

**Scientific Electronic Archives**

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 14 (8)

August 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/14820211430>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1430>



**Características físico-químicas de amora-preta 'Tupy' colhidas em diferentes estádios de maturação e mantidas sob refrigeração**

**Physical-chemical characteristics of 'Tupy' blackberry harvested at different ripening stages and kept under refrigeration**

**Corresponding author**

**A. V. Schiavon**

Universidade Federal de Pelotas

[andressa.vighi@gmail.com](mailto:andressa.vighi@gmail.com)

**G. L. Leivas**

Universidade Federal de Pelotas

**E. E. Delazeri**

Universidade Federal de Pelotas

**A. S. Alves**

Universidade Federal da Fronteira Sul

**P. C. Mello-Farias**

Universidade Federal de Pelotas

**L. E. C. Antunes**

Embrapa Clima Temperado

**Resumo.** A qualidade e a conservação pós-colheita da amora-preta está diretamente relacionadas ao estágio de maturação em que são colhidas. Muitos produtores tem colhido fora do ponto ideal de colheita para comercialização e consumo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química de amoras-pretas 'Tupy' sob armazenamento refrigerado, colhidas em diferentes estádios de maturação. Amoras provenientes de um pomar do campo experimental pertencente à Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, foram colhidas em três estádios de maturação (EM), sendo o estágio de maturação um (EM1) frutas com a epiderme 100% vermelha; estágio de maturação dois (EM2) epiderme 50% vermelha e 50% preta; e estágio de maturação três (EM3) epiderme 100% preta. As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas e armazenadas em câmara fria a temperatura de  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de 90-95%, durante 9 dias. As avaliações das frutas foram realizadas aos 0, 3, 6 e 9 dias de armazenamento, quanto ao: teor de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), ratio (SS/AT), parâmetros de cor  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , croma, coloração da epiderme (Hue) e perda de massa (PM). As amoras colhidas no EM3 apresentaram o maior conteúdo de SS, menor AT e maior pH. A PM e a AT apresentaram resposta linear crescente e decrescente, respectivamente, ao decorrer do armazenamento. Os parâmetros de cor apresentaram diferenças significativas entre os EM, com tendência a diminuir os valores de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e croma ao decorrer do amadurecimento. Durante o armazenamento, todos os EM apresentaram mudanças em relação aos parâmetros de cor. O EM3 apresentou a maior relação SS/AT, assim como reposta linear crescente durante o armazenamento para a mesma. Os EM1 e EM2 apesar de apresentarem alterações em seus parâmetros físico-químicos durante o armazenamento, as mesmas não são suficientes para melhorar o sabor gustativo das frutas. Amoras-pretas colhidas com a epiderme 100% preta (EM3) são as mais adequadas para posterior armazenamento refrigerado.

**Palavras-chave:** *Rubus* spp., pequenas frutas, pós-colheita, cor, sólidos solúveis.

**Abstract.** The quality and postharvest conservation of blackberry is directly related to the stage of ripeness at which they are harvested. Many growers have harvest fruit out of ideal maturity point for shipping and consume. The objective of this work was to evaluate the physical-chemical quality of 'Tupy' blackberries under cold storage, harvested at different

stages of maturation. Blackberries from an experimental orchard belonging to Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, were harvested at three maturation stages (ME), with one (ME1) fruit maturing with 100% red epidermis; maturation stage two (ME2) epidermis 50% red and 50% black; and maturation stage three (ME3) 100% black epidermis. The samples were packed in plastic packages and stored in a cold chamber at a temperature of  $4 \pm 0.5^\circ\text{C}$  and relative humidity of 90-95%, for 9 days. The fruit evaluations were performed at 0, 3, 6 and 9 days of storage, regarding: soluble solids (SS), pH, titratable acidity (TA), ratio (SS/TA), color parameters  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , chroma, color of the epidermis (Hue) and loss of mass (MP). The blackberries harvested at ME 3 had the highest SS content, the lowest AT and the highest pH. MP and TA showed increasing and decreasing linear response, respectively, during storage. The color parameters showed significant differences between the ME, with a tendency to decrease the values of  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  and chroma during the ripening. During storage, all MS showed changes in relation to color parameters. ME3 presented the higher SS/TA ratio, as well as increasing linear response during storage for it. The ME1 and ME2, despite showing changes in their physical-chemical parameters during storage, they are not sufficient to improve the taste of fruits. Blackberries harvested with the 100% black epidermis (ME3) are the most suitable for later refrigerated storage.

