

Composição mineral dos frutos de cinco cultivares de marmeleiro na região de Alcobaça

Mineral composition of the fruits of five quince cultivars in the Portuguese region of Alcobaça

Anabela Veloso^{1,*}, Rui de Sousa² e Cristina Sempiterno¹

¹ INIAV, I.P./UEIS-SAFSV/ Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, Tapada da Ajuda, 1300 – 596 Lisboa

² INIAV, I.P./UEIS-SAFSV/Pólo de Atividades de Fruticultura, Estrada de Leiria, 2460-059 Alcobaça

(*E-mail: anabela.veloso@iniav.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.20025>

Recebido/received: 2020.05.07

Aceite/accepted: 2020.06.26

RESUMO

A composição mineral dos frutos depende da espécie, do estado nutricional das plantas, das condições edafoclimáticas e das práticas culturais realizadas. O presente estudo teve por objetivo avaliar o teor de nutrientes minerais na epiderme e na polpa dos frutos de cinco cultivares de marmeleiro da região de Alcobaça, Portugal, de modo a obter informação de suporte às recomendações de fertilização da cultura. Nos frutos frescos das cultivares Gamboa, Champion, Gigantesque de Vranja, Fabre e Portugal foi determinado o teor mineral em N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu e B. Na epiderme os intervalos de valores obtidos para os macro- e micronutrientes, expressos em mg kg⁻¹ de peso fresco, foram os seguintes: N [773; 1124], P [139; 286], K [1188; 1825], Ca [143; 212], Mg [105; 146], S [66; 109], Fe [2,84; 4,47], Mn [0,28; 0,59], Zn [1,59; 3,05], Cu [1,19; 1,83] e B [1,97; 4,35]. Na polpa, os intervalos de valores obtidos para os macro- e micronutrientes, expressos em mg kg⁻¹ de peso fresco, foram os seguintes: N [343; 661], P [98; 170], K [1151; 1582], Ca [79; 106], Mg [53; 85], S [23; 49], Fe [0,90; 1,17], Mn [0,09; 0,21], Zn [0,92; 1,85], Cu [0,73; 1,05] e B [1,41; 3,06]. De acordo com os resultados analíticos os frutos das cultivares Gigantesque de Vranja e Fabre apresentaram os teores mais elevados de nutrientes, exceto de Mn. A epiderme apresentou sempre teores mais altos do que a polpa. Na polpa a cv. Gigantesque de Vranja apresentou, para todos os nutrientes, os teores mais elevados.

Palavras-chave: Marmelo, nutrientes, polpa, epiderme, fertilização.

ABSTRACT

The mineral composition of the fruits depends on the species, the nutritional status of the plants, soil fertility, climate conditions and the cultural practices. The present study aimed to evaluate mineral nutrient accumulation in peel and pulp of the fruits of five quince cultivars grown in the Portuguese Region of Alcobaça, to provide information to crop fertilization recommendations. In fresh fruits from quince cultivars, Gamboa, Champion, Giant of Vranja, Fabre and Portugal, the mineral contents of N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu and B were determined. In peel the obtained range values for macro- and micronutrients, expressed as mg kg⁻¹ FW, were as follows: N [773; 1124], P [139; 286], K [1188; 1825], Ca [143; 212], Mg [105; 146], S [66; 109], Fe [2.84; 4.47], Mn [0.28; 0.59], Zn [1.59; 3.05], Cu [1.19; 1.83] e B [1.97; 4.35]. In pulp the obtained range values for macro- and micronutrients, expressed as mg kg⁻¹ FW, were as follows: N [343; 661], P [98; 170], K [1151; 1582], Ca [79; 106], Mg [53; 85], S [23; 49], Fe [0.90; 1.17], Mn [0.09; 0.21], Zn [0.92; 1.85], Cu [0.73; 1.05] e B [1.41; 3.06]. According to the obtained results, the fruits of Giant of Vranja and Fabre cultivars demonstrated the highest mineral contents, except for Mn. The level of the mineral nutrient accumulation in peel was always higher than in pulp. Giant of Vranja cultivar presented the highest content of all nutrients in pulp.

Keywords: Quince, nutrients, pulp, peel, fertilization.

INTRODUÇÃO

Em Portugal, o marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill) está sobretudo presente como árvore dispersa ou na bordadura dos campos. A exploração em pomar é bastante recente quando comparada com outras pomóideas, como a macieira e a pereira.

Os frutos são pouco apreciados para consumo em fresco pela sua adstringência e dureza sendo sobretudo consumidos após transformação em marmelada e geleia. A utilização dos frutos na indústria alimentar pode ser afetada pela composição química dos mesmos que é diferente entre cultivares (Leonel *et al.*, 2016). Os frutos são constituídos por 90,6% de polpa, 4,4% de epiderme e 5% de “coração e sementes” (Sharma *et al.*, 2011). Apresentam baixo teor calórico, são ricos em nutrientes minerais e pobres em proteínas e lípidos (Cornatosky, 2000). As propriedades nutricionais, farmacológicas e medicinais dos frutos têm sido referidas por diversos autores como muito importantes para a saúde humana. Os frutos apresentam teores elevados de nutrientes minerais, nomeadamente de potássio e cálcio, sendo importantes para prevenir a deficiência destes nutrientes no ser humano (Al-Snafi *et al.*, 2016; Dababneh *et al.*, 2017). O consumo dos frutos tem aparentemente um efeito protetor sobre inflamações, dermatites atópicas, úlceras e cancro (Hegedûs *et al.*, 2013).

A composição mineral dos frutos depende do estado nutricional das plantas, das condições edafoclimáticas e das práticas culturais realizadas.

Na ausência de ensaios de fertilização, que nas culturas frutícolas lenhosas são morosos e apenas permitem testar um número limitado de situações, o contributo do conhecimento da composição mineral dos frutos é fundamental para estimar a exportação de nutrientes e estabelecer uma fertilização equilibrada.

