

O estado de nutrição das pomóideas, a ocorrência de pragas, doenças, fisiopatias e a composição mineral dos frutos

O estado nutricional das fruteiras influencia a sua sensibilidade a pragas, doenças, distúrbios fisiológicos, bem como a composição mineral dos frutos e a sua capacidade de conservação. Tal composição varia em função do calibre, razão pela qual a amostragem dos frutos para prever a sua capacidade de conservação deve incidir sobre os calibres dominantes.

Pedro Jordão . INIAV, I.P.



Um dos aspetos que os fruticultores procuram para valorizar a sua produção é a obtenção de frutos de calibres elevados. Estes dependem não só das características genéticas das cultivares, mas também de algumas práticas culturais como a fertilização, a rega ou a monda de frutos. Por outro lado, para garantir que o consumidor tem à sua disposição frutos num período tão longo quanto possível, existe a preocupação em os conservar de forma a serem disponibilizados para além do período usual de colheita. Todavia, para que tal aconteça, é necessário que os frutos tenham qualidade quer à colheita, durante o período de conservação, quer após esta. Por sua vez, a qualidade da produção depende de vários fatores, de entre os quais salientamos a sua composição mineral e respetivo equilíbrio. A informação apresentada, obtida em bibliografia nacional e estrangeira, reflete as condições particulares em que os autores trabalharam, como sejam a espécie, cultivar, estado de nutrição da cultura, quantidade, forma e época de aplicação dos nutrientes, etc. Desta forma, não é estranho que, no caso do pomar dos nossos fruticultores, possam não ocorrer todos os aspetos relatados.

Por outro lado, não se pode deixar de registar a frequente ausência, nos estudos efetuados, de aspetos como a de interações entre nutrientes, que podem ser complexas. Nestas situações, a aplicação de um nutriente afeta a absorção e a utilização de outros, podendo tais processos ocorrer quer ao nível da raiz, quer no interior da planta, podendo induzir situações de deficiência, toxicidade, alterações das respostas da cultura e/ou modificações da composição mineral dos tecidos vegetais.

Alguns aspetos da nutrição mineral e sua relação com a qualidade da produção

O azoto é, frequentemente, um dos nutrientes que maiores limitações impõe à produção. Influencia de forma acentuada o desenvolvimento vegetativo, a diferenciação dos gomos florais, a floração e o vingamento dos frutos. O azoto tem igualmente um papel importante na multiplicação celular que se observa na primeira fase do crescimento dos frutos e, posteriormente, na expansão celular e consequente aumento do volume do fruto. O excesso de azoto pode ser responsável pela redução do número de células do fruto e, simultaneamente, pelo aumento do seu tamanho, o que pode causar uma maior suscetibilidade ao desenvolvimento de diferentes fisiopatias, bem como a uma menor ca-



Figura 1 – Pereira com ramo infetado pelo fogo bacteriano (Foto de Rui de Sousa, INIAV-Alcobaça)

pacidade de conservação, devido ao aumento da taxa respiratória. Este facto, associado a uma menor consistência da polpa nos frutos mais ricos em azoto, nomeadamente resultante da aplicação deste nutriente, pode contribuir para uma redução efetiva do seu período de conservação. Por outro lado, tal aplicação de azoto pode conduzir a um aumento da relação folhas/frutos que pode prejudicar a mobilização do cálcio para os frutos, dado serem os novos crescimentos e as folhas o destino preferencial deste nutriente. De igual modo, foi observado em macieiras que níveis crescentes de azoto conduzem a uma diminuição do número de sementes, o que poderá induzir uma insuficiência de cálcio no fruto, pois as sementes são também responsáveis pelo

aumento deste nutriente na sua parte comestível. Note-se que o cálcio, nutriente pouco móvel na planta, é essencial a uma adequada divisão celular nos primeiros estádios de desenvolvimento do fruto, à constituição das paredes celulares, à manutenção da integridade e da permeabilidade das membranas, à assimilação de outros iões e sua acumulação nos tecidos da planta. É igualmente responsável pela redução da taxa respiratória do fruto em todas as suas fases de desenvolvimento. Estes efeitos traduzem-se por uma maior resistência a pragas e doenças, bem como a uma maior consistência da polpa dos frutos em fresco, de que resulta menor suscetibilidade a numerosas desordens fisiológicas durante a conservação.