**Keywords:** *Rubus* spp., small fruits, post-harvest, color, soluble solids.

## Introdução

A amoreira-preta (*Rubus* spp.) ainda é uma frutífera pouco cultivada no Brasil, mas vem despertando o interesse dos produtores e consumidores. Estima-se que a área cultivada atualmente seja de 1000 hectares, 50% superior a estimada a cinco anos atrás, sendo que as regiões Sul e Sudeste, são as principais produtoras desta rosácea (Antunes et al., 2014; Barbosa et al., 2019).

De acordo com Antunes et al. (2014), a amoreira-preta apresenta perspectivas promissoras de cultivo no país, principalmente em função do baixo custo de implantação e manutenção dos pomares, reduzida utilização de agrotóxicos e bom retorno econômico, sendo uma excelente alternativa para diversificação de pequenas propriedades rurais. Além da qualidade de suas frutas, que são constituídas de cerca de 85% de água, 10% de carboidratos, elevado conteúdo de minerais, de vitaminas do complexo B, vitamina A e cálcio (Jacques & Zambiasi, 2011), apresentam elevado potencial antioxidante, devido ao alto teor de compostos fenólicos e antocianinas, que auxiliam no combate de doenças degenerativas (Ferreira et al., 2010).

A cultivar Tupy foi lançada pela Embrapa Clima Temperado em 1988, sendo a mais cultivada no Brasil, devido a sua elevada produtividade, boa capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e a qualidade dos frutos (Raseira et al., 2004; Soethe et al., 2016). Porém, devido a sua elevada taxa respiratória e fragilidade dos frutos, a amora-preta é muito perecível, o que acarreta em rápida perda de qualidade em pós-colheita (Schaker & Antonioli, 2009). Tornando necessário o emprego de técnicas que permitam a conservação pós-colheita e mantenham a qualidade destas frutas (Silva et al., 2020). Perkins-Veazie et al. (2000), relatam que não há consenso na literatura sobre a fisiologia de maturação da amora-preta, ou seja, se seus frutos são ou não climatéricos.

No entanto, a qualidade e a conservação pós-colheita da amora-preta estão diretamente relacionadas com o estágio de maturação em que as frutas são colhidas (Brackmam et al., 2017). Para obter frutas de alta qualidade, as mesmas devem ser colhidas no estágio de maturação "preto-brilhante", porém são extremamente frágeis e com

alta atividade respiratória, resultando em menor período de conservação pós-colheita (Antonioli & Dall'Agnol 2008; Antunes et al., 2014).

Quando colhidas em estádios menos avançados de maturação, apresentam maior resistência a danos mecânicos, e menores perdas de qualidade durante o armazenamento. Porém, são frutas imaturas e com pouca aceitabilidade pelo mercado consumidor, uma vez que suas características organolépticas não sofrem alterações significativas após a colheita (Brackmam et al., 2017).

Visando atender mercados mais distantes, alguns produtores têm optado por realizar a colheita das amoras-pretas em estádios de maturação menos avançados, para que a sua conservação seja estendida. No entanto, a qualidade destas frutas acaba sendo comprometida, assim como a sua aceitabilidade. Surgindo a necessidade do desenvolvimento de técnicas que permitam que as frutas colhidas sejam conservadas por longos períodos de tempo e que sua qualidade físico-química seja melhorada ou mantida.

O emprego de armazenamento refrigerado pode aumentar o período de conservação das amoras, com temperaturas variando de 0 a 5 °C, porém quanto menor a temperatura utilizada durante o armazenamento, maior será a redução do metabolismo (Soethe et al., 2016). Durante a conservação pós-colheita, várias modificações podem ocorrer e a sua velocidade, depende da intensidade da redução do metabolismo dos frutos (Antunes et al., 2006). Logo, o aumento da temperatura de armazenamento, resulta em menor redução do metabolismo da fruta, favorecendo sua maturação durante o armazenamento, para que a mesma melhore sua qualidade organoléptica e visual, assim como sua aceitabilidade (Brackmam et al., 2017).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química de amoras-pretas da cultivar Tupy, durante o armazenamento refrigerado, colhidas em diferentes estádios de maturação.

