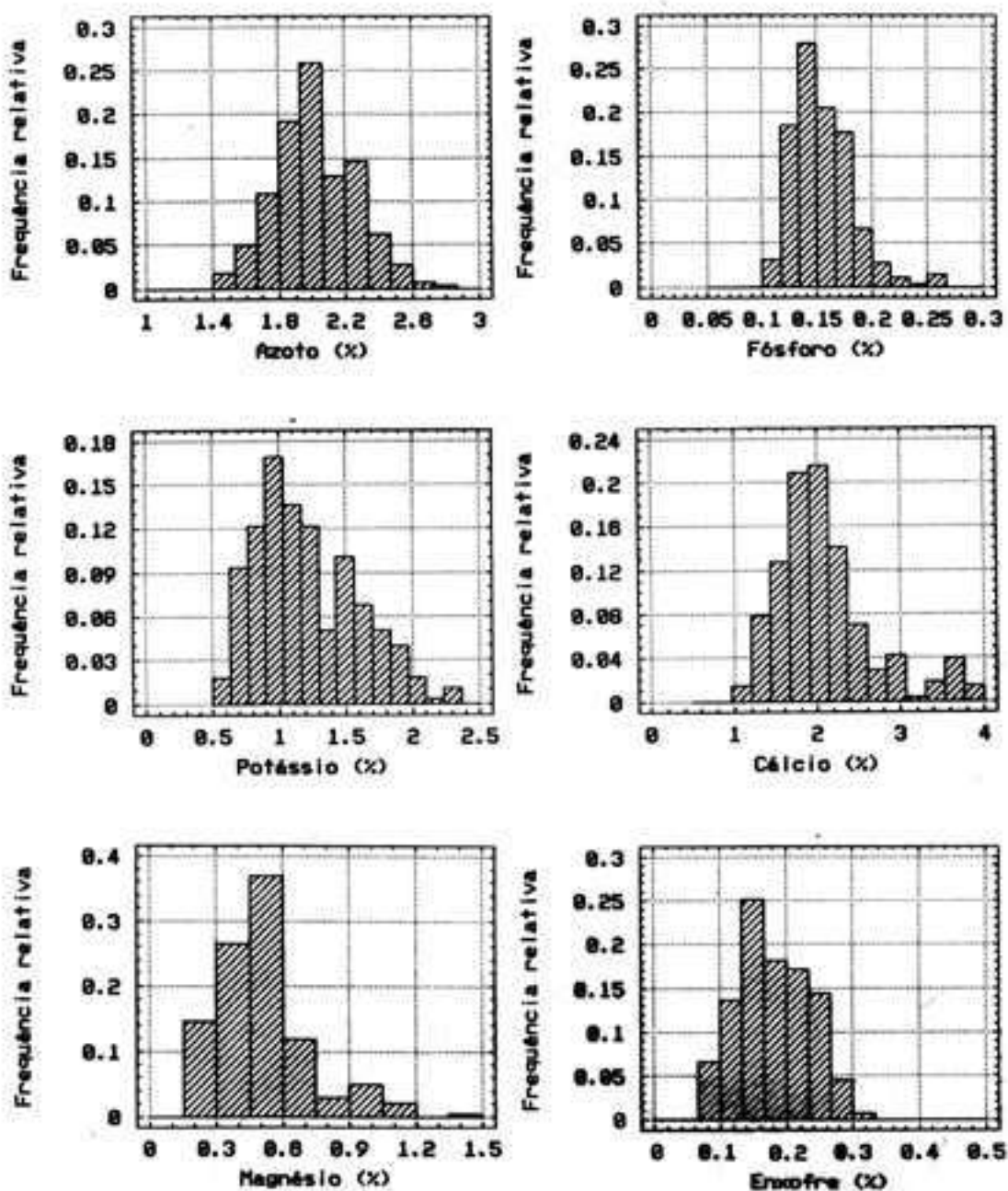


Figura 1. Distribuição relativa por classes de frequência das concentrações foliares de macronutrientes observadas em folhas do terço médio dos lançamentos do ano colhidas na época usual de amostragem (nº obs.: 276) (Calouro, 1997)

nutricionais, sobretudo em relação ao potássio, capazes de interferir negativamente na produtividade das árvores como, aliás, decorre da observação da Figura 2 que mostra a distribuição de frequências relativas dos valores da relação K/Mg, observados no mesmo tipo de folha e na mesma época de amostragem em árvores com níveis de produção distintos.