É conhecido o importante papel que o boro tem na síntese e estrutura das paredes celulares, bem como na integridade estrutural e funcional da membrana plásmica. Os efeitos nefastos que a insuficiência de boro pode ter na qualidade da produção podem estar associados não só ao seu papel na fisiologia da fruteira mas, também, ao seu equilíbrio com os outros nutrientes e, em particular, com o cálcio, para cuja mobilidade no interior da planta o boro contribui. Em situações de deficiência de boro, os níveis de ácido ascórbico, poderoso antioxidante, são reduzidos. Por outro lado, macieiras recebendo doses elevadas de boro produzem frutos que atingem a maturação fisiológica mais cedo, o que está associado a um aumento da respiração. Deste acréscimo resultará uma maior sensibilidade dos frutos a diferentes acidentes, quer na árvore, quer durante a conservação.

O recurso à análise foliar, para avaliação do estado de nutrição de uma fruteira, é uma *ferramenta* de que os fruticultores não devem prescindir, de forma a minimizar o efeito que uma nutrição desequilibrada pode ter na sanidade do seu pomar e na quantidade e qualidade da sua produção.

A nutrição mineral e a ocorrência de pragas e doenças

Sobre este tema e seguintes, intimamente associado à função dos nutrientes nas culturas, diversos autores registam, por exemplo, o aumento da suscetibilidade das pomóideas a pragas e doenças resultante da aplicação **excessiva de azoto**, tais como a psila (*Psylla pyricola*), em pereiras, ou ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*), quer em macieiras quer em pereiras. Na figura 1, apresenta-se uma imagem de um pomar de pereira “Rocha” afetado por esta bactéria. Por outro lado, uma das consequências da **insuficiência de azoto** nestas espécies é a sua maior suscetibilidade à incidência de algumas pragas, como ácaros (*Epirimerus pyri*) e (*Tetranychus urticae*) ou da psila, igualmente observada em pereiras. Por outro lado, verificou-se um efeito positivo da aplicação de **potássio** na

redução do fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*) em pereiras. Ainda no que respeita a esta bactéria, a sua incidência diminuiu com a aplicação de **cobre** e a sua ocorrência foi associada à **carência de boro**, em pereiras. O **cobre**, por sua vez, contribuiu também para diminuir o pedrado na macieira (*Venturia inaequalis*) e na pereira (*Venturia pirina*). A aplicação de **boro** ao solo conduziu, por outro lado, a uma redução da incidência de podridões em maçãs, à colheita, provocada por fungos, designadamente do género *Gloeosporium*. Encontra-se ainda reportada a diminuição da incidência da Alternaria (*Alternaria* spp.) ou da Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) na macieira, e do pedrado na pereira em consequência da aplicação de **cálcio**.

A nutrição mineral e a incidência de distúrbios fisiológicos

Os distúrbios fisiológicos referem-se a perturbações nos tecidos dos frutos, cuja responsabilidade não é de agentes patogénicos (fungos, bactérias, vírus), insetos ou danos mecânicos, embora tais distúrbios possam facilitar a sua entrada nos frutos. Alguns distúrbios fisiológicos podem iniciar-se antes da colheita, continuar o seu desenvolvimento após a colheita ou surgirem depois, em resposta a um ambiente adverso de pré-colheita e/ou pós-colheita, especialmente devido a condições ambientais desfavoráveis, a um desequilíbrio nutricional durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos, ou a ambos. Um dos distúrbios fisiológicos mais importantes nas pomóideas é o *bitter pit* que, afetando essencialmente as maçãs, pode igualmente ocorrer em peras. Este distúrbio, associado a baixos teores de cálcio no fruto, é frequentemente causado por desequilíbrios nutricionais envolvendo níveis elevados de azoto, potássio e/ou magnésio e baixos em cálcio. Tal como o *bitter pit*, outros distúrbios podem ocorrer devido a tais desequilíbrios, como sejam o *lenticel blotch pit* ou “plara”, nas maçãs, ou “manchas encorticiadas” (*cork spot*) em peras, manifestações estas frequentemente as-