## Materiais e Métodos

As frutas de amoreira-preta da cultivar Tupy foram colhidas de um pomar experimental

pertencente à Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS (31°40'47"S 52°26'04"W, a 60 m de altitude), durante a safra 2019/2020. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, temperado e úmido, com verões quentes. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (Santos et al., 2006). O pomar apresentava 11 anos de idade, espaçamento entre plantas de 0,5m x 3m (6.667 plantas por hectare) conduzidas no sistema de espaldeira.

As frutas foram colhidas manualmente na primeira hora da manhã, em três estádios de maturação, de acordo com a avaliação visual da coloração da epiderme, sendo o estádio de maturação um (EM1) frutas com a epiderme 100% vermelha; estádio de maturação dois (EM2) epiderme 50% vermelho e 50% preta; e estádio de maturação três (EM3) epiderme 100% preta. Em seguida levadas imediatamente ao Laboratório de Pós-colheita do setor de Fruticultura da UFPel, onde realizou-se o processo de seleção das amoras, sendo descartadas aquelas com injúrias mecânicas, ataques de fungos e/ou insetos, ou outros defeitos, separando-as em lotes uniformes. Amostras compostas por dez frutas cada, foram acondicionadas em embalagens plásticas de dimensões de 19 x 12 x 4,9 cm e armazenadas em câmara fria a temperatura de 4±0,5°C e umidade relativa de 90-95%, durante 9 dias.

As avaliações das frutas foram realizadas aos 0; 3; 6 e 9 dias de armazenamento refrigerado, quanto as seguintes avaliações: teor de sólidos solúveis (SS) com auxílio de um refratômetro digital, pH do suco, acidez titulável (AT) obtido por titulometria, ratio (relação SS/AT); Coloração da epiderme através de duas leituras em lados opostos da região equatorial das frutas, utilizando o colorímetro Minolta marca Konica Minolta Chroma Meter CR-400/410, com iluminante D65, expressa pelo sistema de coordenadas retangulares L\*, a\* e b\* conforme a CIE (Comission Internatinal de E'clairage), onde L\* expressa a luminosidade (0 = negro e 100 = branco), a\* representa as cores vermelha (+) ou verde (-) e b\* as cores amarelas (+) ou azul(-). Com estes dados foram calculados a intensidade de cor (croma), através da equação  $C^* = \sqrt{[(a^*)^2 + (b^*)^2]}$ , e a tonalidade da cor (ângulo Hue), que indica a cor observável, calculado através da fórmula  $^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1}b^*/a^*$ . O  $^{\circ}\text{Hue}$  possui variação de: 0 a 12 ° para a coloração vermelha, 13 a 41° para a coloração alaranjada, 42 a 69 ° para a coloração amarelo, 70 a 166° para verde, 167 a 251° para azul, 252 a 305 ° para violeta e 306 a 359° para vermelho, perfazendo 360°; Perda de massa determinada pela diferença, em porcentagem, entre a massa inicial da amostra, através da equação: (peso inicial – peso final / peso inicial) x 100.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 4, composto por três estádios de maturação (frutas com a epiderme 100% vermelha; epiderme 50% vermelho e 50% preta e epiderme 100% preta) e

quatro períodos de armazenamento (0; 3; 6 e 9 dias). Cada tratamento foi repetido quatro vezes e cada unidade experimental composta por dez frutas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as variáveis cujos resultados revelaram significância ( $p < 0,05$ ), efetuou-se análise de regressão para o fator quantitativo (períodos de armazenamento), e para o fator qualitativo (estádios de maturação), realizou-se o teste de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## Resultados e discussão

Não houve interação significativa, entre os estádios de maturação de amoras-pretas 'Tupy' estudados e os períodos de armazenamento refrigerado, para as variáveis: perda de massa, teor de sólidos solúveis, pH e acidez titulável. Em relação ao fator estádios de maturação, para a perda de massa, não se observou diferença estatística significativa entre os mesmos. Ao decorrer do armazenamento refrigerado, a perda de massa apresentou comportamento linear crescente (Figura 1A).