Dada a sua importância nos aspectos relacionados com a conservação dos frutos em câmara frigorífica, é de salientar, igualmente, que 20 e 25% das árvores controladas apresentavam, respectivamente, teores foliares excessivos em potássio e em azoto.

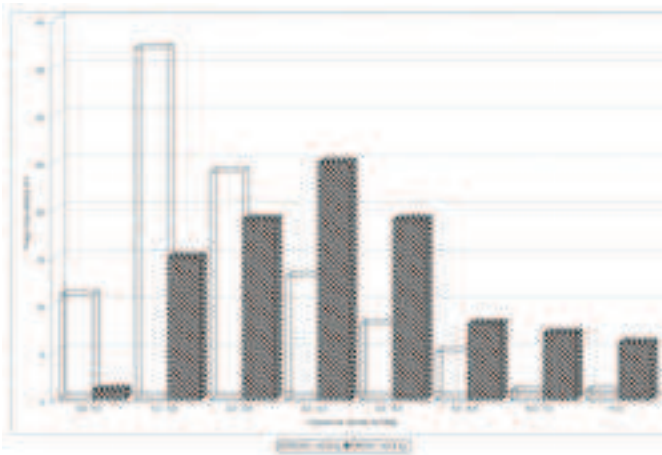


Figura 2. Distribuição de frequências relativas dos valores da relação K/Mg observados em folhas do terço médio do lançamento do ano, colhidas aos 100 – 110 DAPF em pereiras Rocha, com níveis de produção distintos (Calouro, 1997)

Os baixos níveis das concentrações foliares de potássio e o seu papel limitante das produções são confirmados pelas características das mesmas: de um modo geral relativamente baixas em valor absoluto e de frutos pequenos em elevada percentagem (*cf.* Tabela 2).

No entanto, tal deficiência não seria de esperar, dada a elevada percentagem de solos com níveis altos e muito altos em potássio assimilável. Porém, deve-se ter em conta que estamos em presença de pomares não regados, ou sujeitos a métodos tradicionais de rega, que não garantem a manutenção de um estado de humidade do solo constante verificando-se, antes, situações de carência hídrica no solo em alternância com situações de excesso. Estão, assim, criadas condições de absorção preferencial do cálcio e do magnésio, em detrimento do potássio, podendo conduzir às situações de desequilíbrio mencionadas.

No caso do azoto, as situações de insuficiência observadas parecem em aparente contradição com os níveis de fertilização azotada praticados que, de um modo geral, são relativamente elevados. A baixa eficiência de tais fertilizações poderá ficar a dever-se, entre outros, à falta de água no solo, sobretudo nas camadas mais superficiais, afectando a distribuição das raízes mais activas e, conseqüentemente, a absorção do nutriente cuja aplicação é, geralmente, efectuada à superfície.

A prática de técnicas culturais favoráveis à manutenção da humidade nas camadas superficiais do solo poderá, em boa parte, melhorar a eficiência da absorção do azoto e do potássio permitindo, mesmo, a diminuição dos níveis de adubação praticados.

Um outro aspecto que se verificou a partir dos resultados obtidos diz respeito às eventualmente baixas concentrações foliares de ferro que se observaram de forma generalizada, podendo indiciar situações de carência latente do nutriente. Tal facto não será de estranhar se se tiver em consideração que grande parte dos solos da região do Oeste apresentam reacção alcalina, com elevados teores de cálcio de troca e, por vezes, presença de calcário activo. Tais características induzem má nutrição de ferro, por deficiência, nomeadamente na pereira. Acresce, ainda, que a água de rega é, nesta região, rica em bicarbonatos o que, nos pomares regados, contribui para o agravamento da situação. A acrescentar a este conjunto de condições favoráveis à ocorrência da designada *clorose fêrrica* o porta-enxerto utilizado na maioria dos pomares tradicionais de pereira Rocha (EMA) é, ele próprio, bastante sensível à *clorose fêrrica*.