Diversos autores estudaram a composição mineral do marmelo. Rop *et al.* (2011) analisaram a composição mineral dos frutos em amostras conjuntas de epiderme e polpa sem “coração” para vinte e duas cultivares de marmeleiro. Outros autores determinaram separadamente a composição mineral da epiderme e da polpa (Holevas e Biris, 1980; Özcan *et al.*, 2012; Dababneh, 2017). Já Cornatosky (2000) e

Sharma *et al.* (2011) referem apenas a composição mineral da polpa do fruto.

O objetivo principal do presente trabalho foi determinar, para as cultivares de marmeleiro Champion, Fabre, Gamboa, Gigantésque de Vranja e Portugal, a composição mineral da polpa e da epiderme dos frutos em N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu e B, de modo a estimar a exportação de nutrientes e contribuir para a elaboração de recomendações de fertilização mais ajustadas à espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Solo

O solo da parcela é um aluviosolo calcário com textura franco-argilo-arenosa, pouco alcalino, pobre em matéria orgânica, teores extraíveis muito altos de fósforo, ferro, manganês e cobre, altos de potássio e zinco e médios de magnésio e boro, sendo os teores de cálcio de troca, magnésio de troca e potássio de troca, respetivamente, altos, baixos e médios.

Material vegetal

Os frutos utilizados nas análises efetuadas foram obtidos a partir de plantas das cultivares (cvs) de marmeleiro Champion, Fabre, Gamboa, Gigantésque de Vranja e Portugal, existentes no Pólo de Atividades de Fruticultura do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., em Alcobaça, sob as mesmas condições edafoclimáticas e técnicas culturais. As plantas encontram-se em plena produção, são cultivadas em sequeiro, com o compasso de plantação de 5 x 3 m. Os frutos foram colhidos durante o mês de setembro, que corresponde à época normal de colheita na região. Em quatro árvores de cada uma das cultivares procedeu-se ao registo da produção e à contagem do número de frutos por árvore. Os frutos foram calibrados no campo e posteriormente em laboratório, por classes de calibre equatorial. As classes estabelecidas foram ≤ 50 , [50 – 55], [55 – 60], [60 – 65], [65 – 70], [70 – 75], [75 – 80] e > 80 mm. Para a análise mineral dos frutos selecionaram-se amostras correspondentes a 10 % da produção de cada calibre. Em laboratório os frutos foram lavados com água destilada e secos.

A amostra destinada à análise mineral foi dividida em epiderme, polpa e “coração e sementes” para a análise em separado destes tecidos. A amostra da epiderme e do “coração e sementes” foi constituída pela totalidade de cada um dos tecidos, respetivamente. Para obter uma amostra representativa da polpa, os frutos foram divididos em quartos cortados longitudinalmente e de dois quartos opostos foram retiradas fatias muito finas até perfazer o peso fresco de aproximadamente 150 g. As amostras dos frutos, após determinação do peso fresco, foram colocadas para secagem numa estufa com ventilação (MMM MEDCENTER – VENTICEL 404) a $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o peso se encontrar estabilizado. Após secagem as amostras foram pesadas, moídas, acondicionadas em frascos de plástico, identificadas e conservadas em local fresco até à realização da análise.

As pesagens foram efetuadas em balança analítica com resolução até 0,01 g (Mettler Toledo PB3002-S).

Nas amostras de frutos foram determinados os teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu e B segundo os métodos analíticos em uso no Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva: o nitrogénio e o enxofre foram determinados por combustão seca, em analisador elementar (LECO NS2000); o fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco, cobre e boro foram determinados numa solução clorídrica das cinzas, obtidas após incineração em mufla a $500 \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, utilizando um espectrofotómetro de emissão de plasma (ICP-OES) (THERMO IRIS Intrepid II -XSP).

Análise estatística dos dados

Para a análise estatística dos resultados recorreu-se ao *software* STATISTICA 12 para Windows. Os dados relativos à composição mineral dos frutos foram sujeitos a análise de variância (ANOVA Tipo I). As médias do teor de cada um dos nutrientes analisados foram comparadas pelo teste de Tukey (N-HSD) ($p \leq 0,05$).

Estimativa da quantidade média de nutrientes exportados pelos frutos

A quantidade média de nutrientes exportados, por tonelada de frutos produzidos, foi estimada a

partir do teor médio do nutriente na polpa, epiderme e “coração e sementes” (N_x) e da proporção de cada um dos tecidos relativamente ao fruto inteiro, através da expressão:

Exportação do $N_x = (\text{teor médio do } N_x \text{ da polpa} \times 0,906) + (\text{teor médio de } N_x \text{ da epiderme} \times 0,044) + (\text{teor médio de } N_x \text{ do "coração e sementes"} \times 0,05)$

A proporção de cada um dos tecidos no fruto inteiro é a indicada por Sharma *et al.* (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, por cultivar, da composição mineral da polpa e da epiderme dos frutos em N, P, K, Ca, Mg e S, expressos em mg kg^{-1} de peso fresco (PF) são apresentados nos gráficos da Figura 1 e em Fe, Mn, Zn, Cu e B nos gráficos da Figura 2.