Figura 2 – Macieira com frutos afetados pelo escaldão (Foto de Rui de Sousa, INIAV-Alcobaça)

sociadas à aplicação de níveis elevados de azoto nos pomares. Esta foi, aliás, uma das razões pela qual a análise dos frutos foi adotada como meio de diagnóstico do seu estado de nutrição e da sua capacidade de conservação. Nesse diagnóstico, é não só considerado o seu teor em cálcio e noutros nutrientes, mas também o valor de algumas relações tais como as N/Ca, K/Ca ou (K+Mg)/Ca nos frutos, que sendo elevados poderão originar uma produção de qualidade inferior e reduzido poder de conservação. Distúrbios como o “escaldão” ou a “carepa”, por exemplo, podem ser potenciados, entre outros fatores, pelo excesso de adubação azotada em macieiras e pereiras, o mesmo se verificando com a “decomposição interna” (*core breakdown*),

o “coração castanho” (*brown heart*), em pereiras, a “vitescência” (*water core*), o “escaldão em conservação” ou a “decomposição do fruto” (*breakdown*), em macieiras, entre outros. Na figura 2, apresenta-se uma imagem de maçãs, na árvore, afetadas pelo “escaldão”. Para além dos nutrientes atrás citados, informação existe sobre o envolvimento de outros, tal como a associação de baixos níveis de fósforo nos frutos à ocorrência de “lesões causadas pelo frio”, durante a conservação, em maçãs de cultivares suscetíveis ao mesmo. Baixos níveis de fertilização azotada, encontram-se, por outro lado, associados à ocorrência da *Jonathan spot*.

De igual modo, é de registar a importância do cálcio no controlo ou redução da suscetibilidade ao



Figura 3 – Pereira com queimaduras nos frutos após aplicação de enxofre por via foliar (Foto de Rui de Sousa, INIAV-Alcobaça)

“coração castanho” (*brown core*), “manchas encortiçadas” (*cork spot*), do “escaldão superficial” (*superficial scald*), da “decomposição interna”, bem como na melhoria do controlo de podridões, em peras, bem como na incidência do *bitter pit*, “plara”, “escaldão”, “vitescência” e “manchas encortiçadas”, em maçãs

No que respeita ao boro, são conhecidos os reflexos positivos da sua aplicação nos pomares no controlo de diversas fisiopatias, como a redução da incidência da “mancha amarga” (*bitter pit*) nos frutos, quer à colheita quer após conservação, quer ainda na redução de “manchas encortiçadas” em maçãs e peras, quando aplicado só ou associado ao cálcio. A insuficiência de boro pode contribuir

para o “rachamento” e ou “deformação” de maçãs e peras, o aparecimento de “carepa” em maçãs, ou o “acastanhamento dos frutos”. Observou-se a redução da incidência da “decomposição interna” (*internal breakdown*) em maçãs com a aplicação de boro ao solo, enquanto os frutos, com baixas concentrações neste micronutriente, apresentavam um tempo de conservação reduzido, devido à sua elevada suscetibilidade à decomposição. Todavia, o excesso de boro pode ser responsável pelo aumento da incidência de *Jonathan spot* em maçãs, à colheita, ou pelo “encorticação” em peras. Tal excesso pode contribuir igualmente para o aumento do “escaldão”, da “vitescência” e para a redução da capacidade de conservação de maçãs.

QUADRO 1 – COMPOSIÇÃO MINERAL MÉDIA DE MAÇÃS “BRAVO DE ESMOLFE” E DAS RELAÇÕES N/Ca E K/Ca POR CLASSE DE CALIBRE DOS FRUTOS

Classe de Calibre (mm)	Nutrientes (mg/100 g peso fresco)							
	N	P	K	Ca	Mg	B	N/Ca	K/Ca
[50-55]	53,7	12,1	159	3,6	6,3	0,282	14,8	43,9
[55-60]	52,8	12,0	156	3,3	6,1	0,278	16,2	47,9
[60-65]	51,8	12,0	155	3,1	6,0	0,269	16,8	50,3
[65-70]	50,9	11,7	153	2,9	5,8	0,259	17,9	53,5
[70-75]	48,4	11,6	152	2,8	5,7	0,254	17,4	54,7

Adaptado de Jordão et al. (2006)

QUADRO 2 – COMPOSIÇÃO MINERAL MÉDIA DE PERAS “ROCHA” E DAS RELAÇÕES N/Ca E K/Ca POR CLASSE DE CALIBRE DOS FRUTOS

Classe de Calibre (mm)	Nutrientes (mg/100 g peso fresco)							
	N	P	K	Ca	Mg	B	N/Ca	K/Ca
[50-55]	43,7	10,2	123	12,0	6,5	0,169	3,6	10,3
[55-60]	42,2	9,7	119	10,2	6,0	0,167	4,1	11,7
[60-65]	41,4	9,6	118	9,7	5,8	0,166	4,3	12,2
[65-70]	41,3	9,4	119	8,8	5,5	0,168	4,7	13,6
[70-75]	43,0	9,5	122	6,9	5,2	0,168	6,3	17,8

Adaptado de Calouro et al. (2008)

A outro nível, não se pode ignorar eventuais efeitos indesejados da aplicação de nutrientes por via foliar, que por inadequação da formulação usada, sua concentração ou inoportunidade daquela, incluindo horário, podem deixar mazelas nas folhas e/ou frutos, afetando a produção. Na figura 3 apresenta-se uma imagem de um pomar de pereiras após a aplicação de enxofre, em que são notórias as máculas deixadas nos frutos, que os desvalorizam comercialmente.