3. Características da produção

As características da produção dos pomares tradicionais de pereira Rocha são apresentadas na Tabela 2. Os resultados nela presentes dizem respeito a oito pomares em plena produção, situados nos concelhos de Torres Vedras (sete) e Alcobaça (um), com idades compreendidas entre os 8 e os 25 anos à data do início das observações, tendo sido obtidos durante os anos de 1992 a 1995. O número de árvores por ha varia entre os 740 e os 1905 pés (Projecto 185/92 do INIA, resultados não publicados).

A observação do referida Tabela permite constatar que, em média, tais pomares são constituídos por árvores cuja produção total não atinge os 35 kg (aproximadamente 35 t/ha se se considerar uma densidade de plantação de 1000 plantas/ha). Tal valor é um pouco superior nos pomares regados não atingindo, porém, as 40 t/ha se se considerar a mesma densidade de plantação.

Já no caso da designada produção comercializável (integrando frutos de calibre equatorial entre os 55 e os 75 mm) a diferença entre pomares regados e não regados é mais sensível, pese embora o diferente número de observações efectuadas nos dois tipos de pomar (Tabela 2 e Figura 3): Assim, nos pomares regados, a produção média de frutos comercializáveis situa-se nos 30 kg por árvore, enquanto que, nos não regados, é de 23 kg por árvore.

A observação da Figura 3 mostra, ainda, que a pêra Rocha apresenta com maior frequência calibres entre os 55 e os 65 mm e que a rega tradicional introduz uma ligeira distorção na distribuição das produções por classes de calibre, elevando-as.

Tabela 2. Caracterização geral da produção de pomares tradicionais de pereira Rocha

Tipo de pomar	Nº obs.	Distribuição da produção por classes de calibre (mm)										Produção
		média		<45	45-	50-	55-	60-	65-	70-	>75	
		Total	Com									
Regado	kg/árv.	0,4	1,0	4,0	8,4	11,3	6,9	3,6	1,1	37	30	
	NF/árv.	7	15	46	77	86	43	19	5	297	225	
Não regado	kg/árv.	0,6	2,2	5,0	7,8	8,9	4,3	1,7	0,3	31	23	
	NF/árv.	11	32	55	67	63	25	9	1	264	164	

NF – número de frutos; Com - produção comercializável. Fonte: Projecto 185/92 do INIA (resultados não publicados)

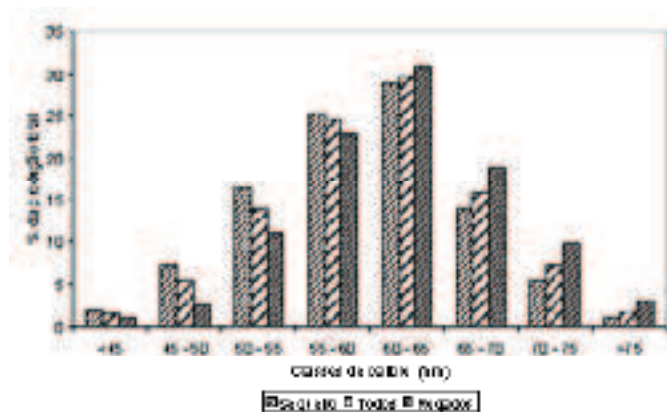


Figura 3. Distribuição percentual da produção de pêra Rocha por classes de calibre (Projecto 185/92 do INIA, resultados não publicados)

4. Análise foliar em pereira Rocha

Embora o interesse da análise foliar, como suporte ao diagnóstico do estado de nutrição das culturas arbóreas e arbustivas, seja amplamente reconhecido há mais de meio século, a sua divulgação entre os fruticultores é reduzida, sendo escasso o número daqueles que, entre nós, a ela recorrem com regularidade como meio de controlo do estado de nutrição dos seus pomares. De facto, e no caso concreto da pereira Rocha, o registo de amostras de folhas entradas no LQARS para análise nos últimos sete anos (1992 a 1998), provenientes do sector produtivo, mostra valores extremamente reduzidos, que não ultrapassam as 40 amostras em 1996, com algumas flutuações anuais (Figura 4). No conjunto das amostras analisadas no LQARS durante o período referido, a pereira Rocha representa menos de 16 % do total de amostras de pomóideas e prunóideas (LQARS, comunicação pessoal).

