

Estádio de Maturação para a Colheita e Temperatura Ideal de Armazenamento para Acerolas Destinadas ao Consumo in natura

Danielly Souza Silva¹; Maria Aparecida Rodrigues Ferreira²; Bruna Silva Ribeiro³; Sérgio Tonetto de Freitas⁴

Resumo

Este trabalho teve como objetivos identificar o estágio de maturação para a colheita e a temperatura ideal de armazenamento no prolongamento da vida pós-colheita de acerolas 'Flor Branca' e 'Junko' destinadas ao consumo in natura. Os frutos foram colhidos em três estádios de maturação fisiológica: a) estágio 1, de coloração verde; b) 2, de 1% a 25% de coloração vermelha, e 3, de coloração vermelha maior que 25%. Os frutos foram armazenados a 8 °C, 10 °C, 12 °C. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 (maturação x temperatura) com quatro repetições de 250 g de frutos. Os frutos colhidos no estágio de maturação verde e armazenados a 12 °C mantiveram a melhor qualidade física e química durante o armazenamento não apresentando sintomas de injúria por frio e evolução lenta da coloração do verde para o vermelho em ambas as cultivares. Acerolas 'Junko' colhidas com epiderme verde e armazenadas a 12 °C por 21 dias também apresentaram maior acidez titulável. Frutos colhidos

¹Estudante de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco (UPE), bolsista Facepe, Petrolina, PE.

²Estudante de Ciências Biológicas, UPE, bolsista CNPq/PIBIC - Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), Petrolina, PE.

⁴Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Biologia de Plantas, pesquisador Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. sergio.freitas@embrapa.br.

em estádios de maturação mais avançados tiverem menor vida pós-colheita, assim como o armazenamento a temperaturas de 8 °C e 10 °C propiciaram o desenvolvimento de injúria por frio nos frutos. A colheita de acerolas com epiderme ainda verde, logo antes do aparecimento de coloração vermelha, seguido pelo armazenamento a 12 °C resulta em melhor conservação da qualidade dos frutos destinados ao consumo in natura.

Palavras-chave: aceroleira, qualidade, fisiologia pós-colheita.

Introdução

A qualidade pós-colheita de acerolas destinadas ao consumo in natura pode ser mantida por uma a duas semanas, o que pode resultar em 40% de perdas dependendo do estágio de maturação dos frutos na colheita e das condições de armazenamento (CARRINGTON; KING, 2002).

A definição do estágio de maturação na colheita deve levar em consideração a qualidade dos frutos e o tempo necessário para que cheguem ao mercado consumidor. Frutos colhidos em estádios de maturação pouco avançados possuem maior capacidade de armazenamento que os colhidos em estádios de maturação mais avançados. Entretanto, frutos colhidos em estágio de maturação pouco avançado podem apresentar menor qualidade para o consumo por causa do menor acúmulo de açúcares e outras substâncias responsáveis pelo sabor.

A temperatura de armazenamento é o fator que mais afeta o metabolismo e a qualidade pós-colheita de frutos. Temperaturas baixas reduzem o metabolismo e aumentam a vida pós-colheita de produtos agrícolas. Entretanto, temperaturas baixas podem causar injúrias por frio nos frutos (CRISOSTO et al., 1999). Para a acerola in natura, estudos sugerem temperaturas de armazenamento de 5,5 °C a 15 °C, dependendo do genótipo (ARAÚJO et al., 2009). Para as cultivares de acerola produzidas no Vale do São Francisco, pouco se sabe sobre temperaturas ideais de armazenamento.

Este trabalho teve como objetivos identificar o estágio de maturação para a colheita e a temperatura ideal de armazenamento no prolongamento da vida pós-colheita de acerolas 'Flor Branca' e 'Junko' destinadas ao consumo in natura.

Material e Métodos

Acerolas 'Flor Branca' e 'Junko', produzidas em um pomar comercial de aproximadamente um hectare no Vale do São Francisco, foram colhidas e levadas ao Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido onde foram submetidas a um processo de seleção para eliminar frutos com danos mecânicos ou incidência de doenças e insetos. Os frutos foram lavados com água clorada contendo $600 \mu\text{L}^{-1}$ de cloro ativo e secos a temperatura de 20°C e em seguida foram randomizados para compor as amostras experimentais e acondicionados em cumbucas plásticas baixas de $5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 17 \text{ cm}$ (altura x largura x comprimento) para evitar danos mecânicos.

Os tratamentos utilizados foram combinações de três estádios de maturação fisiológica: estágio 1, de coloração verde; 2, de 1 a 25% de coloração vermelha e 3, de coloração vermelha maior que 25% e três temperaturas de armazenamento de 8°C , 10°C e 12°C . O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×3 , com quatro repetições de 250 g de frutos.

