

Alimentos tradicionais e inovação: uso de atmosferas modificadas e radiação ionizante na conservação da qualidade de azedas (Rumex sp.)

Traditional foods and innovation: use of modified atmospheres and ionizing radiation for quality preservation of buckler sorrel (Rumex sp.)

José Pinela, João C.M. Barreira, Lillian Barros, Sandra Cabo Verde, Amilcar L. Antonio, M. Beatriz P.P. Oliveira, Ana Maria Carvalho e Isabel C.F.R. Ferreira

Revista de Ciências Agrárias

Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal

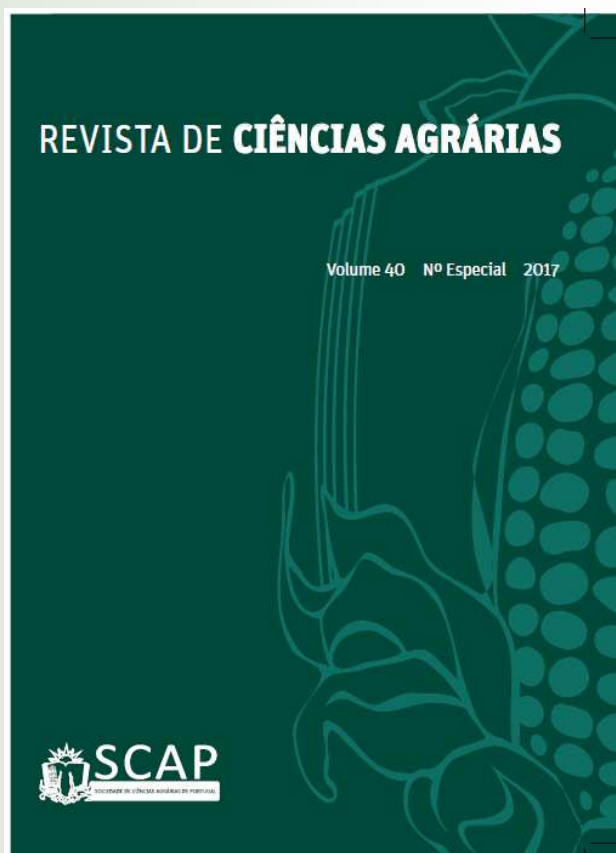
ISSN 0871-018 X (impressão/print)

ISSN 2183-041X (Online)

Volume 40, Nr. ESPECIAL (2017)

Rev. Ciênc. Agr. (2017), vol. 40, n. sp, p. 160-168

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA16228>



Alimentos tradicionais e inovação: uso de atmosferas modificadas e radiação ionizante na conservação da qualidade de azedas (*Rumex sp.*)

Traditional foods and innovation: use of modified atmospheres and ionizing radiation for quality preservation of buckler sorrel (*Rumex sp.*)

José Pinela ^{1,2}, João C.M. Barreira^{1,2}, Lillian Barros¹, Sandra Cabo Verde³, Amílcar L. Antonio¹, M. Beatriz P.P. Oliveira², Ana Maria Carvalho¹ e Isabel C.F.R. Ferreira^{1,*}

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

²REQUIMTE/LAQV, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, Portugal

³Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C2TN), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

(*E-mail: iferreira@ipb.pt)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA16228>

Recebido/received: 2016.12.22

Recebido em versão revista/received in revised form: 2017.03.15

Aceite/accepted: 2017.03.15

RESUMO

O crescimento do setor dos vegetais embalados prontos a comer tem levado à introdução de novos produtos e à adoção de tecnologias de conservação mais eficientes, seguras e sustentáveis. Neste sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de diferentes atmosferas de embalagem e de diferentes doses de radiação ionizante na conservação de azedas (*Rumex induratus*) armazenadas a 4°C durante 12 dias. Ambos os tratamentos tiveram efeitos positivos e negativos na qualidade das amostras. Tendo em conta a contribuição de todos os parâmetros analisados, foi possível concluir que o embalamento a vácuo foi a melhor opção para conservar a qualidade global das amostras durante o armazenamento, seguido do embalamento em atmosfera enriquecida em argón. Este estudo destacou também o potencial das azedas na indústria dos alimentos minimamente processados.

Palavras-chave: *Rumex induratus*, azedas, embalamento em atmosfera modificada, radiação ionizante, qualidade pós-colheita.

ABSTRACT

Buckler sorrel (*Rumex induratus*) is an underutilized leafy vegetable with peculiar sensory properties. Its revalorization and introduction in contemporary diets as a novel food product demands an extended shelf-life for commercialization. Herein, the suitability of different non-conventional atmospheres and ionizing radiation doses for preserving quality parameters of buckler sorrel during storage at 4°C for 12 days was evaluated. It was observed that both treatments had positive and negative effects on the postharvest quality of the samples. The overall quality was better maintained under vacuum-packaging, followed by an argon-enriched atmosphere. This study highlighted the potential of buckler sorrel in the industry of minimally processed vegetables.