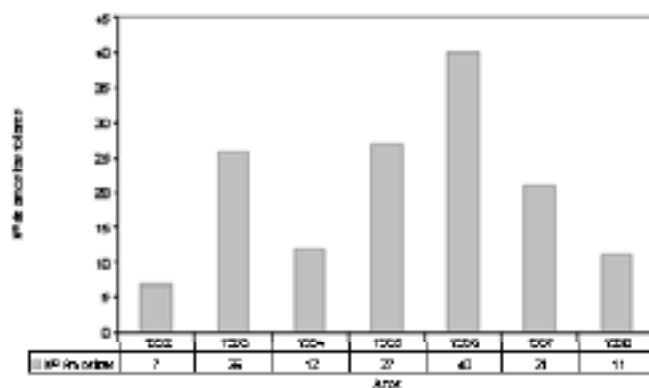


Figura 4. Evolução do número de amostras de folhas de pereira Rocha enviadas ao LQARS para análise no período 1989 a 1998.

5. Factores que influenciam a composição foliar da pereira Rocha. Alguns estudos efectuados

5.1 Tipo de folha

Na avaliação do estado de nutrição das espécies fruteiras seleccionam-se, de um modo geral, as folhas adultas do terço médio dos lançamentos do ano (Westwood, 1982, Martin-Prével *et al.* 1984) com as quais se constituem amostras representativas das árvores que compõem o pomar.

No caso da pereira Rocha, por razões genéticas, condições climáticas ou práticas culturais, é frequente observar-se reduzido número de lançamentos do ano, o que dificulta ou inviabiliza o recurso à análise foliar como suporte ao diagnóstico do estado de nutrição do pomar, por ausência de folhas adequadas.

Com o objectivo de testar a possibilidade de utilizar como alternativa amostras de folhas de esporão desprovido de fruto, foi efectuado um estudo em sete pomares de pereira Rocha, da região do Oeste, nos anos agrícolas de 1992/93 e 1994/95. Em cada uma de 15 árvores, seleccionadas ao acaso em cada pomar, foram colhidas amostras de folhas de esporão desprovido de fruto, aos 100 – 110 DAPF (finais de Junho a meados de Julho), tendo sido igualmente controladas, de forma individualizada, as produções. Em cada tipo de folha foram determinadas as concentrações de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu e B. Os resultados obtidos, publicados por Duarte *et al.* (1998), mostram que, de um modo geral, as concentrações foliares correspondentes aos dois tipos de folha se encontram correlacionadas entre si de forma significativa ($p \leq 0,001$), embora os coeficientes de correlação relativos aos teores de cálcio, fósforo, ferro e cobre sejam relativamente baixos,

de um modo geral inferiores a 0,60 (Tabela 3). Tal poderá estar relacionado com a maior estabilidade das concentrações foliares destes nutrientes nas folhas de esporão, à época da amostragem foliar.

Tabela 3. Coeficientes de correlação linear simples entre a composição mineral de folhas do terço médio dos lançamentos do ano e de esporão desprovido de fruto, colhidas aos 100 – 110 DAPF em pomares tradicionais de pereira Rocha

Macronutrientes	Nº obs.	Coeficientes de correlação	Micronutrientes	Nº obs.	Coeficientes de correlação
Azoto	192	0,626 ***	Ferro	192	0,560 ***
Fósforo	177	0,524 ***	Manganês	192	0,903 ***
Potássio	192	0,754 ***	Zinco	192	0,833 ***
Cálcio	192	0,472 ***	Cobre	192	0,594 ***
Magnésio	192	0,848 ***	Boro	192	0,702 ***

*** - $p \leq 0,001$; (Duarte *et al.*, 1998)

De acordo com Duarte *et al.* (1998) os resultados confirmam a hipótese inicial, sugerindo que as folhas de esporão desprovido de fruto podem ser utilizadas em análise foliar, com o objectivo de servir de suporte ao diagnóstico do estado de nutrição da cultura.