Os frutos foram armazenados por 21 dias e avaliados aos 7 e 21 dias após a colheita quanto aos parâmetros de qualidade físico-química, injúria pelo frio (%), incidência de podridão (%), coloração da epiderme expressa por meio do parâmetro de ângulo hue ($0^\circ =$ vermelho; $90^\circ =$ amarelo; $180^\circ =$ verde), teor de sólidos solúveis (%) e acidez titulável (% ácido málico).

Quando 60% dos frutos de cada tratamento apresentaram ocorrência de podridão, o período de armazenamento foi concluído. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Resultados e Discussão

No momento da colheita, acerolas 'Flor Branca' e 'Junko' no estágio de maturação 1 (cor da epiderme verde) apresentaram maiores teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e coloração da epiderme mais verde ($^{\circ}h$) em relação aos frutos colhidos nos demais estádios de maturação (Tabela 1). O ângulo hue representa a variação de cor do azul-verde (180°) para o amarelo (90°) e vermelho-roxo (0°). A cultivar Junko apresentou AT semelhante entre os estádios de maturação 1 e 2 (Tabela 1).

Tabela 1. Teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT, % de ácido málico) e cor de epiderme ($^{\circ}h$) de acerolas 'Flor Branca' e 'Junko' colhidas em três estádios de maturação.

Maturação*	'Flor Branca'			'Junko'		
	SS (%)	AT (%)	$^{\circ}h$	SS (%)	AT (%)	$^{\circ}h$
1	7,67 a**	1,86 a	117,4 a	8,60 a	2,11 a	112,1 a
2	6,93 b	1,67 b	96,2 b	7,83 b	2,05 ab	56,8 b
3	7,13 b	1,52 c	60,8 c	7,60 b	1,88 b	24,9 c
CV (%)	1,38	1,45	2,10	2,86	3,44	10,73

*Estádio de maturação 1 = epiderme verde, 2 = 1% a 25% de coloração vermelha, e 3 = maior que 25% de coloração vermelha. **Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Aos 7 dias de armazenamento, os parâmetros SS e AT de acerolas 'Flor Branca' e 'Junko' não apresentaram interação e efeito significativo para os fatores estágio de maturação e temperatura de armazenamento (Tabela 2).

Os valores de AT variaram de 1,60% a 2,09% e 1,59% a 2,52% de ácido málico para acerolas 'Flor Branca' e 'Junko', respectivamente (Tabela 2). Esta variação na AT está dentro do esperado para acerolas (MOURA et al., 2007). O ângulo de cor dos frutos (h°) apresentou interação significativa entre os fatores estágio de maturação e temperatura de armazenamento (Tabela 2). Os valores de $^{\circ}h$ observados em acerolas 'Flor Branca' e 'Junko' indicam que

frutos mais maduros apresentaram coloração mais vermelha, assim como temperatura de 12 °C favoreceu o amadurecimento dos frutos, quando comparada com as temperaturas de 8 °C e 10 °C, aos 7 dias de armazenamento (Tabela 2).

Tabela 2. Teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT, % de ácido málico) e cor de epiderme (h) de acerolas 'Flor Branca' e 'Junko' colhidas em três estádios de maturação e armazenadas a 8 °C, 10°C ou 12°C por 7 dias.

Mat.*	Temp. (°C)	'Flor Branca' aos 7 dias			'Junko' aos 7 dias		
		SS (%)	AT (%)	°h	SS (%)	AT (%)	°h
1	8	7,75 ^{NS**}	2,00 ^{NS}	115,4 Aa***	8,22 ^{NS}	1,94 ^{NS}	113,4 Aa
	10	7,78 ^{NS}	2,02 ^{NS}	111,7 Aa	9,52 ^{NS}	2,51 ^{NS}	70,1 Ab
	12	7,70 ^{NS}	2,09 ^{NS}	107,6 Ac	9,35 ^{NS}	2,52 ^{NS}	30,7 Ac
2	8	7,55 ^{NS}	1,80 ^{NS}	79,4 Bb	7,32 ^{NS}	1,87 ^{NS}	44,6 Ba
	10	7,35 ^{NS}	1,83 ^{NS}	50,8 Bc	8,17 ^{NS}	2,40 ^{NS}	32,1 Bb
	12	7,35 ^{NS}	1,88 ^{NS}	55,2 Bb	6,82 ^{NS}	2,40 ^{NS}	23,6 Bc
3	8	7,55 ^{NS}	1,68 ^{NS}	48,2 Ca	7,55 ^{NS}	1,59 ^{NS}	27,2 Ca
	10	7,35 ^{NS}	1,60 ^{NS}	37,6 Cc	7,62 ^{NS}	2,02 ^{NS}	25,2 Ca
	12	7,40 ^{NS}	1,96 ^{NS}	40,1 Cb	7,47 ^{NS}	2,13 ^{NS}	18,3 Cb
CV(%)		3,8	5,09	1,89	3,6	4,06	2,7

*Estádio de maturação 1 = epiderme verde, 2 = 1% a 25% de coloração vermelha, e 3 = maior que 25% de coloração vermelha. **NS = não significativo. ***Médias seguidas da mesma letra não diferem entre estatisticamente pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam médias entre temperaturas, letras minúsculas comparam médias entre estádios de maturação.