Soethe et al. (2017), observaram valores de perda de massa de 2,72% em amoras-pretas 'Tupy' armazenadas por 8 dias à 5 °C, o que é superior ao encontrado no presente trabalho, pois ao final de nove dias de armazenamento observou-se 1,49% de perda de massa. A perda de massa repercute na qualidade visual da fruta, podendo causar rejeição do consumidor, devido ao aspecto de desidratação. De acordo com Sandhya (2010), a perda de massa está relacionada com a taxa respiratória e de transpiração dos frutos e a refrigeração é uma técnica utilizada para reduzir estes processos metabólicos.

O maior conteúdo de sólidos solúveis foi verificado no EM3 (Tabela 1), diferindo significativamente dos demais, e o menor conteúdo no EM1, no qual as frutas foram colhidas com a epiderme 100% vermelha. O aumento no conteúdo de sólidos solúveis é uma das principais alterações fisiológicas que ocorrem nas frutas durante o seu amadurecimento. Esse aumento ocorre através do acúmulo de açúcares, principalmente glicose, frutose e sacarose, através da biossíntese ou degradação de polissacarídeos, ocorrendo simultaneamente com a redução da acidez (Chitarra & Chitarra, 2005). O teor de sólidos solúveis é influenciado pelas condições climáticas, nutricionais, genéticas, assim como pelo estádio de maturação em que a fruta foi colhida. Souza et al. (2017), avaliando o armazenamento de amoras-pretas 'Tupy', colhidas em diferentes estádios de maturação, também observaram diferença significativa entre os mesmos, onde as frutas colhidas com a epiderme 100% vermelha, apresentaram os menores teores de sólidos solúveis, enquanto que os maiores, pelas frutas colhidas com a epiderme totalmente preta, corroborando com o presente trabalho.

Durante o armazenamento refrigerado, o teor de sólidos solúveis (Figura 1B), não apresentou variação, com valor médio de 8,24 °brix. Segundo Antunes et al. (2003), estes resultados ocorrem devido à baixa temperatura de armazenamento utilizada, que reduz a atividade metabólica, desacelerando os processos fisiológicos, assim como a perda de massa, e preservando por maior período de tempo os sólidos solúveis, sem que ocorra sua degradação através do processo respiratório.

Estes resultados demonstram que a amora-preta 'Tupy', após colhida, não apresenta evolução na sua maturação, mesmo após nove dias de armazenamento. Considerada uma fruta não climatérica, a amora-preta apresenta curta vida pós-colheita, alta taxa respiratória e baixa produção de etileno. Depois de colhida, seu processo de amadurecimento é interrompido, mesmo com a aplicação de exógena de etileno (Borsatti et al., 2015).

Em relação ao pH, os EM1 e EM2 apresentaram os valores mais baixos (Tabela 1) (frutas mais ácidas), não havendo diferença entre os mesmos, diferindo apenas do EM3 que apresentou pH menos ácido. Observou-se efeito do período de

armazenamento em relação ao potencial hidrogeniônico (Figura 1C), apresentando um ajuste quadrático, com ponto de mínima de valor de pH de 2,45, correspondendo ao quarto dia de armazenamento.

Valores baixos de pH, são esperados na amora-preta, sendo característico de suas frutas. Resultados similares foram obtidos por Guedes et al. (2013), no qual para a cultivar Tupy observaram pH de 2,96. Enquanto que, Souza et al. (2017) avaliando a mesma cultivar em diferentes pontos de colheita, também obtiveram os menores valores de pH nas frutas colhidas no estágio de maturação menos avançado.

Para frutas destinadas ao processamento industrial, o pH é um parâmetro muito importante, e está relacionado com a preservação e qualidade dos alimentos, apresentando uma relação direta com a acidez. Frutas que apresentam acidez elevada e pH baixo, dispensam o uso de acidificantes artificiais no seu processamento (Batista et al., 2017; Rocha et al., 2001).