5.2 Fertilização azotada e de boro

Os resultados de um dos ensaios de fertilização efectuados, de que se apresentam os resultados preliminares obtidos por Jordão *et al.* (1997), sugerem que o efeito da fertilização azotada sobre a composição mineral das folhas do terço médio dos lançamentos do ano, colhidas aos 105 - 110 DAPF, não se manifesta imediatamente, sendo necessários alguns anos de aplicações anuais sucessivas, em pomares já instalados, para que tal efeito se manifeste, com excepção do azoto. Neste caso, a influência da fertilização azotada, efectuada no final do Inverno, mostrou-se independente da aplicação de boro ao solo, não se registando diferenças significativas entre as respostas observadas à aplicação de azoto com e sem boro.

Verificou-se um aumento dos teores foliares de azoto com a aplicação de doses crescentes do nutriente, embora se tenha observado uma estabilização da resposta a partir da aplicação de menos de 60 g de N por árvore. Os níveis foliares observados mantiveram-se, em todos os tratamentos experimentais, dentro da gama de valores considerados normais para a cultivar por Couto (1987) e Calouro (1997).

Relativamente ao fósforo, não foi encontrada qualquer relação de dependência significativa entre as suas concentrações foliares e a aplicação de níveis crescentes de azoto ao solo, enquanto que, no caso do potássio, a fertilização azotada induziu um decréscimo, embora não significativo ($p > 0,05$), dos seus teores foliares que, de acordo com Couto (1987) se encontravam um pouco elevados, principalmente no terceiro ano experimental.

Quanto aos teores foliares de cálcio, e em coincidência com resultados obtidos por diversos autores citados por Marschner (1995), a aplicação de níveis crescentes de azoto ao solo conduziu a um decréscimo dos seus valores,

em estreita relação com o efeito de diluição induzido, simultaneamente, pelo aumento das concentrações foliares de azoto. Apesar da aplicação de boro, os teores foliares de cálcio mantiveram-se bastante baixos (por comparação com os valores de referência propostos por Couto, 1987), o que poderá ficar a dever-se a algumas características do solo, nomeadamente por se tratar de um solo ácido, relativamente pouco saturado em bases e com baixo nível de cálcio de troca.

No caso das concentrações foliares de magnésio, a resposta à aplicação de níveis crescentes de azoto não se mostrou significativa ($p > 0,05$). No entanto, na presença de boro e no segundo ano experimental, o esperado efeito de diluição do azoto não foi observado, antes se tendo verificado um aumento das concentrações foliares do nutriente a partir da aplicação de 120 g de azoto por árvore. No ano seguinte, os resultados experimentais sugerem que a ausência de boro poderá induzir um efeito depressivo dos teores foliares de magnésio, para níveis de aplicação de azoto superiores a 120 g N por árvore. De um modo geral os níveis foliares de magnésio mantiveram-se dentro dos valores considerados normais por Couto (1987) para a cultivar, com excepção do primeiro ano experimental em que se mostraram excessivos, revelando uma acentuada situação de desequilíbrio em relação aos de cálcio. De um modo geral a aplicação de níveis crescentes de azoto ao solo induziram um decréscimo dos teores foliares de boro, particularmente na ausência de aplicação deste nutriente. A sua aplicação mostra um efeito de acumulação do nutriente no solo capaz de, a partir do terceiro ano experimental, contrariar o efeito de diluição devido à aplicação dos níveis mais elevados de azoto (a partir de 120 g N por árvore)

Como conclusões preliminares, Jordão *et al.* (1997) sugerem que a aplicação de 60 g de azoto por árvore parece ser suficiente para manter os níveis foliares do nutriente dentro da gama de valores considerados normais para a cultivar. Por outro lado, a aplicação ao solo de níveis de azoto superiores a 120 g por árvore poderá, eventualmente, provocar desequilíbrios de carácter nutricional, envolvendo os restantes macronutrientes principais e o boro.

6. Diagnóstico do estado de nutrição dos pomares de pereira Rocha

6.1 Diagnóstico precoce

Um dos principais factores limitantes ao uso da análise foliar com o objectivo de efectuar o diagnóstico do estado de nutrição das culturas arbóreas e arbustivas, com o objectivo de efectuar recomendações de fertilização, é a época de colheita das folhas, de um modo geral limitada no tempo e tardia em relação à possibilidade de intervenção, no sentido de corrigir eventuais distúrbios nutricionais, ainda no próprio ano agrícola.