Keywords: *Rumex induratus*, buckler sorrel, modified atmosphere packaging, ionizing radiation, postharvest quality.

INTRODUÇÃO

As azedas (*Rumex induratus* Boiss. & Reut., Fam. Polygonaceae) são uma espécie silvestre herbácea, cujas folhas tenras são apreciadas em saladas devido às suas características organoléticas

diferenciadoras, *i.e.*, textura estaladiça e sabor ácido/amargo. Outrora de consumo frequente nas áreas rurais, hoje esta planta encontra-se subaproveitada devido à adoção de estilos de vida da sociedade moderna e à introdução de espécies não nativas. A sua revalorização poderá ser

uma estratégia para aumentar a diversidade de alimentos disponíveis e atender a novos nichos de mercado. Para isso, torna-se crucial associar ao consumo garantia de qualidade e inovação.

A utilização de tecnologias não convencionais de processamento poderá impulsionar a reutilização deste alimento. O embalamento em atmosfera modificada (MAP) e os tratamentos de radiação ionizante são disso bons exemplos e apresentam elevado potencial na indústria alimentar e setores relacionados (Pinela & Ferreira, 2015). Estudos recentes têm avaliado atmosferas enriquecidas em gases não convencionais como o azoto e o árgon (Pinela *et al.*, 2016), mas a literatura disponível ainda é escassa. O árgon é bioquimicamente ativo, provavelmente devido à elevada solubilidade em água, e interfere com locais enzimáticos recetores de O₂, reduzindo assim a atividade metabólica das matérias-primas de origem vegetal. O azoto, por sua vez, é pouco solúvel em água e noutros constituintes do alimento e inibe fenómenos de degradação aeróbica. Por outro lado, os tratamentos de radiação ionizante constituem uma alternativa segura e eficaz aos tratamentos químicos convencionais de desinfecção. Mas, para isso, torna-se importante saber qual a dose indicada para cada produto alimentar. Assim, estes métodos conservam a qualidade e prolongam o tempo de vida dos alimentos, reduzindo também o impacto negativo dos tratamentos convencionais.

De momento não há registo de que alguma tecnologia de conservação tenha sido anteriormente aplicada às azedas. Neste sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia de diferentes atmosferas de embalamento e de diferentes doses de radiação ionizante na conservação de parâmetros de qualidade das azedas durante um armazenamento refrigerado.

MATERIAL E MÉTODOS

Processamento das amostras

Os exemplares silvestres de azedas (*Rumex induratus* Boiss. & Reut.; syn: *Rumex scutatus* subsp. *induratus* (Boiss. & Reut.) Nyman) foram recolhidos na região de Bragança e posteriormente lavados em água corrente. Uma porção foi

imediatamente analisada (controlo T0 não armazenado) e o restante material fresco foi embalado em sacos esterilizados de polietileno de 11,5×20 cm (63 µm de espessura e permeabilidade ao O₂ e CO₂ a 25°C de 69 e 251 cm³ m² d⁻¹ atm⁻¹, respetivamente). Foram usadas as seguintes atmosferas: 100% N₂, 100% Ar, ar atmosférico (20,8% O₂ e <0,1% CO₂) e vácuo. As amostras embaladas em ar foram irradiadas a 1, 2 e 6 kGy (doses de radiação gama estimadas) num equipamento de ⁶⁰Co. Um grupo controlo não irradiado (0 kGy, T12) seguiu todos os ensaios. As 70 embalagens preparadas foram armazenadas a 4°C durante 12 dias.

Análise de parâmetros de qualidade

Cor: os parâmetros *L**, *a** e *b** foram avaliados em ambas as páginas de 9 folhas selecionadas aleatoriamente com um colorímetro Konica Minolta (modelo CR-400).

Composição nutricional: os teores em água, proteínas, lípidos, glúcidos e cinzas foram avaliados seguindo os procedimentos oficiais da AOAC (2005) e os resultados expressos em g por 100 g de massa fresca. O valor energético (kcal 100 g⁻¹) foi determinado utilizando a equação: $4 \times (m_{\text{proteínas}} + m_{\text{glúcidos}}) + 9 \times (m_{\text{lípidos}})$.

Compostos hidrofílicos: açúcares e ácidos orgânicos foram determinados seguindo os procedimentos descritos por Pereira *et al.* (2011 e 2013). Os açúcares, analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com um detetor de índice de refração (RID), foram identificados por comparação cromatográfica com padrões comerciais e quantificados através do método do padrão interno (PI, melezitose). Os ácidos orgânicos, analisados por HPLC com detetor de fotodíodos (PDA), foram quantificados por comparação da área dos picos registados a 215 ou 245 nm (para o ácido ascórbico) com curvas de calibração obtidas a partir de padrões comerciais. Os resultados foram expressos em mg por 100 g de massa fresca.