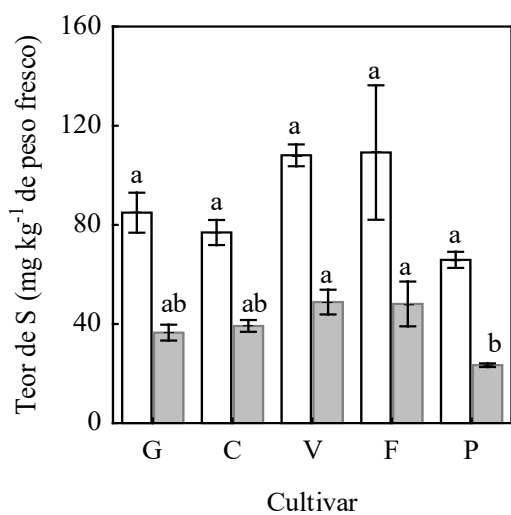
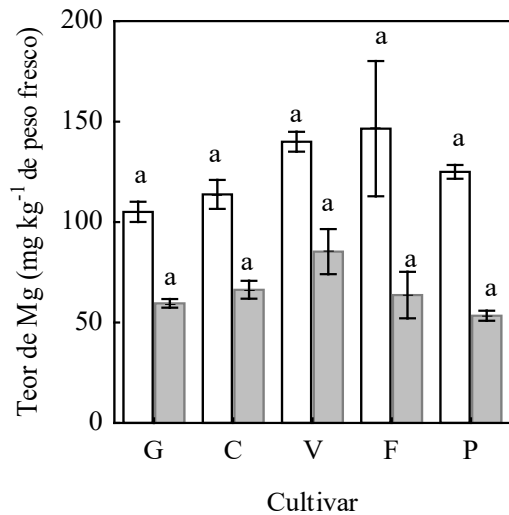
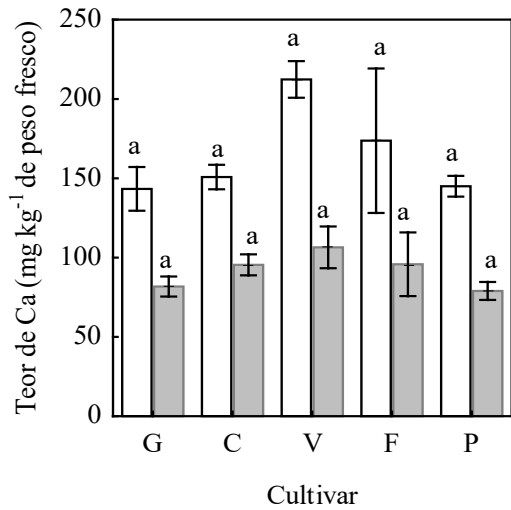
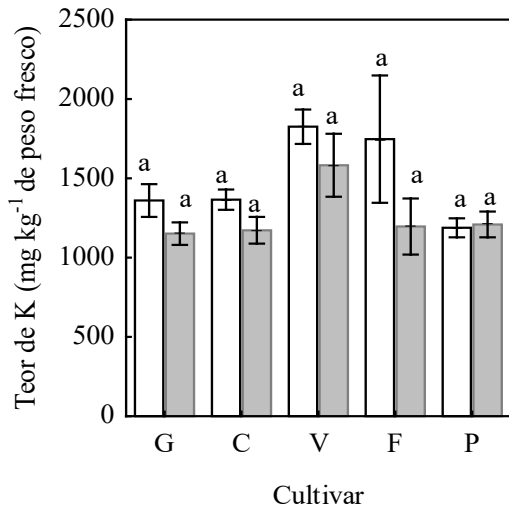
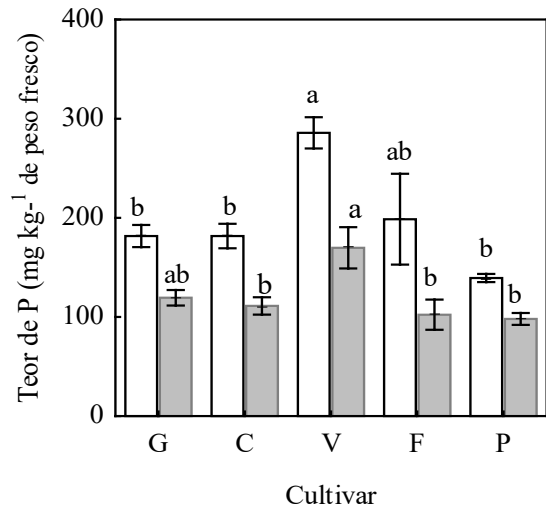
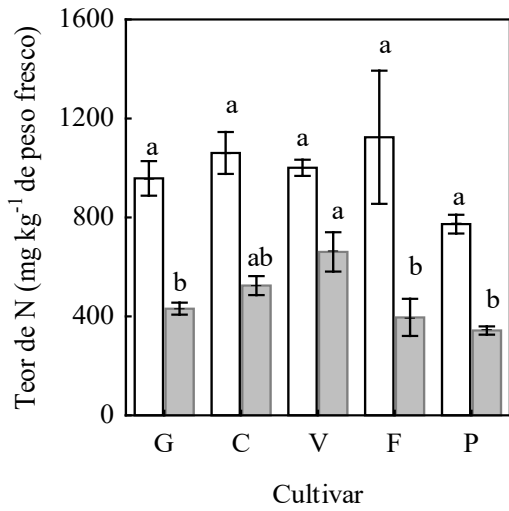
Os resultados da composição mineral média da epiderme, polpa e “coração e sementes”, em N, P, K, Ca, Mg e S, expressos em mg kg^{-1} de peso fresco (PF) são apresentados no Quadro 1 e em Fe, Mn, Zn, Cu e B no Quadro 2.

A exportação média dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu e B, por tonelada de frutos produzidos (g t^{-1} PF), é apresentada no Quadro 3.

Assim:

Nitrogénio: Não se observaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre o teor de nitrogénio da epiderme dos frutos das cinco cultivares. Os teores variaram entre 773 mg kg^{-1} , apresentado pela cv. Portugal e 1124 mg kg^{-1} de PF, observado na cv. Fabre.

