

Efeito do tempo de refrigeração e da columela em *Actinidia deliciosa*

Vanessa Silva¹ & Carlos Ribeiro^{2*}

¹Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real - Portugal, v_93_silva@hotmail.com

²Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Departamento de Agronomia, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real - Portugal, cribeiro@utad.pt

Resumo

O incremento da produção de quivi tem contribuído para o reforço significativo desta fileira em Portugal. O valor nutricional e dietético e o potencial de conservação pelo frio permitem que seja muito utilizado por um número cada vez maior de consumidores. O objetivo do presente trabalho foi identificar o efeito de diferentes tempos de refrigeração em atmosfera normal em parâmetros biométricos, colorimétricos e texturais, índice refratométrico, açúcares totais, pH, ácidos orgânicos e atividade antioxidante. Foi também objetivo identificar o efeito da presença da columela na caracterização química, tendo sido analisada polpa completa e polpa sem columela. Foram amostrados 25 frutos após refrigeração a 0 °C e 90 a 95% de humidade relativa, após 13, 15, 18 e 20 semanas após a colheita, sendo que os frutos eram oriundos de quatro produtores diferentes e colhidos em datas diferentes (entre 12 e 21 de novembro de 2013). Houve diferenças significativas na massa dos frutos com treze semanas de armazenamento, que correspondeu à primeira das quatro datas de colheita, o que pode justificar-se com frutos ainda em fase de desenvolvimento, pelo que mais sensíveis à perda de massa e a menor massa inicial. A força necessária para romper a epiderme do quivi foi menor na amostragem após 15 semanas, aspeto apenas imputável às práticas culturais e momento de colheita do produtor correspondente. A brandura dos tecidos da polpa foi também evidenciada nos frutos com 15 semanas de refrigeração, face aos valores de força registada a 15mm de deslocamento. Estes frutos indiciam colheita em estado mais avançado de maturação. Os parâmetros cromáticos, CIEL*a*b*, da epiderme, tenderam para aumento entre as 13 e as 20 semanas de refrigeração, enquanto a polpa evidenciou maior intensidade de cor (C*) após 18 semanas. Ácidos málico e cítrico estavam presentes em maior concentração nos frutos com menor tempo de armazenamento e com columela (à exceção dos quivis com 13 semanas de frio). O índice refratométrico e a concentração de açúcares totais tenderam para aumento com o tempo de armazenamento, comprovando a colheita antecipada nos frutos com 13 semanas de refrigeração. Convém frisar a importância da origem do quivi, o estado de maturação, exposição solar e práticas culturais, fatores não considerados no presente trabalho. A atividade antioxidante dos quivis revelou valores mais elevados com tempo maior de armazenamento e sem columela, renunciando a importância do tempo na síntese de metabolitos secundários e o eventual menor interesse da columela em termos dietéticos.

Palavras-chave: quivi, força, ácidos, açúcares, atividade antioxidante

Abstract

Effect of refrigeration time and columella in *Actinidia deliciosa*. The increase of kiwifruit production has contributed to the significant enhancement of this sector in

Portugal. The nutritional and dietary value and the potential availability for cold conservation allow it to be widely used by an increasing number of consumers.

The aim of this study was to identify the effect of different cooling times in normal atmosphere on biometric, colorimetric and textural parameters, refractive index, total sugar, pH, organic acids and antioxidant activity. It was also an objective, the identification of the effect of the presence of the columella in the chemical characterization, and was analyzed complete pulp and pulp without columella, namely on the quantification of antioxidant activity and organic acids. We sampled 25 fruits after cooling at 0 °C and 90 to 95% relative humidity after 13, 15, 18 and 20 weeks after harvest, and the fruits were from four different producers and harvested at different times (between 12th and 21st November 2013). There were significant differences in fruit weight with thirteen weeks of storage, which corresponded to the first of the four harvest dates, which can be justified with fruit still under development, so more susceptible to weight loss and lower initial weight. The force required to break the skin of the kiwifruit was smaller in the sample after 15 weeks, which can be only imputable to cultural practices and moment of each producer harvest. The softness of the pulp tissue was also showed in fruits with 15 weeks of cooling, according to the force values recorded at 15mm of probe displacement. These fruits indicate harvest of kiwifruit in more advanced stage of maturation. The chromatic parameters CIEL*a*b* of the epidermis, tend to increase between 13 and 20 weeks of cooling, while the pulp showed greater intensity of color (C*) after 18 weeks. Malic and citric acids were present in higher concentrations in fruits with less storage time and columella (except kiwifruits with 13 weeks of cooling). The refractive index and the concentration of total sugars tended to increase with storage time, proving the early harvest in fruits with 13 weeks of cooling. It should be stressed the importance of kiwifruit origin, maturity, sun exposure and cultural practices, factors not considered in this work. The antioxidant activity of kiwifruits showed higher values with longer storage without columella, which announce the importance of time in the synthesis of secondary metabolites and the possible lower interest of columella for dietary use.