Compostos lipofílicos: ácidos gordos e tocoferóis foram analisados seguindo os procedimentos descritos por Pereira *et al.* (2011). A identificação dos ácidos gordos, analisados por cromatografia gasosa (GC) com deteção de ionização por chama

(FID), foi realizada por comparação dos tempos de retenção relativos dos picos FAME (ésteres metílicos de ácidos gordos) das amostras com padrões comerciais. Os resultados foram expressos em percentagem relativa de cada ácido gordo. A identificação dos tocoferóis, analisados por HPLC com um detetor de fluorescência, foi realizada por comparação cromatográfica com padrões comerciais e a quantificação realizada pelo método do padrão interno (PI, tocol). Os resultados foram expressos em mg por 100 g de massa fresca.

Propriedades bioativas: a capacidade antioxidante foi avaliada em extratos hidrometanólicos usando quatro ensaios *in vitro* previamente descritos por Pereira *et al.* (2011). A atividade captadora de radicais livres DPPH foi avaliada determinando a percentagem de descoloração da solução de DPPH a 515 nm num Leitor de Microplacas ELX800. O poder redutor, avaliado no mesmo Leitor de Microplacas, foi avaliado medindo a absorvância a 690 nm, após mistura das amostras com compostos férricos. Uma absorvância elevada indica um maior poder redutor. A inibição da descoloração do β -caroteno foi avaliada pelo sistema β -caroteno-linoleato através de medições espectrofotométricas a 470 nm no tempo zero e ao fim de 2 h de incubação a 50°C. A inibição da formação de substâncias reativas do ácido tiobarbitúrico (TBARS) em homogeneizados cerebrais foi avaliada medindo a intensidade da coloração do complexo malonaldeído-ácido tiobarbitúrico a 532 nm. Trolox foi usado como padrão.

Os teores em fenóis (Wolfe *et al.*, 2003) e flavonoides (Zhishen *et al.*, 1999) totais foram quantificados em extratos hidrometanólicos concentrados a 0,625 ou 1,25 mg mL⁻¹ por leitura da absorvância a 765 ou 510 nm, respetivamente. As curvas de calibração foram calculadas usando ácido gálico (para os fenóis) e catequina (para os flavonoides) e os resultados expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) ou de catequina (EQ) por g de extrato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito na cor

O tempo de armazenamento e os tratamentos aplicados (diferentes atmosferas de embalagem e

doses de radiação ionizante) não tiveram um efeito significativo na cor verde (a^*) da página inferior das folhas (Figura 1B). A luminosidade (L^*) aumentou em ambas as páginas, assim como os valores de b^* (amarelecimento) (Figura 1A e B). As atmosferas enriquecidas em argon e o embalagem a vácuo foram os tratamentos mais eficazes em prevenir o amarelecimento. Além disso, verificou-se uma intensificação da cor amarela na página superior das folhas com o consequente aumento da dose de radiação ionizante; o mesmo se verificou para a luminosidade da página inferior das folhas. De um modo geral, a página superior foi mais propícia a alterações de cor, o que poderá dever-se à estrutura do mesófilo e à presença de cutícula.

Efeito na composição nutricional

A composição nutricional das azedas foi previamente descrita por Pereira *et al.* (2011). Os autores descreveram teores mais baixos de proteínas (1.31 g 100 g⁻¹) e mais elevados de glúcidos (6.93 g 100 g⁻¹). Contudo, os teores em água (~90.29 g 100 g⁻¹), cinzas (~1.07 g 100 g⁻¹) e lípidos (~0.39 g 100 g⁻¹), assim como o valor energético (~36.47 kcal 100 g⁻¹), foram comparáveis aos descritos neste estudo. O tempo de armazenamento e os tratamentos aplicados não tiveram um efeito significativo nos teores de água e glúcidos, ou mesmo no valor energético das amostras (Figura 2). No entanto, as amostras controlo armazenadas apresentaram um teor mais elevado de proteínas e cinzas e um valor mais baixo de lípidos (Figura 2). As amostras irradiadas apresentaram também teores mais elevados de cinzas e mais baixos de lípidos. De facto, quando os processos metabólicos não são abrandados pelo tratamento de conservação aplicado, as reservas lipídicas da planta poderão ser consumidas mais rapidamente e novos compostos serão sintetizados e acumulados nos seus tecidos (Pinela e Ferreira, 2015). Além disso, a radiação ionizante pode diminuir a atividade de enzimas envolvidas na síntese de lípidos (Pérez *et al.*, 2007).