De facto, as amostras foliares são colhidas numa fase tardia do ciclo vegetativo, em que se verifica a mínima variação, ou mesmo uma estabilização, das concentrações dos nutrientes minerais nas folhas (Bould, 1966). Nesta época, que na pereira Rocha coincide aproximadamente com os 100 – 110 DAPF (finais de Junho a meados de Julho, em anos normais) a correcção de distúrbios nutricionais do pomar é geralmente tardia, dado o facto de os frutos estarem formados, em plena fase de engrossamento e já se ter verificado a diferenciação floral para o ano seguinte. Os resultados da análise foliar efectuada nestas condições podem, então, ser utilizados como fundamento da fertilização mineral a efectuar no ano seguinte. No entanto, devido às flutuações anuais dos factores que afectam as condições de nutrição, como as condições climáticas, a produção observada e as reservas acumuladas nas zonas lenhosas, os resultados da análise foliar efectuada no ano anterior podem apresentar interesse limitado no ano seguinte (Bläsing et al., 1990). Deste modo, e tendo presente a variação das concentrações foliares ao longo do ciclo vegetativo das culturas arbóreas e arbustivas, foi estudada a hipótese de antecipar a época de colheita de amostragem das folhas (do terço médio dos lançamentos do ano e de esporão desprovido de fruto) estabelecendo, simultaneamente, os valores de referência para os macronutrientes principais, com o objectivo de efectuar o diagnóstico precoce do estado de nutrição dos pomares de pereira Rocha, permitindo a prevenção atempada de distúrbios nutricionais com reflexos negativos na produção do ano e na sua qualidade (Calouro *et al.*, 1998).

Os resultados obtidos sugerem que parece ser possível efectuar o diagnóstico precoce do estado de nutrição mineral da pereira Rocha aos 50 – 60 DAPF, para o caso do azoto, do fósforo e do magnésio, amostrando folhas do terço médio dos lançamentos do ano ou do esporão desprovido de fruto; no caso do potássio, os resultados indiciam que a folha indicada, nesta época, é a folha do terço médio do lançamento do ano. Em continuação do estudo já efectuado, encontram-se em curso novas observações com o objectivo de confirmar a hipótese de uma antecipação de cerca de 10 dias em relação á já estabelecida.

6.2 Valores de referência para interpretação dos resultados da análise foliar

Nas tabelas 4, 5 e 6 apresentam-se alguns intervalos de valores de referência que podem ser utilizados na interpretação dos resultados da análise foliar para efeito de diagnóstico do estado de nutrição dos pomares de pereira Rocha. Assim, a tabela 4 mostra os valores de referência para alguns macronutrientes a serem utilizados em casos de diagnóstico precoce, aos 50 – 60 DAPF.

As tabelas 5 e 6 referem os valores de referência para a época usual de colheita de folhas para análise foliar (100 - 110 DAPF).

De referir que tais valores de referência foram obtidos a partir de um banco de dados formado a partir de observações efectuadas em pomares tradicionais de pereira Rocha e que deverão ser preferencialmente utilizados no diagnóstico do estado de nutrição de pomares deste tipo, conjugados com as condições actuais do pomar, das quais destacamos o nível de produção alcançado no ano anterior.

Tabela 4. Valores de referência para o diagnóstico do estado de nutrição da pereira Rocha, aos 50 – 60 DAPF

Tipo de folha	Concentrações foliares (%)				
	Fósforo (P)	Potássio (K)	Cálcio (Ca)	Magnésio (Mg)	(N)
Terço médio do lançamento do ano	1,12 ; 1,28	- ; -	0,25 ; 0,28	2,08 ; 2,19	2,25 ; 2,36
Esporão desprovido de fruto	- ; -	- ; -	0,27 ; 0,32		

(Calouro *et al.*, 1998)

Tabela 5. Valores de referência para as concentrações de macro e de micronutrientes em folhas do terço médio do lançamento do ano, colhidas aos 100 – 110 DAPF na pereira Rocha