**Tabela 1.** Perda de massa, teor de sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico, acidez titulável de amoras-pretas 'Tupy', colhidas em diferentes estádios de maturação.

Estádio de maturação	Perda de massa (%)	Sólidos solúveis (°Brix)	pH	Acidez titulável (% ác. cítrico)
EM1	0,88 ns	6,86 c	2,39 b	2,19 a
EM2	0,77	7,75 b	2,41b	1,81b
EM3	0,79	10,11 a	2,98 a	1,16 c
CV (%)	22,76	4,54	12,06	7,40

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV: Coeficiente de variação; EM1: frutas com a epiderme 100% vermelha; EM2: epiderme 50% vermelho e 50% preta; EM3: epiderme 100% preta. ns: não significativo.

As frutas colhidas no EM1, apresentaram a maior acidez titulável, diferindo significativamente das demais, enquanto que, as do EM3 a menor acidez (Tabela 1). Estes resultados já eram esperados, pois a acidez juntamente com o teor de sólidos solúveis, são os principais indicativos do estágio de maturação das frutas, uma vez que acidez decresce e os sólidos solúveis aumentam, com o avanço da maturação. O alto conteúdo de acidez verificado nas frutas colhidas com a epiderme 100% vermelha, segundo Cavender et al. (2019), está associado ao estágio de maturação da fruta, pois os ácidos presentes na fruta ainda não foram convertidos em açúcares, o que ocorre com o avanço da maturação. Ao longo do período de armazenamento, ocorreu a redução da acidez titulável das frutas, com ajuste linear decrescente (Figura 1D). A redução na acidez titulável durante o armazenamento refrigerado de amoras-pretas, também foi verificado por Oliveira et al. (2014), avaliando a utilização de revestimentos comestíveis em amoras-pretas, e essa redução está associada ao processo natural de amadurecimento e senescência dos frutos, devido a degradação dos ácidos orgânicos.

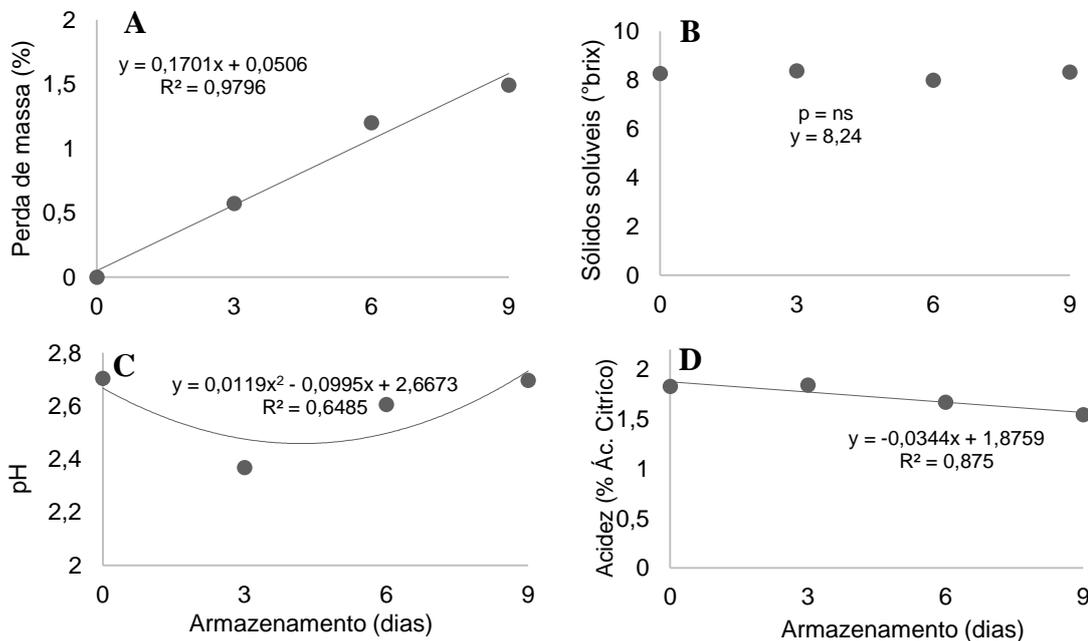
Essa diminuição está associada ao metabolismo respiratório, que segue ocorrendo após a colheita das frutas, onde substratos, como o ácido cítrico, são utilizados no ciclo de Krebs (Chitarra & Chitarra, 2005).