A cv. Portugal apresentou na polpa o teor mais baixo de nitrogénio, 343 mg kg^{-1} de PF, a cv. Gigantesque de Vranja o teor mais alto, 661 mg kg^{-1} de PF, não significativamente diferente do teor de nitrogénio da polpa da cv. Champion, 525 mg kg^{-1} de PF. Os teores determinados nestas duas cultivares são muito próximos do valor mais baixo obtido na análise de amostras constituídas por polpa e epiderme de um conjunto de cultivares, $553,4\text{ mg kg}^{-1}$ de PF para a cv. Jurák (Rop *et al.*, 2011). Os mesmos autores referem que a cv. Champion





Legenda:  Epiderme  Polpa
 G – Gamboa; C – Champion; V – Gigantesque de Vranja; F – Fabre; P - Portugal

Figure 1 - Composição mineral média em N, P, K, Ca, Mg e S da epiderme e da polpa dos frutos de cinco cultivares de marmeleiro. Para cada tecido médias com a mesma letra não diferem entre si de forma significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey (N-HSD). Nº de observações: G=15; C = 13; V =13; F= 10; P = 10.

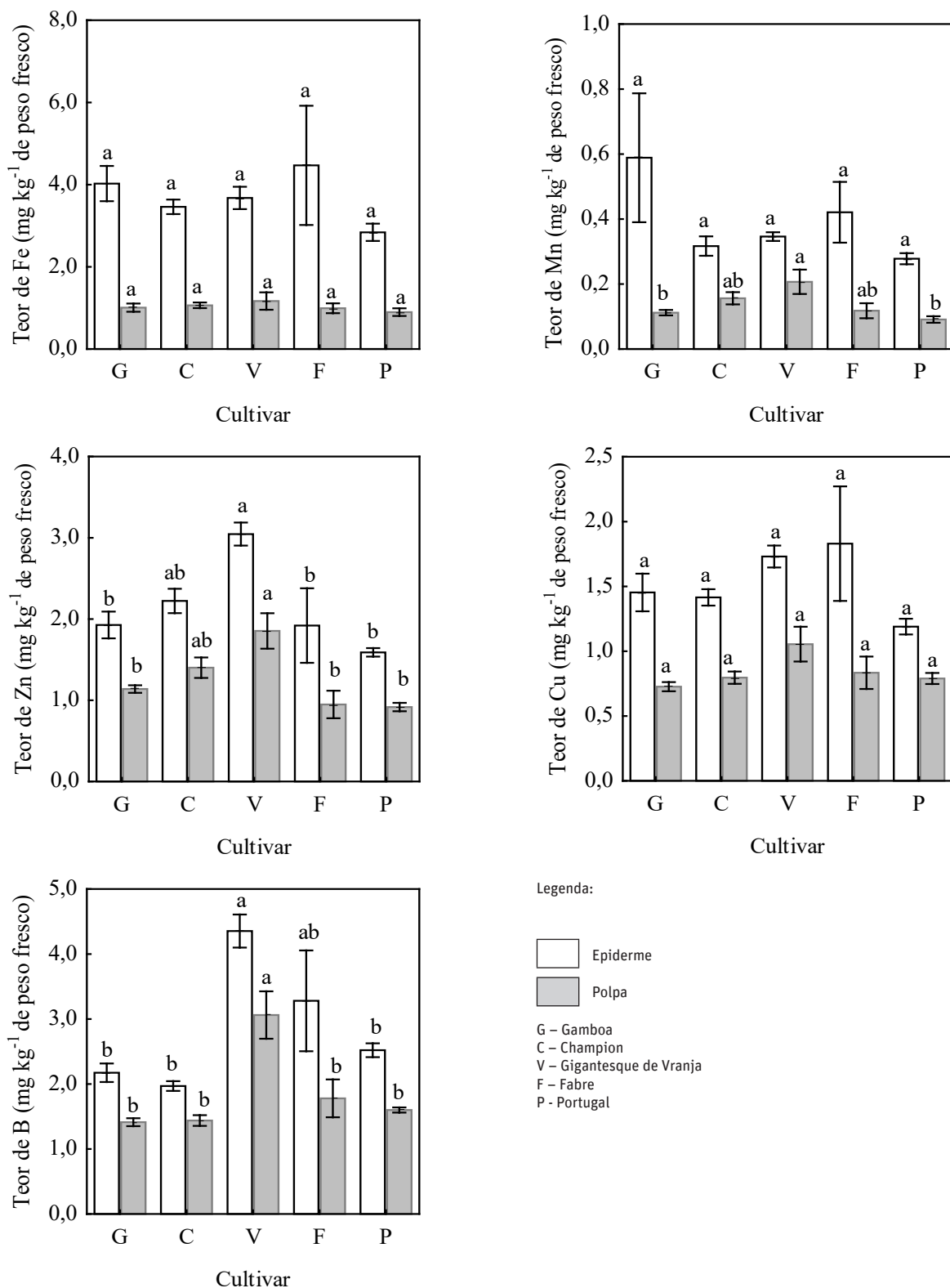


Figura 2 - Composição mineral média em Fe, Mn, Zn, Cu e B da epiderme e da polpa dos frutos de cinco cultivares de marmeleiro. Para cada tecido médias com a mesma letra não diferem entre si de forma significativa ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey (N-HSD). N^o de observações: G=15; C = 13; V =13; F = 10; P = 10.

Quadro 1 - Teores de N, P, K, Ca, Mg e S (média ± sm) dos diferentes tecidos do marmelo (mg kg⁻¹ PF)

Tecido	Nutriente					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	(mg kg ⁻¹ PF)					
Epiderme	986 ± 51	200 ± 11	1496 ± 79	165 ± 9	124 ± 6	89 ± 5
Polpa	480 ± 27	122 ± 7	1264 ± 61	92 ± 5	66 ± 3	39 ± 2
“Coração e sementes”	8585 ± 2214	1102 ± 241	2911 ± 378	1092 ± 227	964 ± 202	494 ± 120

Nº de observações: epiderme e polpa = 61; “coração e sementes” = 8 ; sm = desvio padrão da média

Quadro 2 - Teores de Fe, Mn, Zn, Cu e B (média ± sm) dos diferentes tecidos do marmelo (mg kg⁻¹ PF)