Macronutrientes	Intervalos de referência (%)	Micronutrientes	Intervalos de referência (mg kg ⁻¹)
Azoto(N)	2,11 ; 2,21	Ferro(Fe)	58 ; 68
Fósforo(P)	0,15 ; 0,17	Manganês(Mn)	- ; -
Potássio(K)	1,22 ; 1,41	Zinco(Zn)	- ; -
Cálcio(Ca)	1,74 ; 1,92	Cobre(Cu)	11 ; 12
Magnésio(Mg)	0,36 ; 0,41	Boro(B)	29 ; 32
Enxofre(S)	0,18 ; 0,20	-	-

(Calouro, 1997)

Tabela 6. Valores de referência para as concentrações de macro e de micronutrientes em folhas de esporão desprovido de fruto, colhidas aos 100 – 110 DAPF na pereira Rocha

Macronutrientes	Intervalos de referência (%)	Micronutrientes	Intervalos de referência (mg kg ⁻¹)
Azoto (N)	1,96 ; 2,10	Ferro (Fe)	67 ; 76
Fósforo (P)	0,15 ; 0,17	Manganês (Mn)	- ; -
Potássio (K)	1,36 ; 1,66	Zinco (Zn)	- ; -
Cálcio (Ca)	2,42 ; 2,72	Cobre (Cu)	14 ; 17
Magnésio (Mg)	0,44 ; 0,52	Boro (B)	26 ; 30
Enxofre (S)	0,27 ; 0,32	-	-

(Duarte *et al.*, 1998)

7. Referências bibliográficas

BEAUFILS, E.R. 1973 Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS): A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from