Keywords: kiwifruit, force, acids, sugars, antioxidant activity

Introdução

O quivi produzido em Portugal é maioritariamente oriundo da região de Entre Douro e Minho e representa 82% das 28300 t da produção nacional em 2015 (INE, 2016). A *Actinidea deliciosa* (polpa verde) e *Actinidea chinensis* (polpa amarela) são espécies com maior expressão a nível comercial (Ma et al., 2017), sendo *Actinidea deliciosa* aquela que é maioritariamente produzida e consumida em Portugal.

A qualidade do quivi é definida no campo e através das operações culturais utilizadas (Famiani et al., 2012). Cor, firmeza, sólidos solúveis e acidez são parâmetros utilizados para a definição da data de colheita e são os primeiros aspetos de avaliação do consumidor aquando da compra do fruto. O quivi é importante como fonte de vitaminas e fibras mas também pelo conteúdo em antioxidantes como ácido ascórbico, compostos fenólicos, flavonóides e ácidos orgânicos, compostos importantes na alimentação humana (Strail et al., 2006).

A refrigeração, preferencialmente em atmosfera controlada, permite manter os aspetos qualitativos do quivi - firmeza, sólidos solúveis totais e acidez -, durante mais tempo (Latocha et al., 2014). O uso de refrigeração, associado a estados ótimos de maturação e aspetos qualitativos inerentes à produção primária, são fundamentais para a

manutenção de parâmetros nutricionais e sensoriais dos frutos ao longo do tempo (Fisk et al., 2008).

O objetivo do presente trabalho foi identificar o efeito de diferentes tempos de refrigeração em atmosfera normal em parâmetros biométricos, cromáticos e de textura, bem como em parâmetros físico-químicos - índice refratométrico, açúcares totais, pH, ácidos orgânicos e atividade antioxidante. Foi também objetivo identificar o efeito da presença da columela na caracterização química.

Material e Métodos

Material Vegetal. O quivi foi amostrado após refrigeração de 13, 15, 18 e 20 semanas, à temperatura de 0 °C e humidade relativa de 90-95%, tendo origem em produtores diferentes do Entre Douro e Minho. Foram amostrados 25 quivis em cada data de amostragem, não tendo sido acompanhado o processo de colheita nem de preparação para refrigeração nem o período de refrigeração.

Caraterização física. Para determinação de parâmetros biométricos utilizou-se uma balança analítica Kern EW, com capacidade máxima de 2200 g para determinação da massa de cada fruto. A biometria (comprimento e diâmetro) foi determinada com paquímetro.

Os parâmetros cromáticos foram determinados através da utilização de colorímetro Minolta Chroma Meter CR-300. Em cada fruto fizeram-se 2 leituras na epiderme e 3 na parte interna, 2 na polpa e 1 na columela.

Para determinar a força de rotura da epiderme, e da polpa após deslocamento de 15mm, a área até ao rompimento da epiderme e área total, utilizou-se o analisador de textura TA.XT Plus da Stable Micro Systems, com sonda cilíndrica de 6mm de diâmetro, P6, e célula de carga de 5 kg, à velocidade de teste de 5 mm/s e distância máxima de deslocamento de 25 mm.

Análise de rotina. O teor de sólidos solúveis totais (TSS) foi determinado em sumo, através da quantificação do índice refratométrico (IR) em refratómetro Atago PR-101.

O pH foi analisado em medidor de pH Jenway 3310.

Caraterização química. Os açúcares totais foram determinados pelo método fenol-sulfúrico, através da metodologia de Dubois et al. (1956). Os resultados são expressos em mg (equivalentes de frutose)/g peso seco.

Para determinação de ácidos orgânicos utilizou-se cromatografia líquida de alta resolução com deteção por fotodíodos (HPLC-DAD), com base na metodologia de Philips et al. (2010). Os resultados são expressos em mg/g de peso seco.

A atividade antioxidante foi determinada pela quantificação da inibição de radicais livres 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) através da metodologia de Marinova et al. (2005), Heimler et al. (2007) e Lamien-Meda et al. (2008). Os resultados são expressos em % de inibição de radicais metálicos DPPH.

Análise estatística. Foi feita análise de variância e separação de médias através do teste de Tuckey-HSD com o pacote informático JMP-8. São apresentados os valores médios.