Tecido	Nutriente				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	(mg kg ⁻¹ PF)				
Epiderme	3,71 ± 0,27	0,40 ± 0,05	2,17 ± 0,11	1,52 ± 0,09	2,83 ± 0,18
Polpa	1,03 ± 0,06	0,14 ± 0,01	1,28 ± 0,07	0,84 ± 0,04	1,86 ± 0,12
“Coração e sementes”	11,16 ± 1,96	2,73 ± 0,59	11,34 ± 2,28	4,46 ± 0,97	6,35 ± 1,16

Nº de observações: epiderme e polpa = 61; “coração e sementes” = 8; sm = desvio padrão da média

Quadro 3 - Exportação média de nutrientes por tonelada de marmelo produzido (g t⁻¹ PF)

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
(g t ⁻¹ PF)										
907	175	1357	145	114	64	1,66	0,28	1,82	1,05	2,13

Epiderme e polpa: n = 61; “coração e sementes”: n = 8

apresenta um teor de nitrogénio de 742,1 mg kg⁻¹ de PF, valor superior ao determinado na polpa, 525 mg kg⁻¹ de PF, e inferior ao determinado na epiderme, 1061 mg kg⁻¹ de PF, para a mesma cultivar.

Os teores de nitrogénio da polpa das cultivares Champion, Fabre, Gamboa e Portugal não são significativamente diferentes (p>0,05).

O teor médio de azoto da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 986; 480 e 8585 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

Fósforo: A cv. Portugal apresentou na epiderme e na polpa dos frutos o teor mais baixo de fósforo, 139 mg kg⁻¹ e 98 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente. Os teores mais altos foram apresentados, em ambos os tecidos, pela cv. Gigantesque de Vranja, 286 mg kg⁻¹ de PF na epiderme e 170 mg kg⁻¹ de

PF na polpa, diferindo significativamente dos teores apresentados pelas cvs. Gamboa, Champion e Portugal na epiderme e dos apresentados pelas cvs. Champion, Fabre e Portugal na polpa.

O teor de fósforo da polpa dos frutos da cv. Gigantesque de Vranja não é significativamente diferente do teor da Gamboa e é igual ao valor inferior do teor de fósforo, 170 a 210 mg kg⁻¹ de PF, indicado para a polpa de marmelo por Cornatosky (2000). O teor de fósforo da polpa desta cultivar situou-se no intervalo obtido para amostras constituídas por polpa e epiderme de um conjunto de cultivares, 128,5 mg kg⁻¹ de PF para a cv. Buchlovice e 231,1 mg kg⁻¹ de PF para a cv. Mir, (Rop *et al.*, 2011). Os mesmos autores referem que a cv. Champion apresenta um teor de fósforo de 155,7 mg kg⁻¹ de PF, valor inferior ao determinado na epiderme e superior ao determinado na polpa para a mesma

cultivar neste estudo, 182 mg kg⁻¹ de PF e 111 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

O teor médio de fósforo da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 200; 122 e 1102 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

Potássio: Não se observaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre os teores de potássio da epiderme e na polpa dos frutos das cinco cultivares. Na epiderme o teor de potássio variou entre 1188 mg kg⁻¹ e 1825 mg kg⁻¹ de PF e na polpa entre 1151 mg kg⁻¹ e 1582 mg kg⁻¹ de PF, tendo sido a cv. Gigantesque de Vranja a que apresentou os valores mais altos deste nutriente em ambos os tecidos.

Os valores obtidos são inferiores ao teor de potássio, 1970 a 2030 mg kg⁻¹ de PF, indicado para a polpa de marmelo por Cornatosky (2000). O teor de potássio da polpa da cv. Gigantesque de Vranja situou-se no intervalo obtido em amostras constituídas por polpa e epiderme de um conjunto de cultivares, 1079,7 mg kg⁻¹ de PF para a cv. BO-3 e 2519,9 mg kg⁻¹ de PF para a cv. Otlíčnica (Rop *et al.*, 2011). Os mesmos autores referem que a cv. Champion apresenta um teor de potássio de 1574,7 mg kg⁻¹ de PF, teor superior ao determinado para a mesma cv. na epiderme e na polpa, 1365 mg kg⁻¹ de PF e 1172 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente. A constituição da amostra analisada e as condições edafoclimáticas poderão estar na origem das diferenças observadas. De acordo com Vincent *et al.* (2014) o potássio é o nutriente mais abundante nos frutos e vegetais, entre 600 e 6000 mg/kg PF, os valores obtidos nas amostras analisadas pertencem a este intervalo.

O teor médio de potássio da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 1496; 1264 e 2911 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

Cálcio: Não se observaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre os teores de cálcio quer da epiderme quer da polpa dos frutos das cinco cultivares. Na epiderme os valores variaram entre 143 mg kg⁻¹ de PF na cv. Gamboa e 212 mg kg⁻¹ de PF na Gigantesque de Vranja.

Na polpa, as cultivares Portugal e Gigantesque de Vranja apresentaram o teor de cálcio mais baixo e mais alto, 79 mg kg⁻¹ de PF e 106 mg kg⁻¹ de PF,

respetivamente. Os teores mínimo e máximo situam-se ligeiramente acima dos valores 60 a 100 mg kg⁻¹ de PF indicado para o cálcio na polpa de marmelo por Cornatosky (2000). O tipo de solo onde as plantas se encontram instaladas, aluviosolo calcário, influenciou, provavelmente, a absorção de cálcio e permitiu uma maior acumulação deste nutriente no fruto.

O teor de cálcio da polpa da cv. Gigantesque de Vranja situou-se entre o teor mais baixo e o teor mais alto obtido em amostras constituídas por polpa e epiderme de um conjunto de cultivares, 72,7 mg kg⁻¹ de PF para a cv. Izolbinaja e 190,7 mg kg⁻¹ de PF para a cv. Doubravnická (Rop *et al.*, 2011). Os mesmos autores referem que a cv. Champion apresentou um teor de cálcio de 128,5 mg kg⁻¹ de PF, valor inferior ao determinado na epiderme e superior ao determinado na polpa para a mesma cultivar neste estudo, 151 mg kg⁻¹ de PF e 96 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

O teor médio de cálcio da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 165; 92 e 1092 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

Magnésio: Não se observaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre os teores de magnésio quer da epiderme quer da polpa dos frutos das cinco cultivares.