- research in plant nutrition. Bull. Soil Sci. 1, Univ. Natal.
- BENTON-JONES Jr., J 1993 Modern interpretation systems for soil and plant analysis in the United States of America. Aust. J. Exp. Agric. 33, p.1039-1043.
- BEVERLY, R.B. 1987 Modified DRIS method for simplified nutrient diagnosis of "valencia" oranges. J. Plant Nutr. 10(9-16), p.1401-1408.
- BLÄSSING, D., ATKINSON, D., CLAYTON, K. 1990 The contribution of roots and reserves to tree nutrient demands: Implication for the interpretation of analytical data. Acta Horticulturae 274, p.51-69.
- BOULD, C. 1966 Leaf analysis of deciduous fruits. In: Temperate to Tropical Fruit Nutrition: Ed. N.F. Childers, p.651-684. N. Jersey Horticultural Publications, Rutgers University. N.Jersey.
- BOULD, C. 1972 The mineral nutrition of plants: Part II. Diagnostic methods, soil-plant nutrient relationships and control measures. J. Royal Hort. Soc. XCVII(5-6), p.252-261.
- CALOURO, F. 1997 Estudo comparativo da aplicação de alguns métodos de diagnóstico do estado de nutrição das plantas cultivadas. Caso da pereira (*Pyrus communis* L.) cultivar Rocha. Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Ciências Agronómicas. Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. UTL, 206p.
- CALOURO, F., DUARTE, F., JORDÃO, P.V., VICENTE, A., SOVERAL - DIAS, J.C. 1996 A DRIS application to the portuguese pear tree Rocha. In: IXth International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Ed. P. Martin-Prével e J. Baier. AIONP, p. 591-597. Prague.
- CALOURO, F., DUARTE, F., JORDÃO, P.V. 1998 Early diagnosis of the nutritional status of *Pyrus communis* based on leaf-analysis. In: Actas del VII Simposio Nacional – III Iberico sobre Nutrición Mineral de las Plantas. Ed. Univ. Autónoma de Madrid, p.209-216. Madrid.
- CARPENA-ARTÉS, O., CARPENA-RUIZ. 1982 Balance nutriente evolutivo: Aplicaciones. Ann. Edafol. y Agrobiol. 41(7-8), p.1355-1371.
- COUTO, A.A. 1987 Análise foliar em pomóideas. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação, INIA, ENFVN, 36p.
- DUARTE, L., JORDÃO, P.V., CALOURO, F. 1998 Mineral composition of spur leaves as a diagnosis basis of the nutritional status of *Pyrus communis*. In: Actas del VII Simposio Nacional – III Iberico sobre Nutrición Mineral de las Plantas. Ed. Univ. Autónoma de Madrid, p.155-160. Madrid.
- FAILLA, O., STRINGARI, G., PORRO, D., Scienza, A. 1993 Determination of leaf standards for apple trees and grapevines in northern Italy. In: Optimization of Plant Nutrition. Ed. M.A.C. Frago e M.L. Beusichem. Kluwer Academic Publishers, p.37-41. Dordrecht.
- FERREIRA, J.T. 1985 Fertilização de fruteiras: Pomóideas e Prunóideas. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. INIA, ENFVN, 33p.
- GUARDIOLA, J. 1998 Nutrición mineral y producción agrícola. Frutificación y utilización de nutrientes. In: Actas del VII Simposio Nacional – III Iberico sobre Nutrición Mineral de las Plantas. Ed. Univ. Autónoma de Madrid, p.LXXV - LXXXVI. Madrid.
- INE 1993 Portugal Agrícola. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa, 258 p.
- JORDÃO, P.V., SOVERAL-DIAS, J.C., DUARTE, L., CALOURO, F., VICENTE, A. 1997 Influence of nitrogen on the leaf mineral composition of pear trees (cv. Rocha). In: IXth International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Ed. P. Martin-Prével e J. Baier. AIONP, p. 96-102. Prague.
- LUCENA, J.J. 1997 Methods of diagnosis of mineral nutrition of plants: A critical review. In: Mineral Nutrition and Fertilizer Use for Deciduous Fruit Crop. Acta Horticulturae. ISHS, p.179-192.
- MADRP 1997 Produção Integrada de Pomóideas: Planos de fertilização e práticas culturais. MADRP, Direcção Geral do Desenvolvimento Rural / Direcção Geral de Protecção das Culturas. Ed. DGPC. Lisboa, 60p.
- MARTIN-PRÉVEL, P., GAGNARD, J., GAUTIER, P. 1984 L'Analyse Végétale dans le Contrôle et l'Alimentation des Plantes Tempérées et Tropicales. Ed. P. Martin-Prével, J.Gagnard et P. Gautier. Technique et Documentation, Lavoisier. Paris. 650p.
- MARSCHNER, H. 1995 Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Plant Nutrition, Univ. of Hohenheim. Academic Press, N.York. 889 p.
- PARENT, L.E., DAFIR, M. 1992 A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(2), p.239-242.
- SOVERAL-DIAS, J.C., FERNANDES, R., SANTOS, A.D., GONÇALVES, M.S. 1989 Estado geral da fertilidade dos solos da Beira Litoral, Beira Interior, Ribatejo e Oeste e Alentejo. In: Actas do I Encontro sobre Fertilidade do Solo e Fertilização. Ed. A.S.V. Costa e C.M. Ramos. INIA. LQARS, p. 1-13. Lisboa
- SOVERAL-DIAS, J.C. et al. 1991 Pêra Rocha: efeito das condições pedo-climáticas e nutricionais do pomar na qualidade e poder de conservação dos frutos submetidos a diferentes regimes de atmosfera controlada. Projecto de Investigação 185/92, INIA, MADRP.
- SOVERAL-DIAS, J.C. et al. 1996 Estudo do efeito das condições pedo-climáticas, do estado de nutrição do pomar e das operações pós-colheita na qualidade e poder de conservação da pêra cultivar Rocha, em diferentes regimes de atmosfera controlada. Projecto de Investigação nº 6034 do PAMAF, INIA, MADRP.
- WALWORTH, J.L., SUMNER, M.E. 1987 The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Adv. Soil Sci. 6, p.149-188.
- WESTWOOD, N.H. 1982 Fruticultura de Zonas Templadas. Ed. Mundi – Prensa. Madrid. 461p.

1 Palestra proferida no âmbito das "Jornadas de Fruticultura 1999 – Dia da Pêra Rocha", em 26 de Maio de 1999, Escola Superior Agrária de Castelo Branco

* INIA – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Apartado 3228 1301-903 Lisboa
E-mail: lqars.informatica@mail.telepac.pt