Efeito em compostos hidrofílicos

Os tratamentos pós-colheita afetaram o teor em açúcares (Figura 3A). Identificou-se frutose,

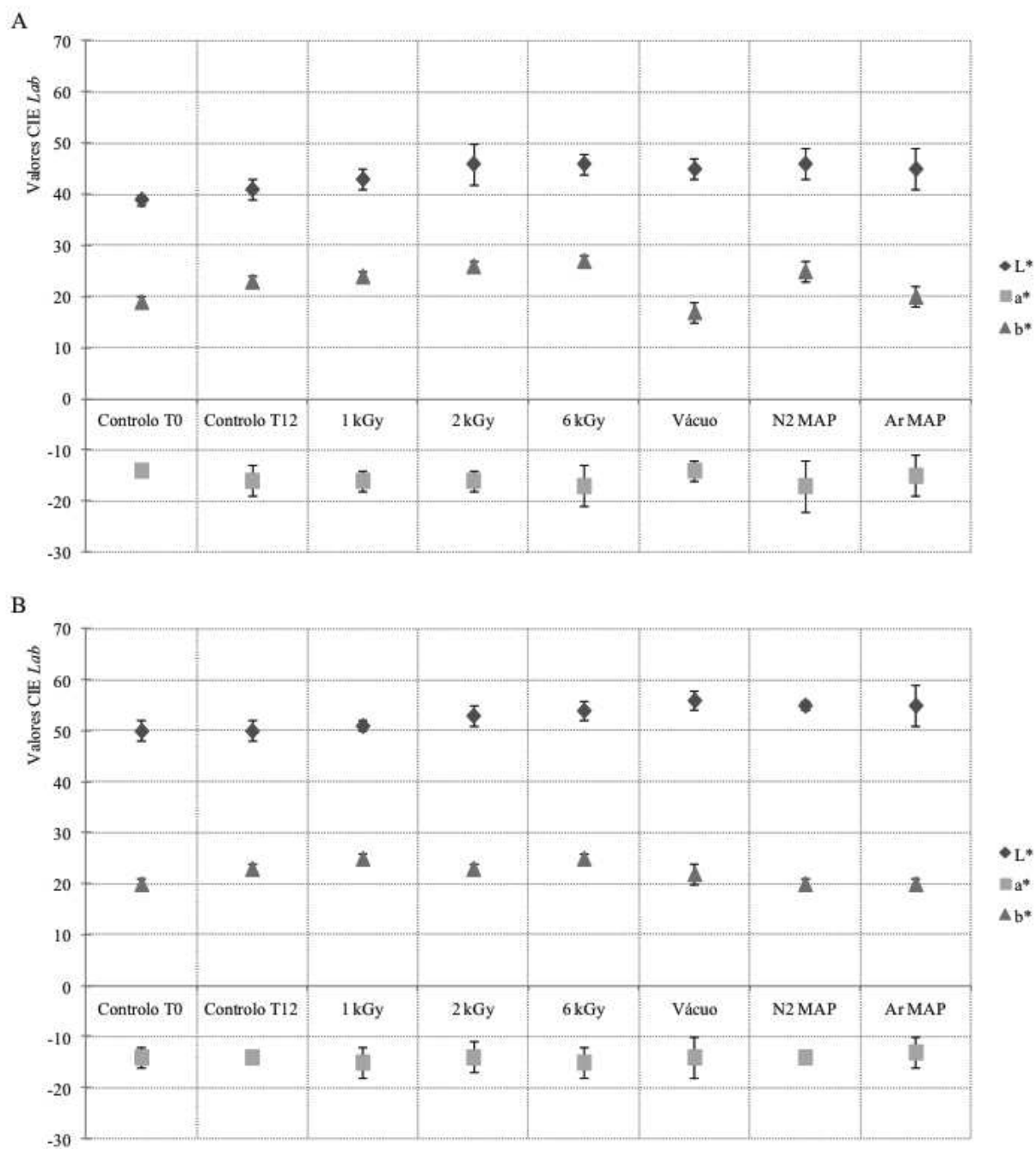


Figura 1 - Efeito dos tratamentos pós-colheita nos parâmetros de cor L^* (luminosidade), a^* (vermelho ↔ verde) e b^* (amarelo ↔ azul) registados nas páginas superior (A) e inferior (B) das folhas de azedas.