As cultivares Gamboa e Fabre apresentaram na epiderme o teor de magnésio mais baixo e mais alto, 105 mg kg⁻¹ de PF e 146 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente. Já na polpa foram as cultivares Portugal e Gigantesque de Vranja que apresentaram o teor de magnésio mais baixo e mais alto, 53 mg kg⁻¹ de PF e 85 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente. O teor de magnésio da polpa da cv. Gigantesque de Vranja situou-se entre o teor mais baixo e o teor mais alto obtido em amostras constituídas por polpa e epiderme de um conjunto de cultivares, 42,4 mg kg⁻¹ de PF para a cv. Otlíčnica e 96,7 mg kg⁻¹ de PF para a cv. Doubravnická (Rop *et al.*, 2011). Os mesmos autores referem que a cv. Champion apresentou um teor de magnésio de 79,6 mg kg⁻¹ de PF, valor inferior ao determinado na epiderme e superior ao determinado na polpa para a mesma cultivar neste estudo, 114 mg kg⁻¹ de PF e 66 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

O teor médio de magnésio da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 124; 66 e 964 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

Enxofre: Não se observaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre os teores de enxofre da epiderme dos frutos das cinco cultivares, variando entre 66 mg kg⁻¹ de PF na cv. Portugal e 109 mg kg⁻¹ de PF na cv. Fabre.

Na polpa o teor de enxofre mais alto, 49 mg kg⁻¹ de PF, foi apresentado pela cultivar Gigantesque de Vranja não diferindo significativamente ($p\leq 0,05$) dos teores das restantes cultivares com exceção da cv. Portugal que apresentou o valor mais baixo, 23 mg kg⁻¹ de PF. Os teores de enxofre obtidos na polpa são inferiores aos apresentados por frutos de pereira da cv. Rocha, cujos teores variaram entre 58 mg kg⁻¹ e 61 mg kg⁻¹ de PF (Calouro *et al.*, 2008). O enxofre existe normalmente no solo em quantidade suficiente para satisfazer as necessidades das plantas (Varenes, 2003). Geralmente o pH e a presença de outros nutrientes têm pouco influência na absorção do ião sulfato (Mills and Jones, 1996). Mesmo sendo geralmente não significativa, as diferenças observadas entre o teor de enxofre dos frutos das diferentes cultivares de marmeleiro e o teor de enxofre dos frutos da pereira cv. Rocha resultam, provavelmente, de características genéticas da espécie e das cultivares.

O teor médio de enxofre da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 89; 39 e 494 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

Ferro: Não se observaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre os teores de ferro da epiderme e da polpa das cinco cultivares estudadas. Na epiderme os valores variaram entre 2,84 mg kg⁻¹ e 4,47 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente nas cvs. Portugal e Fabre.

Na polpa os teores variaram entre 0,90 mg kg⁻¹ e 1,17 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente nas cvs. Portugal e Gigantesque de Vranja, sendo o teor de ferro desta cultivar igual ao obtido em amostras de frutos de pereira da cv. Rocha por Calouro *et al.* (2008). O teor mais alto observado neste estudo é inferior aos teores de 3 a 6 mg kg⁻¹ de PF indicados para este micronutriente na polpa de marmelo por Cornatosky (2000). A disponibilidade de ferro diminui com o pH (Varenes, 2003). Assim, apesar do solo

apresentar um teor muito alto de ferro, a alcalinidade do solo poderá ter condicionado a absorção deste micronutriente e a sua acumulação na polpa dos frutos.

O teor médio de ferro da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 3,71; 1,03 e 11,16 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

Manganês: Não se observaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre os teores de manganês da epiderme dos frutos das cinco cultivares, variando entre 0,28 mg kg⁻¹ e 0,59 mg kg⁻¹ de PF.

Na polpa, o teor mais alto foi observado na cv. Gigantesque de Vranja, 0,21 mg kg⁻¹ de PF, não diferindo significativamente ($p>0,05$) dos teores observados nas cultivares Champion e Fabre. Os teores de manganês obtidos na polpa são aproximadamente metade dos teores obtidos em amostras de frutos de pereira da cv. Rocha, que apresentaram teores compreendidos entre 0,40 mg kg⁻¹ de PF e 0,48 mg kg⁻¹ de PF (Calouro *et al.*, 2008). O fator espécie pode ter sido determinante nos resultados obtidos, apesar de se tratar de duas pomóideas. A disponibilidade de manganês diminui com o pH (Varenes, 2003). Assim, apesar do solo apresentar um teor muito alto de manganês, a alcalinidade do solo poderá também ter condicionado a absorção deste micronutriente e a sua acumulação na polpa dos frutos.

O teor médio de manganês da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 0,40; 0,14 e 2,73 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

Zinco: Destaca-se a cv. Gigantesque de Vranja que apresenta na epiderme e na polpa o teor de zinco mais alto, 3,05 mg kg⁻¹ e de 1,85 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente, diferindo significativamente ($p\leq 0,05$) do teor apresentado pelas outras cultivares com exceção da cv. Champion. Os teores mais baixos foram apresentados pela cv. Portugal quer na epiderme (1,59 mg kg⁻¹ de PF) quer na polpa (0,92 mg kg⁻¹ de PF).

O teor de zinco da polpa da cv. Gigantesque de Vranja é aproximadamente igual ao dobro da cv. Portugal e, também, dos teores obtidos em amostras de frutos de pereira da cv. Rocha, que apresentaram teores compreendidos entre 0,82 mg kg⁻¹ de PF e 0,91 mg kg⁻¹ de PF (Calouro *et al.*, 2008).