Após 21 dias de armazenamento, acerolas 'Flor Branca' colhidas no estágio de maturação 1 e armazenadas a 8 °C, assim como colhidas nos estádios de maturação mais avançados e armazenadas a 8 °C, 10 °C e 12°C apresentaram >60% dos frutos com podridão e não foram avaliados (Tabela 3). Acerolas 'Junko' apresentaram >60% de podridão aos 21 dias em frutos colhidos no estágio de maturação mais avançado (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT, % de ácido málico) e cor de epiderme (h) de acerolas 'Flor Branca' e 'Junko' colhidas em três estádios de maturação e armazenadas a 8 °C, 10 °C ou 12 °C por 21 dias.

Mat.*	Temp. (°C)	'Flor Branca' aos 21 dias			'Junko' aos 21 dias		
		SS (%)	AT (%)	°h	SS (%)	AT (%)	°h
1	8	**	**	**	8,63Aa*****	1,59 Ac	101,5 Aa
	10	9,08 ^{NS}	2,4 ^{NS***}	89,0 ^{NS}	8,73Aa	1,97 Ab	65,8 Ab
	12	7,98 ^{NS}	2,28 ^{NS}	76,4 ^{NS}	7,98Ab	2,44 Aa	20,6 Ac
2	8	**	**	**	8,40Bb	1,66 Ab	73,0 Ba
	10	**	**	**	8,80Aa	1,87 Aa	44,4 Bb
	12	**	**	**	6,90Bc	1,57 Bb	19,4 Ac
3	8	**	**	**	**	**	**
	10	**	**	**	**	**	**
	12	**	**	**	**	**	**
CV (%)		4,27	4,12	1,89	1,72	5,09	10,52

*Estádio de maturação 1 = epiderme verde, 2 = 1 a 25% de coloração vermelha, e 3 = maior que 25% de coloração vermelha. **Período de armazenamento foi concluído. ***NS = não significativo. ****Médias seguidas da mesma letra não diferem entre estatisticamente pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam médias entre temperaturas, letras minúsculas comparam médias entre estádios de maturação.

Os SS, AT e °h de acerolas 'Junko' apresentaram interação significativa entre os fatores estágio de maturação e temperatura de armazenamento aos 21 dias (Tabela 3). Os SS foram maiores em acerolas 'Junko' colhidas no estágio de maturação 1, quando armazenados a 8 °C e 10 °C, assim como em frutos colhidos no estágio 2, quando armazenados a 10 °C por 21 dias (Tabela 3).

A AT foi maior em frutos colhidos no estágio de maturação 1 (verdes) e armazenados a 12 °C por 21 dias (Tabela 3). O ângulo hue (h) mostra que frutos colhidos no estágio de maturação 1 apresentaram menor evolução da cor do verde para o vermelho, enquanto frutos colhidos no estágio de maturação 2 apresentaram mudança de coloração para o vermelho escuro (Tabela 3). A temperatura em 12 °C de armazenamento teve efeito mais acentuado na mudança da cor (°h) do verde para o vermelho (Tabela 3). Redução do °h demonstra a mudança de coloração de verde para vermelho por causa da produção de antocianinas características do processo de amadurecimento em acerola (ARAÚJO et al., 2009).

O uso de temperaturas baixas, possivelmente limitou o armazenamento de acerolas por causa da indução de injúria por frio nos frutos. O dano por frio em ambas as cultivares Flor Branca e Junko ocorreu em frutos armazenados a 8 °C e 10 °C. Neste estudo, a temperatura em 12 °C não provocou injúria por frio. Em ambas as cultivares, a incidência de podridão variou de 15% a 93% em frutos colhidos com início de coloração vermelha, sendo a podridão um fator limitante da vida pós-colheita dos frutos.

Conclusão

Acerolas 'Flor Branca' e 'Junko' colhidas no estágio de maturação verde, logo antes do aparecimento de coloração vermelha no fruto e armazenadas a 12 °C mantém melhor qualidade físico-química dos frutos para consumo in natura.

Referências

- ARAÚJO, P. G. L.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R. E.; MAIA, G. A.; MOURA, C. F. H.; SOUSA, P. H. M. Qualidade físico-química e química de frutos de clones de aceroleira recobertos com filme de PVC e conservados por refrigeração. **Semina**, Londrina, v. 30, p. 867-880, 2009.
- CARRINGTON, C. M. S.; KING, R. A. G. Fruit development and ripening in Barbados cherry (*Malpighia emarginata* D.C.). **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v. 92, p. 1-7, 2002.
- CRISOSTO, C. H.; MITCHELL, F. G.; JU, Z. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. **HortScience**, Alexandria, v. 34, p. 1116-1118, 1999.
- MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FIGUEIREDO, R. W.; PAIVA, J. R. Avaliações físicas e químicas de frutos de clones de aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, p. 52-57, 2007.