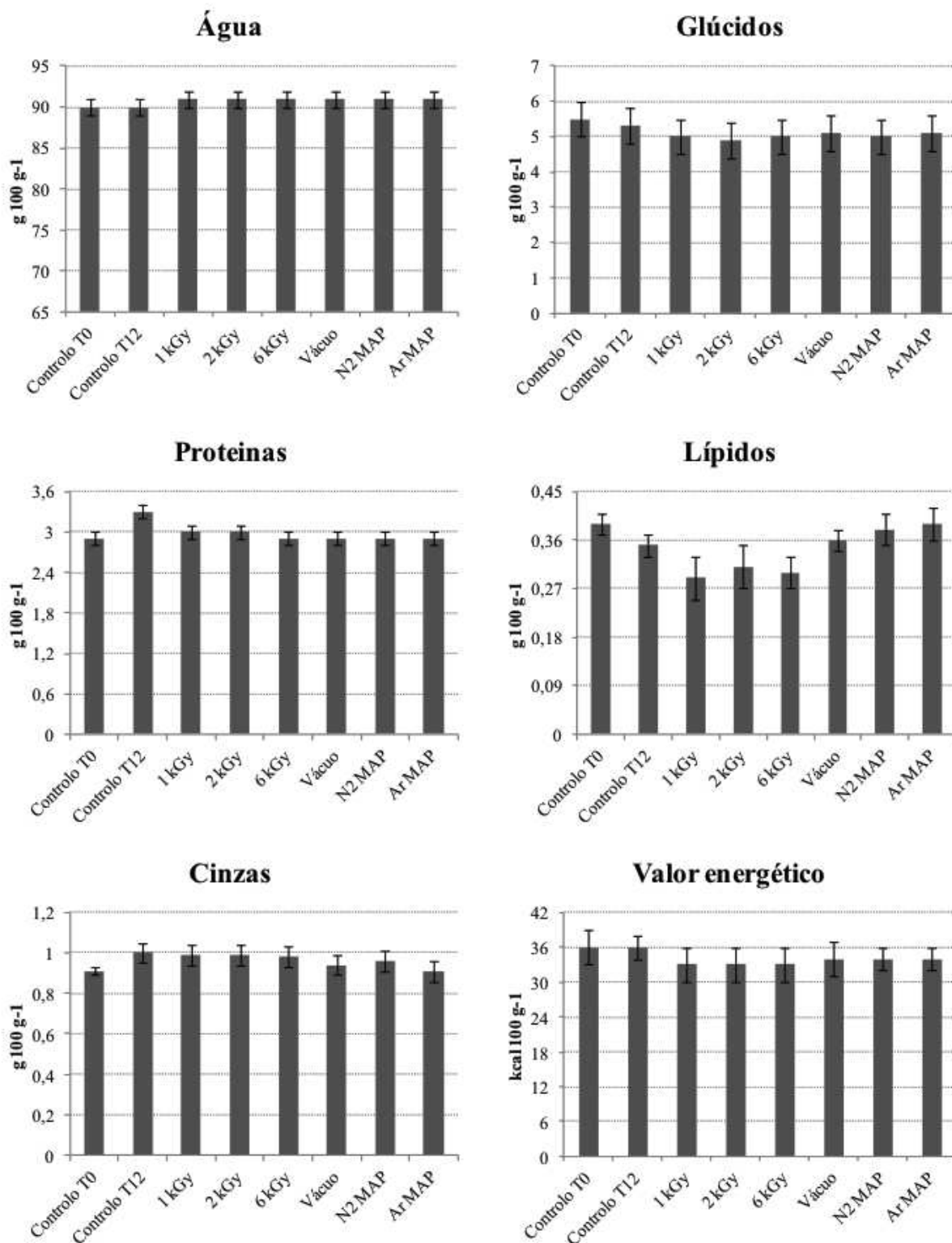


Figura 2 - Efeito dos tratamentos pós-colheita nos teores de água, glúcidos, proteínas, lípidos e cinzas e no valor energético das folhas de azedas.