O teor médio de zinco da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 2,17; 1,28 e 11,34 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

Cobre: Não se observaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os teores de cobre da epiderme e da polpa nos frutos das cinco cultivares, variando na epiderme entre 1,19 mg kg⁻¹ e 1,83 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente para as cultivares Portugal e Fabre. Na polpa o teor de cobre variou entre 0,73 mg kg⁻¹ e 1,05 mg kg⁻¹ de PF, para as cultivares Gamboa e Gigantesque de Vranja, respetivamente. O teor mais alto de cobre observado na polpa dos frutos é inferior ao valor (1,3 mg kg⁻¹ de PF) indicado por Cornatosky (2000). A disponibilidade de cobre diminui quando o pH do solo é superior a 7 (Vincent *et al.*, 2014). Assim, apesar do solo apresentar um teor de cobre muito alto, a alcalinidade do solo poderá ter condicionado a absorção deste micronutriente originando teores mais baixos na polpa dos frutos.

O teor médio de cobre da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 1,52; 0,84 e 4,46 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

Boro: A cultivar Gigantesque de Vranja apresentou os valores mais elevados de boro na epiderme, 4,35 mg kg⁻¹ de PF e na polpa, 3,06 mg kg⁻¹ de PF, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) de todas as outras cultivares, com exceção dos teores observados na epiderme da cv. Fabre. As restantes cultivares não diferem entre si. Os teores mais baixos deste nutriente foram observados na epiderme da cv. Champion, 1,97 mg kg⁻¹ de PF e na polpa da cv. Gamboa, 1,41 mg kg⁻¹ de PF.

O teor de boro da polpa da cv. Gigantesque de Vranja é superior ao dobro do teor da cv. Gamboa e aproximadamente igual ao dobro do valor mais alto (1,69 mg kg⁻¹ de PF) apresentado por frutos de pereira da cv. Rocha (Calouro *et al.*, 2008).

O teor médio de boro da epiderme, polpa e “coração e sementes” das cinco cultivares foi de 2,83; 1,86 e 6,35 mg kg⁻¹ de PF, respetivamente.

A composição mineral dos frutos depende não só da espécie e cultivar mas também das condições edafoclimáticas do local onde as plantas se encontram instaladas (Mahmood *et al.*, 2012).

Os resultados obtidos sugerem que as características genéticas da cultivar poderão ter sido determinantes na capacidade de acumulação de nutrientes nos frutos, uma vez que as plantas se encontram nas mesmas condições edafoclimáticas e sob as mesmas práticas culturais. A epiderme apresenta sempre um teor de nutrientes mais elevado, à semelhança do que é referido na literatura para frutos de outras espécies frutícolas (Gondim *et al.*, 2005; Sachini *et al.*, 2020). Assim, analisando separadamente a polpa e a epiderme, mesmo tratando-se da mesma cultivar, como no caso da cv. Champion, os resultados são diferentes dos obtidos numa amostra constituída pelo conjunto dos dois tecidos como foi efetuado por Rop *et al.* (2011). A interpretação dos resultados obtidos é um processo complexo, porque a composição mineral dos frutos e vegetais varia amplamente com a fertilidade do solo e as práticas culturais (Vincent *et al.*, 2014).

Em resumo, independentemente do nutriente analisado, a epiderme apresentou sempre teores mais altos do que a polpa e maior amplitude entre o teor mínimo e máximo.

A cv. Gigantesque de Vranja destaca-se das restantes cultivares por apresentar, para a polpa, o teor mais alto de todos os nutrientes analisados e, para a epiderme, o teor mais alto de P, K, Ca, Zn e B. Esta cultivar foi mais eficiente na acumulação de nutrientes no fruto, o que lhe confere um maior valor nutricional. A cv. Fabre apresentou, para a epiderme, os teores mais altos de N, Mg, S, Fe e Cu. O teor mais alto de manganês neste mesmo tecido foi apresentado pela cv. Gamboa. A cv. Portugal destaca-se por apresentar, para a polpa e para a epiderme, os níveis mais baixos de nutrientes, exceto para os teores K, Cu e B da polpa, em que a cv. Gamboa apresentou o teor mais baixo. Na epiderme a cv. Gamboa apresentou o teor mais baixo de Ca e Mg e a cv. Champion o teor mais baixo de B.

O potássio é o nutriente mais abundante na epiderme e na polpa dos frutos de marmeleiro analisados, apresentando a cv. Gigantesque de Vranja os teores mais elevados.

Não são discutidos os resultados obtidos para o “coração e sementes”, uma vez que foram obtidos num número muito reduzido de análises.

O macronutriente exportado em maior quantidade pelos frutos foi o potássio, 1357 g t⁻¹ PF, seguido do azoto, 907 g t⁻¹ PF. O macronutriente exportado em menor quantidade foi o enxofre 64 g t⁻¹ PF. O micronutriente exportado em maior quantidade foi o boro, 2,13 g t⁻¹ PF, seguido do zinco 1,82 g t⁻¹ PF, enquanto o manganês, foi o exportado em menor quantidade: 0,28 g t⁻¹ PF.

CONCLUSÕES

Mesmo tratando-se de resultados preliminares provenientes de um único local, a análise aos frutos das cinco cultivares de marmeleiro revelou que a composição mineral dos frutos depende da cultivar e do tecido analisado.

Em todas as cultivares, a composição mineral da epiderme e da polpa em macronutrientes foi, por ordem decrescente, K > N > P > Ca > Mg > S, exceto para a cv. Portugal em que o teor de Ca foi superior ao teor de P.

A composição em micronutrientes foi muito variável entre cultivares e tecidos. Na epiderme, as cultivares Fabre, Gamboa e Portugal apresentaram, por ordem decrescente, os micronutrientes Fe > B > Zn > Cu > Mn, a cv. Champion Fe > Zn > B > Cu > Mn e a cv. Gigantesque de Vranja B > Fe > Zn > Cu > Mn. Na polpa, as cultivares Champion, Gamboa, Gigantesque de Vranja e Portugal apresentaram por ordem decrescente B > Zn > Fe > Cu > Mn e a cv. Fabre apresentou B > Fe > Zn > Cu > Mn.