Para as variáveis relacionadas a coloração das frutas, luminosidade (L), coordenada a\*, coordenada b\*, coloração da epiderme, croma e ratio (relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável) houve interação significativa entre os estádios de maturação e os períodos de armazenamento refrigerado. O desdobramento da interação para o fator qualitativo (estádios de maturação) está apresentado na Tabela 2 e do fator quantitativo (períodos de armazenamento) na Figura 2.

A luminosidade (L\*) é um indicativo da intensidade das cores, correspondendo ao claro ou escuro (0 = negro e 100 = branco) e está associada ao frescor da fruta. As frutas do EM1, que foram colhidas com a epiderme 100% vermelha, apresentaram os maiores valores e as colhidas no estágio maduro, epiderme 100% preta, os menores, independente do período de armazenamento analisado (Tabela 2). De acordo com Tosun et al.

(2008), a luminosidade diminui com o amadurecimento da amora-preta, indicando que a cor fica mais intensa ou escura. Essa tendência de a luminosidade diminuir com a evolução da

maturação, também foi verificada Souza et al. (2018), avaliando amora-preta 'Tupy' colhida em diferentes estádios de maturação.



**Figura 1.** Parâmetros físico-químicos de amoras-pretas 'Tupy': perda de massa (A), sólidos solúveis (B), potencial hidrogeniônico (C), acidez titulável (D), durante o armazenamento refrigerado.

Ao longo do período de armazenamento, para todos os estádios de maturação, os valores de  $L^*$  apresentaram resposta linear decrescente (Figura 2A), diminuindo ao decorrer do armazenamento, demonstrando que as frutas tendem a ficarem mais opacas ou escuras ao decorrer do seu amadurecimento. Na mesma figura observa-se que os EM1 e EM2, mesmo após nove dias de armazenamento, não apresentaram resultados de  $L^*$  menores ou iguais que EM3, portanto as frutas colhidas nestes estádios, em nenhum momento atingiram a mesma qualidade daquelas colhidas com a epiderme 100% preta. Essa redução nos valores de  $L^*$  pode estar associada ao aumento na síntese de antocianinas e ou oxidação de compostos fenólicos durante o processo de amadurecimento, dando origem a coloração escura (Pires, 2012).

Avaliando o parâmetro de cor  $a^*$ , o EM1 apresentou os maiores valores, diferindo significativamente dos demais (Tabela 2), independente do período de armazenamento analisado. Valores positivos para o parâmetro  $a^*$ , correspondem a coloração vermelha e valores negativos correspondem ao verde (Monteiro et al., 2018). Observa-se que todos os dados obtidos para o parâmetro  $a^*$ , foram valores positivos.

Souza et al. (2018) também observaram que os valores do índice  $a^*$  tendem a diminuir, com o avanço da maturação das frutas, pois as amoras-pretas colhidas mais precocemente apresentaram

os maiores valores para a coordenada  $a^*$ , enquanto que, aquelas colhidas com a epiderme 100% preta, os menores. Durante o armazenamento refrigerado, as amoras colhidas no EM3, apresentaram resposta linear crescente em relação aos valores da coordenada  $a^*$  (Figura 2B). Enquanto que, para o EM1 e EM2, o modelo que se ajustou foi o quadrático, com ponto de mínima aos 4,95 e 7,37 dias, respectivamente. Demonstrando que, independente do estádio de maturação que as amoras-pretas foram colhidas, ocorreram mudanças na coloração da epiderme durante o armazenamento refrigerado.