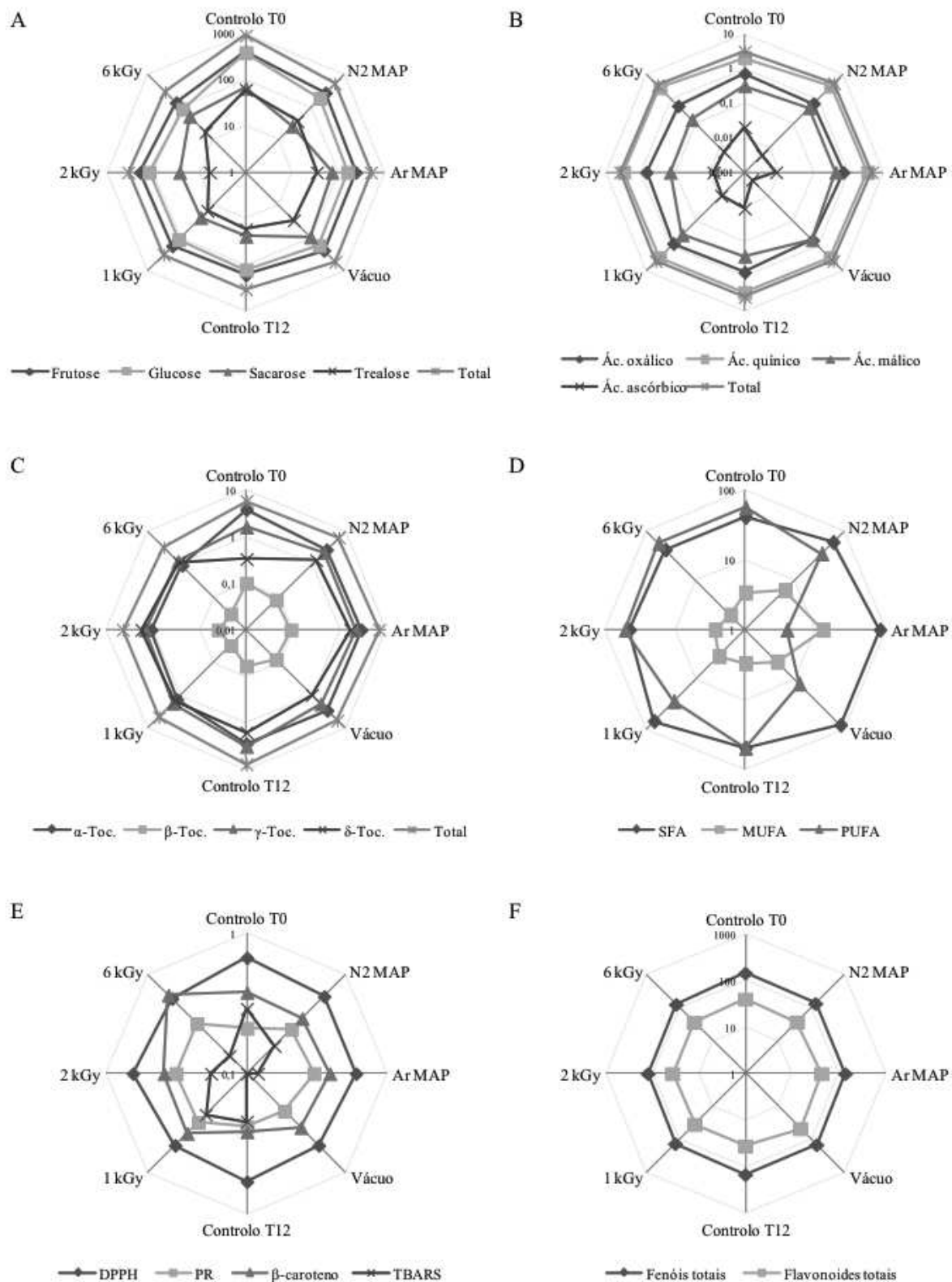


Figura 3 - Efeito dos tratamentos pós-colheita em diferentes parâmetros de qualidade: (A) açúcares ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$); (B) ácidos orgânicos ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$); (C) tocoferóis ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$); (D) ácidos gordos (% relativa); (E) atividade antioxidante (valores de EC_{50} , mg mL^{-1}); e (F) fenóis (EAG g^{-1} extrato) e flavonoides (EQ g^{-1} extrato) totais.

glucose, sacarose e trealose, sendo a frutose o açúcar mais abundante. As amostras controle não armazenadas revelaram os teores mais elevados de frutose, glucose, trealose e de açúcares totais. Curiosamente, os teores de sacarose foram mais elevados nas amostras armazenadas a vácuo e em atmosfera enriquecida em argônio. De um modo geral, o embalamento em atmosfera modificada foi mais eficaz em conservar estes compostos hidrofílicos do que o tratamento de radiação ionizante. A diminuição dos teores de frutose e glucose poderá dever-se à incapacidade do tratamento aplicado retardar a atividade metabólica das amostras, pois os açúcares redutores são os principais substratos no processo de respiração (Dey e Harborne, 1997). Além disso, os açúcares são considerados marcadores de qualidade pós-colheita.

Pereira *et al.* (2011) descreveram um teor de açúcares totais ~47% inferior ao detectado nas amostras controle não armazenadas. Os autores detectaram uma maior quantidade de sacarose (~121 mg 100 g⁻¹) nas suas amostras, mas teores mais baixos de frutose (166 mg 100 g⁻¹), glucose (122 mg 100 g⁻¹) e trealose (53 mg 100 g⁻¹). Raffinose (~19 mg 100 g⁻¹) também foi detectada. Estas diferenças poderão ser justificadas pela possível existência de diferenças no estado fenológico da planta no momento da colheita, na composição do solo e nas condições climáticas anuais dos locais de colheita, as quais afetam a composição química da planta (Nikolopoulou *et al.*, 2007).

O perfil em ácidos orgânicos também foi afetado pelos diferentes tratamentos (Figura 3B). De um modo geral, o tempo de armazenamento aumentou o teor em ácido quínico (o mais abundante) e o total de ácidos orgânicos. O embalamento a vácuo e a dose de 6 kGy diminuíram o teor em ácido oxálico. O ácido málico foi favorecido pelo embalamento em atmosfera modificada. O ácido ascórbico diminuiu com o tempo de armazenamento e foi melhor preservado pelo embalamento controle; também se verificou uma diminuição com o consequente aumento da dose de radiação ionizante. O impacto direto da radiação gama e a ação de radicais livres gerados pelo processo de radiólise da água poderão ter causado a diminuição de alguns destes compostos. A presença de ácido oxálico foi previamente descrita por Ferreres *et al.* (2006) em exemplares de azedas recolhidos na

mesma região. Posteriormente, Guerra *et al.* (2008) detectou os ácidos ascórbico, cítrico, málico e xiquímico e demonstrou que as condições de crescimento e o estado fenológico da planta afetam o teor total de ácidos orgânicos.