O fruto inteiro exportou, por ordem decrescente, K > N > P > Ca > Mg > S, à semelhança da epiderme e da polpa. No que se refere aos micronutrientes a exportação foi, por ordem decrescente, B > Zn > Fe > Cu > Mn, à semelhança da polpa das cultivares Champion, Gamboa, Gigantesque de Vranja e Portugal.

Apesar de preliminares, os resultados obtidos sugerem que, nas mesmas condições edafoclimáticas, com as mesmas práticas culturais e igual produção, a quantidade de fertilizante a aplicar terá que ser ajustada à cultivar, uma vez que a exportação de nutrientes pelos frutos é diferente, sendo bastante superior, por exemplo, na cv. Gigantesque de Vranja.

O conhecimento da composição mineral dos frutos de uma determinada espécie/cultivar constitui um contributo importante para a elaboração de recomendações de fertilização ajustadas à capacidade de absorção das plantas e com menor risco de poluição dos recursos naturais. Todavia, estudos mais aprofundados, baseados em ensaios de fertilização que permitam obter respostas da produção à aplicação dos diferentes nutrientes, deverão ser realizados, de modo a contemplar diversas condições edafoclimáticas, tecnologias de produção e a remoção de nutrientes através de outros componentes como a lenha da poda.

AGRADECIMENTOS

A todos os colegas que participaram na colheita e preparação dos frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Snafi, A.E. (2016) – The medical importance of *Cydonia oblonga* – A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, vol. 6, n. 6, p. 87-99.
- Calouro, F.; Jordão, P. & Duarte, L. (2008) – Characterization of de mineral composition of pears of the portuguese cultivar 'Rocha'. *Acta Horticulturae*, n. 800, p. 587-590.
- Cornatosky, M.A. (2000) – Consideraciones nutricionales sobre el membrillo. In: Andrada, C.A. (Ed.) – *El membrillo y su dulce*. Buenos Aires, Editorial La Colmena. p. 131-156.
- Dababneh, M.F.; Grinenko, U.V.; Almuaikeel, N.S. & Zhuravel, I.O. (2017) – The Study of Micro – and Macroelements Composition of Quince (*Cydonia oblonga*) Plant Material. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, vol. 8, n. 2, p. 1830-1832.

- Gondim, J.A.M.; Moura, M.F.V.; Dantas, A.S.; Medeiros, R.L.S. & Santos, K.M. (2005) – Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 25, n. 4, p. 825-827.
- Hegedús, A.; Papp, N. & Stefanovits-Bányai, É. (2013) – A review of nutritional value and putative health-effects of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit. *International Journal of Horticultural Science*, vol. 19, n. 3-4, p. 29–32. <https://doi.org/10.31421/IJHS/19/3-4./1098>
- Holevas, C.D. & Biris, D.A. (1980) – Bitter Pit-like symptoms in quinces: effect of calcium and boron sprays on the control of the disorder. In: Atkinson, D.; Jackson, J.E.; Sharples, R.O. & Waller, W.M. (Eds.) – *Mineral Nutrition of Fruit Trees*. Butterworth, London-Boston, p. 319–326.
- Leonel, M.; Leonel, S.; Tecchio, M.; Mischan, M.; Mara, M. & Xavier, D. (2016) – Characteristics of quince fruits cultivars (*Cydonia oblonga* Mill.) grown in Brazil. *Australian Journal of Crop Science*, vol. 10, n. 5, p. 711-716. <https://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.05.p7425>
- Mahmood, T.; Anwar, F.; Iqbal, T.; Bhatti, I.A. & Ashraf, M. (2012) – Mineral composition of strawberry, mulberry and cherry fruits at different ripening stages as analyzed by inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 35, n. 1, p. 111-122. <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.631671>
- Mills, H.A. & Jones, B.J.Jr. (1996) – *Plant analysis handbook II: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide*. Rev. Ed, Athens, Georgia, Micro-Macro Publishing, 422 p.
- Özcan, M.M.; Harmankaya M. & Gezgin, S. (2012) – Mineral and heavy metal contents of the outer and inner tissues of commonly used fruits. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 184, n. 1, p. 313-320. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-1969-y>
- Rop, O.; Balík, J.; Řezníček, V.; Juríková, T.; Škardová, P.; Salaš, P.; Sochor, J.; Mlček, J. & Kramářová, D. (2011) – Chemical Characteristics of Fruits of Some Selected Quince (*Cydonia oblonga*) Cultivars. *Czech Journal of Food Science*, vol. 29, n. 1, p. 65–73. <https://doi.org/10.17221/212/2009-CJFS>
- Sachini, R.; Steffens, C.A.; Martin, M.S.; Schweitzer, B.; Fenili, C.L. & Petri, J.L. (2020) – Mineral contents in the skin and flesh of fruits of apple cultivars. *Revista Brasileira de Fruticultura* vol. 42, n. 2, art. 572. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452020572>
- Sharma, R.; Joshi, V.K. & Rana, J.C. (2011) – Nutritional composition and processed products of quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Indian Journal of Natural Products and Resources*, vol. 2, n. 3, p. 354-357.
- Varennes, A. (2003) – *Produtividade dos solos e ambiente*. Lisboa, Escolar Editora, 490 p.
- Vincent, A.R.; Manganaris, G.A.; Ortiz, C.M.; Sozzi, G.O. & Crisosto, C.H. (2014) – Nutritional Quality of Fruits and Vegetables. In: Florkowski, W.J.; Shewfelt, R.L.; Brueckner, B. and Prussia, S.E. (Eds.) – *Postharvest handling, a systems approach*, 3rd Ed., Academic Press, p. 69-122.