A nutrição e a composição mineral dos frutos

O calibre de um fruto é, ainda hoje, uma das características mais valorizadas pelo comércio. Tal facto coloca a questão de se saber de que maneira é que o calibre (diâmetro da parte mais larga do fruto) condiciona ou é condicionado pela composição mineral do fruto. Estudos efetuados em Portugal permitiram caracterizar para a “Bravo de Esmolfe” e para a “Rocha”, duas das cultivares nacionais mais relevantes de macieiras e de pereiras, respetivamente, a sua composição mineral em função do seu calibre. Nos quadros 1 e 2 são apresentadas a composição mineral média em alguns nutrientes, bem como da relação N/Ca e K/Ca, naquelas cultivares.

Da observação destes dois quadros constata-se, para as duas espécies e cultivares, que ao aumento do calibre se encontra associada uma diminuição da concentração dos teores de Ca e Mg, bem como da tendência de redução dos teores de N, P e K nos frutos. Observa-se, ainda, um aumento da relação K/Ca com o aumento do calibre, que se verifica igualmente com a relação N/Ca, com exceção do calibre mais elevado da “Bravo de Esmolfe”. Nesta cultivar de maçã, observa-se ainda uma redução dos teores de B com o aumento do calibre, o que não é evidente na pera “Rocha”. Um dos outros aspetos que mais se salienta nestes quadros são as baixas

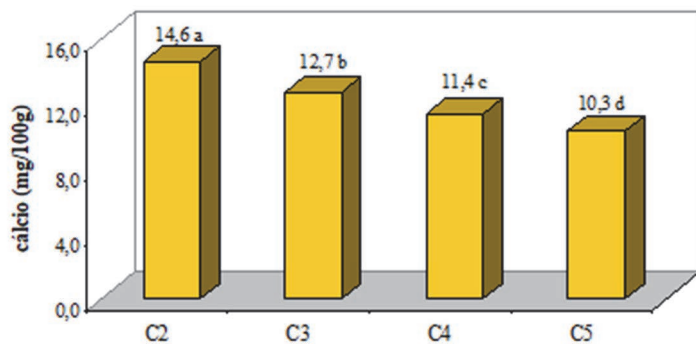


Figura 4 – Efeito médio do calibre sobre a concentração dos frutos em cálcio, provenientes de um pomar da cv. Rocha instalado num solo de reação alcalina (P1) (Adaptado de Jordão, 2002)

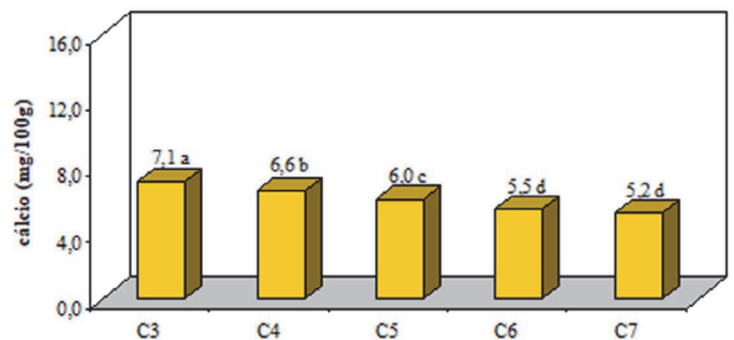


Figura 5 – Efeito médio do calibre sobre a concentração dos frutos em cálcio, provenientes de um pomar da cv. Rocha instalado num solo de reação ácida (P2) (Adaptado de Jordão, 2002)