Efeito em compostos lipofílicos

As amostras analisadas imediatamente após colheita apresentaram os teores mais elevados de α - e β -tocoferóis (Figura 3C), os quais foram preservados pelo embalamento em atmosfera modificada, mas afetados negativamente pelo tratamento de radiação ionizante. As isoformas γ - e δ - foram mais abundantes nas amostras armazenadas. O aumento do teor total de tocoferóis nas amostras controle armazenadas poderá ter sido causado por condições de conservação indutoras de stresse, pois a síntese destes compostos lipofílicos é estimulada sob essas condições (Munné-Bosch, 2005), com o objetivo de proteger contra as espécies reativas geradas durante o armazenamento e capazes de induzir fenômenos de peroxidação lipídica. Como referido anteriormente, o embalamento controle levou também a teores baixos de açúcares totais. Estas alterações composicionais associadas a fenômenos de senescência ocorrem quando a atividade metabólica do alimento não é abrandada pelo tratamento aplicado. Contudo, é de salientar que estes antioxidantes lipofílicos poderão ter estado envolvidos na conservação de ácidos gordos polinsaturados (PUFA).

O tempo de armazenamento e os tratamentos aplicados afetaram também os 22 ácidos gordos detectados. O ácido α -linolénico (C18:3n3) foi o mais abundante nas amostras frescas, seguindo-se pelos ácidos palmítico (C16:0) e linoleico (C18:2n6). Estes três ácidos gordos também foram descritos por Pereira *et al.* (2011) como sendo os mais abundantes nesta espécie. De um modo geral, os 12 dias de armazenamento aumentaram os teores de C16:0 (exceto nas amostras irradiadas a 2 e 6 kGy), e as amostras armazenadas em atmosfera enriquecida em argônio revelaram os maiores valores. Por outro lado, os ácidos gordos C18:3n3 e C18:2n6 diminuíram sob as mesmas condições, tendo sido melhor preservados com os tratamentos por radiação às doses de 2 e 6 kGy. De um modo geral, estas alterações traduziram-se no aumento do teor

de ácidos gordos saturados (SFA) (Figura 3D) e da razão entre ácidos gordos n-6/n-3 e na diminuição da razão entre PUFA/SFA (sobretudo nas amostras sob vácuo e em atmosfera enriquecida em argón). Entre os tratamentos aplicados, a dose de 6 kGy foi a que melhor preservou os PUFA. De acordo com a literatura, alterações nos teores de ácidos gordos podem ser indício de que plantas recém-colhidas tenham passado por condições de stresse (Yi *et al.*, 2009). Enquanto alvos de radicais livres e, portanto, substratos para fenómenos de peroxidação lipídica, teores elevados de PUFA são desfavoráveis e o seu desacoplamento pode ser ativado nas mitocôndrias, o que leva a uma diminuição do índice de ligações duplas (Yi *et al.*, 2009).

Efeito nas propriedades antioxidantes

Os tratamentos pós-colheita afetaram também as propriedades antioxidantes das amostras (Figura 3E e F). De destacar a elevada capacidade antioxidante e o teor elevado em fenóis totais das amostras armazenadas a vácuo. Os resultados encontram-se expressos em valores de EC_{50} , logo os valores mais elevados traduzem uma menor atividade antioxidante. As amostras sob condições controlo apresentaram também teores elevados em fenóis e flavonoides totais e também um elevado poder redutor e capacidade de inibir a descoloração do β -caroteno. As amostras irradiadas a 6 kGy apresentaram resultados opostos. Estas variações podem ser atribuídas, em parte, a fenómenos de oxidação e processos radiolíticos, assim como a alterações na estrutura e na extratibilidade de compostos fenólicos e outras moléculas dotados de atividade antioxidante (Pereira *et al.*, 2015; Ito *et al.*, 2016). Pereira *et al.* (2011) quantificou teores mais

baixos de fenóis totais (117 mg GAE g^{-1} extrato) mas mais elevados de flavonoides (90 mg CE g^{-1} extrato), em comparação com o controlo não armazenado. Os autores prepararam extratos metanólicos e obtiveram um semelhante poder redutor, mas melhores performances para os outros três ensaios *in vitro*.

CONCLUSÕES

Todos os tratamentos aplicados tiveram efeitos positivos e negativos nos parâmetros de qualidade analisados. A composição nutricional das amostras embaladas em atmosfera modificada não sofreu alterações significativas durante o armazenamento. Tendo em conta todos os parâmetros avaliados e o efeito dos diferentes tratamentos foi possível concluir que o embalamento a vácuo foi o que melhor conservou a qualidade global das amostras, seguido do embalamento em atmosfera enriquecida em argón. Este estudo contribuiu também para a revalorização desta espécie silvestre comestível, dado o seu potencial na indústria de produtos vegetais minimamente processados.