Resultados e Discussão

A força necessária para romper a epiderme do quivi e a força registada na polpa após 15 mm de deslocamento da sonda cilíndrica P6 (Quadro1), foram significativamente menores em frutos com 15 semanas de refrigeração comercial, aspeto imputável ao produtor e, naturalmente, às práticas culturais e à maturação no momento da colheita (Fisk

et al., 2008). Estes valores de força são confirmados com o trabalho realizado (área até ao pico de rotura da epiderme e área total nos 25 mm de deslocamento), que é inferior nos mesmos quivis (resultados não apresentados), mas que são confirmados pelos resultados obtidos por Krupa et al. (2011) para *Actinidea arguta*.

No que concerne à luminosidade da epiderme dos quivis, observou-se maior L* (46,90) em quivis com maior tempo de refrigeração comercial e menor em quivis com reduzido tempo de armazenamento (40,13), situação facilmente justificável pela tendência para descoloração com tempo maior de conservação frigorífica em atmosfera normal. Também os parâmetros cromáticos – a* e b* – que definem o croma (C*) são significativamente maiores em quivis com maior tempo de refrigeração (Quadro 1).

Quivis com o menor e o maior tempo de refrigeração apresentaram os valores maiores de luminosidade, enquanto a cromaticidade foi mais marcante em frutos com 18 semanas de refrigeração (maiores valores absolutos de a*, b* e C*).

O índice refratométrico e a concentração de açúcares totais em quivis (Quadro 2) permite identificar de forma suficientemente clara que os frutos com maior tempo de armazenamento apresentaram maiores valores, tendência também verificada por Krupa et al. (2011). Facto que não deixa de ser curioso e antagónico, uma vez que deveriam ter estado sujeitos a maior atividade respiratória e, conseqüentemente, deveriam ter consumido mais açúcares, mas revela também que os tempos totais de armazenamento são coerentes com a preservação qualitativa de quivi e, por outro lado, pode querer significar que os quivis com menos tempo de armazenamento, que foram simultaneamente os que tiveram colheita mais antecipada, poderiam refletir menor acumulação de açúcares.

Relativamente ao pH (Quadro 2), verifica-se que quivis com os menores períodos de refrigeração apresentam valores ligeiramente maiores. De facto, ao analisar os resultados referentes aos ácidos málico e cítrico, as suas concentrações são mais elevadas em quivis com menor tempo de refrigeração. Esta observação, juntamente com a dos açúcares, permite tirar a ilação de estado de maturação mais avançado nos quivis submetidos a maior tempo de armazenamento (18 e 20 semanas), consubstanciado no maior valor de açúcares solúveis e menor acidez.

A atividade antioxidante (Quadro 2) foi mais significativa em frutos com maior período de armazenamento do que nos frutos com menor período de refrigeração, tendo os quivis com 20 semanas de refrigeração comercial apresentado maior teor de vitamina C. Estes aspetos podem associar-se à evolução dos compostos responsáveis pela cor do fruto, uma vez que frutos com maior tempo de refrigeração têm valores superiores de parâmetros cromáticos (Ma et al., 2017).

Quanto ao efeito da columela nos resultados observados (Quadro 3), foi evidente a diferença na atividade antioxidante, em que a presença da columela fez decrescer a percentagem de radicais livres neutralizados. Também a concentração de ácido málico tendeu a ser manifestamente superior em frutos com columela (à exceção dos quivis refrigerados durante menos tempo). Estes resultados carecem de novos estudos de confirmação, mas podem ser importantes para se aferir do interesse e relevância do consumo do quivi e da influência da columela na composição nutricional e efeitos dietéticos de quivi.

Apesar de constituir um ato especulativo, porque não emana dos resultados do trabalho, sendo considerado importante para a redução de incidência de diferentes doenças a atividade antioxidante, parece ser notório que a eliminação da columela aquando do uso alimentar de quivi faz crescer o aporte de potencial antioxidante.

Conclusões

O tempo de refrigeração apresentou efeito significativo nas variáveis estudadas, apesar dos fatores associados à produção primária e ao momento de colheita não terem sido estudados.

A utilização da polpa de quivi com ou sem columela influenciou a concentração de ácido málico e a atividade antioxidante.

O trabalho beneficiaria com a incorporação de informação da produção primária e com o acompanhamento dos frutos em todo o período de refrigeração e não apenas após refrigeração.

No futuro, será interessante considerar tecnologias alternativas de refrigeração e aprofundar o efeito da columela em termos alimentares, nutricionais, dietéticos e possíveis efeitos na saúde.

Agradecimentos

À D. Rosa Paula Carvalho e ao Doutor Alfredo Aires, do Laboratório Agro-Alimentar do Departamento de Agronomia da UTAD.