concentrações de cálcio nas maçãs, especialmente nas de maior calibre e, consequentemente, a existência de relações N/Ca e K/Ca elevadas, o que sugere a existência de riscos na sua conservação. Por outro lado, o aumento do valor das relações atrás referidas com o aumento do calibre, parece evidenciar a maior dificuldade de migração do cálcio para os frutos, como já referido. Para além das características intrínsecas de cada cultivar, não se deve dissociar a composição mineral dos frutos das características do solo onde os pomares estão instalados, fertilizações efetuadas ou a forma como é feita a sua condução. Para ilustrar este aspeto, apresenta-se nas figuras 4 e 5 a composição mineral média de frutos da pereira “Rocha” obtidos noutro estudo, em dois pomares do Oeste. O primeiro (P1), está instalado num solo Vertissolo êutrico, de reação alcalina, $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 7,6$, com um alto teor de cálcio de troca e textura fina, enquanto o outro (P2) estava num solo Cambissolo crómico de reação ácida $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 5,2$, com um baixo nível de cálcio de troca e textura grosseira. Os pomares não eram regados e a adubação efetuada foi idêntica em ambos. As classes de calibre C2, C3, C4, C5, C6 e C7, correspondem, respetivamente, aos calibres dos seguintes intervalos: [45-50], [50-55], [55-60], [60-65], [65-70] e [70-75].

Da observação das figuras 4 e 5 verifica-se, tal como no quadro 2, que a concentração de cálcio nos frutos diminui com o aumento do seu calibre. Ob-

serva-se, igualmente, que os teores de cálcio dos frutos provenientes do pomar instalado num solo de reação alcalina são substancialmente mais elevados do que os oriundos do pomar de reação ácida, sendo que, para os calibres comuns ([50-55], [55-60] e [60-65]), os teores de cálcio dos frutos de P1, são cerca de 70% mais elevados do que os de P2. Do exposto, é fácil constatar que as condições ambientais e a fertilização influenciam a composição mineral dos frutos. Por outro lado, como referido no início deste artigo, é de ter presente que a aplicação de nutrientes, para além do efeito direto que podem ter na composição dos frutos, pode interagir com outros, aplicados ou não, podendo afetar, igualmente, a composição mineral dos frutos. A dimensão de tal efeito e o sentido da variação da concentração dos nutrientes, dependerão das características de cada pomar e do que for e como for aplicado.

Conclusões

Um pomar nutricionalmente equilibrado encontra-se em melhores condições para suportar o efeito da ocorrência de pragas e doenças, bem como de distúrbios fisiológicos que podem afetar a qualidade dos frutos quer na altura da colheita, no decorrer da sua conservação ou após esta. É assim importante recorrer aos meios de diagnóstico, não só para avaliar o estado nutricional da cultura, pelo recurso à análise foliar, mas também da capacidade de conservação da produção, nomeadamente

através da análise dos frutos. Para esta, é de ter presente a importância de recorrer aos calibres dominantes de forma a que se possa tirar o melhor partido dos resultados obtidos. 📷

Agradecimento

À Doutora Fátima Calouro, pelas preciosas sugestões dadas.

Bibliografia

Brunetto, G.; Melo, G.; Toselli, M.; Quartieri, M.; Tagliavini, M. (2015). The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple (Revisão). *Rev. Bras. Fruti.*, **37**(4):1089-1104.

Calouro, F.; Jordão, P.; Duarte, L. (2008). Characterization of mineral composition of pears of the Portuguese cultivar Rocha. *Acta Horticulturae*, **800**:587-590.

Datnoff, L.; Elmer, W.; Huber, D. ed. (2007). *Mineral Nutrition and Plant Disease*. American Phytopathological Society. S. Paul, Minnesota, USA.

Jordão, P.; Duarte, L.; Lopes, A.; Calouro, F. (2006). Influence of fruit size on the mineral composition of apples, cv. Bravo de Esmolfe on MM 106. In: *Nutrición Mineral. Aspectos fisiológicos, agronómicos y ambientales*. Universidad Pública de Navarra. v. 2, p. 529-536.

Jordão, P. (2002). *Influência da fertilização azotada na produção da pereira cv. Rocha. Relação entre alguns aspectos da produção e a composição mineral de folhas e frutos*. Dissert. Doutoramento Engenharia Agronómica. ISA, UTL, Lisboa.

Saquet, A.; Streif, J.; Almeida, D. (2019). Mineral composition and distribution within 'Rocha' pear in relation to internal storage disorders. *Postharvest Biology and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.111002>.

Singh, N.; Sharma, D.; Singh, G.; Thakur, K.; Kumari, S. (2019). Physiological Disorders and Their Management in Apple and Pear Fruits Production. In: *Advanced Botany*, v. 1, Edit. AkiNik Public., p.39-66. https://www.researchgate.net/publication/333207712_Physiological_Disorders_and_Their_Management_in_Apple_and_Pear_Fruits_Production.

PUB

PUBLICIDADE
1/2 página