AGRADECIMENTOS

Ao PRODER – Projeto AROMAP, pelo apoio financeiro ao trabalho, e à FCT pelo apoio financeiro ao CIMO (PEst-OE/AGR/UI0690/2014), ao REQUIMTE (UID/QUI/50006/2013) e ao C2TN (RECI/AAG-TEC/0400/2012; UID/Multi/04349/2013) e pelas bolsas atribuídas a J. Pinela (SFRH/BD/92994/2013), a J.C.M. Barreira (SFRH/BPD/72802/2010) e a L. Barros (SFRH/BPD/107855/2015).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (2005). *Official methods of analysis of AOAC international* (18th ed.). AOAC International, Gaithersburg, MD, USA.
- Dey, P.M. & Harborne, J.B. (1997) – *Plant biochemistry*. Academic Press, London, UK.
- Ferreres, F.; Ribeiro, V.; Izquierdo, A.G.; Rodrigues, M.Â.; Seabra, R.M.; Andrade, P.B. & Valentão, p. (2006) – *Rumex induratus* leaves: interesting dietary source of potential bioactive compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 54, n. 16, p. 5782-5789. <http://dx.doi.org/10.1021/jf0613233>
- Guerra, L.; Pereira, C.; Andrade, P.B.; Rodrigues, M.Â.; Ferreres, F.; de Pinho, P.G.; Seabra, R.M. & Valentão, p. (2008) – Targeted metabolite analysis and antioxidant potential of *Rumex induratus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 56, n. 17, p. 8184-8194. <http://dx.doi.org/10.1021/jf801385z>
- Ito, V.C.; Alberti, A.; Avila, S.; Spoto, M.; Nogueira, A. & Wosiacki, G. (2016) – Effects of gamma radiation on the phenolic compounds and *in vitro* antioxidant activity of apple pomace flour during storage using multivariate statistical techniques. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 33, p. 251-259. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2015.12.015>
- Munné-Bosch, S. (2005) – The role of α -tocopherol in plant stress tolerance. *Journal of Plant Physiology*, vol. 162, n. 7, p. 743-748.
- Nikolopoulou, D.; Grigorakis, K.; Stasini, M.; Alexis, M.N. & Iliadis, K. (2007) – Differences in chemical composition of field pea (*Pisum sativum*) cultivars: effects of cultivation area and year. *Food Chemistry*, vol. 103, n. 3, p. 847-852. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.035>
- Pérez, M.B.; Avelaño, M.I. & Croci, C.A. (2007) – Growth inhibition by gamma rays affects lipids and fatty acids in garlic sprouts during storage. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 44, n. 2, p. 122-130. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.08.018>
- Pereira, C.; Barros, L.; Carvalho, A.M. & Ferreira, I.C.F.R. (2013) – Use of UFLC-PDA for the analysis of organic acids in thirty-five species of food and medicinal plants. *Food Analytical Methods*, vol. 6, n. 5, p. 1337-1344. <http://dx.doi.org/10.1007/s12161-012-9548-6>
- Pereira, C.; Barros, L.; Carvalho, A.M. & Ferreira, I.C.F.R. (2011) – Nutritional composition and bioactive properties of commonly consumed wild greens: Potential sources for new trends in modern diets. *Food Research International*, vol. 44, n. 9, p. 2634-2640. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.012>
- Pereira, E.; Barros, L.; Dueñas, M.; Antonio, A.L.; Santos-Buelga, C. & Ferreira, I.C.F.R. (2015) – Gamma irradiation improves the extractability of phenolic compounds in *Ginkgo biloba* L. *Industrial Crops and Products*, vol. 74, p. 144-149. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.04.039>
- Pinela, J.; Barreira, J.C.M.; Barros, L.; Antonio, A.L.; Carvalho, A.M.; Oliveira, M.B.P.P. & Ferreira, I.C.F.R. (2016) – Postharvest quality changes in fresh-cut watercress stored under conventional and inert gas-enriched modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 112, p. 55-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.10.004>
- Pinela, J. & Ferreira, I.C.F.R. (2015) – Non-thermal physical technologies to decontaminate and extend the shelf-life of fruits and vegetables: Trends aiming at quality and safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, In press. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2015.1046547>
- Wolfe, K.; Wu, X. & Liu, R.H. (2003) – Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 51, n. 3, p. 609-614. <http://dx.doi.org/10.1021/jf020782a>
- Yi, C.; Jiang, Y.; Shi, J.; Qu, H.; Duan, X.; Yang, B.; Prasad, N.K. & Liu, T. (2009) – Effect of adenosine triphosphate on changes of fatty acids in harvested litchi fruit infected by *Peronophythora litchii*. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 54, n. 3, p. 159-164. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.06.008>
- Zhishen, J.; Mengcheng, T. & Jianming, W. (1999) – The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, vol. 64, n. 4, p. 555-559. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)