Referências

- Dubois, M.; Gilles, K.A.; Hamilton, J.K.; Rebers, P.A. e Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- Famiani, F., Baldicchi, A., Farinelli, D., Cruz-Castillo, J. G., Marocchi, F., Mastroleo, M., Moscatellod, S., Proiettid, S., Battistelli, A. (2012). Yield affects qualitative kiwifruit characteristics and dry matter content may be an indicator of both quality and storability. *Scientia Horticulturae*, 146: 124–130.
- Fisk, C. L., Silver, A. M., Strik, B. C., & Zhao, Y. (2008). Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* “Ananasnaya”) associated with packaging and storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 47, 338–345.
- Heimler, D.; Isolani, L.; Vignolini, P.; Tombelli, S. e Romani, A. (2007). Polyphenol content and antioxidant activity in some species of freshly consumed salads. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 55: 1724-1729.
- INE, 2016. Estatísticas Agrícolas 2015. www.ine.pt
- Krupa, T., Latocha, P., & Liwińska, A. (2011). Changes of physicochemical quality, phenolics and vitamin C content in hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) during storage. *Scientia Horticulturae*, 130: 410–417.
- Lamien-Meda, A.; Lamien, C.; Campaoré, M.; Meda, R.; Kiendrebeogo, M.; Zeba, B.; Millogo, J.; Nacoulma, O. (2008). Content and Antioxidant activity of fourteen wild edible fruits from Burkina Faso. *Molecules*, 13: 581-594.
- Latocha, P., Krupa, T., Jankowski, P., & Radzanowska, J. (2014). Postharvest Biology and Technology Changes in postharvest physicochemical and sensory characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) after cold storage under normal versus controlled atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 88: 21–33.
- Ma, T., Sun, X., Zhao, J., You, Y., Lei, Y., Gao, G., & Zhan, J. (2017). Nutrient compositions and antioxidant capacity of kiwifruit (*Actinidia*) and their relationship with flesh color and commercial value. *Food Chemistry*, 218, 294–304.
- Marinova, D., Ribarova, F. e Atanassova, M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40: 255-260.
- Phillips, M., Sheaff, M., Szlosarek, P., 2010. *Anal Bioanal Chemistry* 398:425-434

Strail, P., Klejdus, B. and Kubán, V. 2006. Determination of total content of phenolic compounds and their antioxidant activity in vegetables – evaluation of spectrophotometric methods. *J. Agric. Food Chem.* 54: 607-616.

Quadros e Figuras

Quadro 1 – Quantificação de parâmetros de textura e cromáticos de quivis submetidos a refrigeração comercial entre 13 e 20 semanas. Letras diferentes em cada coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

	Força rotura epiderme (N)	Força a 15mm (N)	L* (epiderme)	a* (epiderme)	b* (epiderme)	C* (epiderme)	L* (polpa)	a* (polpa)	b* (polpa)	C* (polpa)
Semanas										
13	19,21a	1,46c	40,13c	4,20ab	22,56c	23,01c	53,63b	-7,55ab	19,10b	20,41b
15	13,62b	1,05d	45,07b	3,49b	25,33b	25,64b	51,75c	-6,65a	21,04b	22,14b
18	18,10a	2,11b	44,70b	4,87a	25,00b	25,51b	52,89b	-8,51b	24,49a	26,01a
20	18,72a	2,55d	46,71a	4,75a	28,28a	28,75a	54,57a	-6,72a	18,36b	19,73b

Quadro 2 – índice refratométrico, concentração de açúcares totais em equivalentes de frutose, pH e concentração de ácidos málico e cítrico em quivis submetidos a refrigeração comercial entre 13 e 20 semanas. Letras diferentes em cada coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

	IR (%Brix)	Açúcares totais (mg frutose/g peso seco)	pH	Ácido málico (mg/g peso seco)	Ácido cítrico (mg/g peso seco)	DPPH (% inibição)	Vitamina C (mg/g peso seco)
Semanas							
13	9,29b	357,36b	2,87a	13,85b	64,45a	81,14c	5,43c
15	12,08a	388,43b	2,91a	16,06a	57,97ab	82,02c	6,06b
18	12,03a	468,17a	2,77b	8,56c	52,68b	90,36b	4,14d
20	12,43a	47364a	2,80b	9,23c	44,13c	92,62a	9,18a

Quadro 3 – Efeito da presença de columela e efeito conjugado do tempo de refrigeração e presença de columela na atividade antioxidante e na concentração de ácido málico de quivis. Letras diferentes em cada coluna indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

	DPPH (% inibição)	Ácido málico (mg/g peso seco)
Com Columela	84,27b	
Sem columela	88,80a	
13 semanas com columela	76,82d	11,82cd
13 semanas sem columela	85,46c	15,89ab
15 semanas com columela	77,31d	17,82a
15 semanas sem columela	86,73c	14,30bc
18 semanas com columela	91,02ab	11,38d
18 semanas sem columela	89,69b	5,73e
20 semanas com columela	91,92ab	10,80d
20 semanas sem columela	93,32a	7,66e