O parâmetro de cor  $b^*$ , apresentou o mesmo padrão que variáveis  $a^*$  e  $L^*$ , onde as frutas do EM1 apresentaram os maiores valores, independente do período de armazenamento avaliado. Enquanto que, as amoras-pretas colhidas mais tardiamente (EM3) apresentaram os menores valores para o parâmetro  $b^*$  (Tabela 2). O mesmo foi observado por Brackmann et al. (2017), avaliando frutas de amoreira-preta 'Guarani', colhidas em dois estádios de maturação: epiderme vermelha e epiderme preta, no qual obtiveram valores de 26,19 e 3,19, respectivamente, para o parâmetro  $b^*$ .

O EM3, que corresponde as frutas colhidas com a epiderme totalmente preta, apresentou resposta linear crescente, onde os valores da coordenada  $b^*$  foram aumentando ao longo do armazenamento (Figura 2C). Enquanto que, o EM2

resposta quadrática, com ponto de mínima aos 6,21 dias. As frutas colhidas no EM1, apresentaram resposta quadrática com ponto de máxima aos 1,01 dias de armazenamento refrigerado.

**Tabela 2.** Parâmetros de cor L\*, a\*, b\*, croma, cor (°hue), relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (ratio), de amoras-pretas 'Tupy', colhidas em diferentes estádios de maturação, submetidas ao armazenamento refrigerado.

	Luminosidade (L*)			Coordenada a*			Coordenada b*		
	EM1	EM2	EM3	EM1	EM2	EM3	EM1	EM2	EM3
0	34,76 a	27,51 b	21,26 c	24,72 a	15,09 b	1,90 c	18,65 a	12,54 b	2,80 c
3	32,65 a	24,54 b	20,39 c	21,96 a	8,59 b	2,60 c	17,82 a	5,62 b	3,07 c
6	32,07 a	22,65 b	20,24 c	23,01 a	7,37 b	2,83 c	17,91 a	4,92 b	3,17 c
9	30,26 a	21,71 b	19,01 c	23,54 a	6,49 b	3,15 c	15,42 a	5,58 b	3,91 c
CV (%)	3,52			5,19			5,79		
Armaz. (dias)	Croma			Cor (°hue)			Ratio (SS/AT)		
	EM1	EM2	EM3	EM1	EM2	EM3	EM1	EM2	EM3
0	30,96 a	19,63 b	3,38 c	37,04 b	40,39 a	55,78 a	2,92 c	4,19 b	7,97 a
3	28,29 a	10,26 b	4,02 c	39,06 b	33,17 c	49,75 a	3,00 c	3,94 b	8,48 a
6	29,16 a	8,86 b	4,25 c	37,89 b	33,79 c	48,32 a	3,19 c	4,21 b	8,78 a
9	28,16 a	8,57 b	5,02 c	33,22 c	40,75 b	51,09 a	3,46 c	4,97 b	9,96 a
CV (%)	4,07			4,34			6,88		

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV: Coeficiente de variação; EM1: frutas com a epiderme 100% vermelha; EM2: epiderme 50% vermelho e 50% preta; EM3: epiderme 100% preta.

O Croma é a variável que representa a saturação das cores, quanto maior o valor, mais pura é a cor. As frutas colhidas no EM1, apresentaram os maiores valores de croma, independente no período de armazenamento avaliado. Enquanto que, as amoras-pretas do EM3 os menores (Tabela 2). Soethe et al. (2016), avaliando o efeito da temperatura de armazenamento sobre a manutenção da qualidade de amoras 'Tupy', colhidas no estágio de maturação correspondente ao maduro (epiderme 100% preta), após cinco dias de armazenamento, não observaram diferença significativa para os valores de croma, apresentando valor médio de 2,30, o qual é inferior aos verificados no presente trabalho, para o mesmo estágio de maturação (EM3).

Em relação ao armazenamento das frutas, aquelas colhidas no EM3 apresentaram resposta linear crescente para o croma e as do EM1 e EM2 reposita quadrática com ponto de mínima aos 7,22 e 6,78 dias de armazenamento, respectivamente (Figura 2D). Através da análise dos parâmetros a\*, b\* e croma, observa-se que independente do estágio de maturação em que as frutas foram colhidas, todas apresentaram mudanças em relação a coloração da epiderme, mesmo armazenadas a temperatura de 4°C. Alterações que fazem parte do processo de amadurecimento da amora-preta. No entanto, observa-se que as frutas do EM3, no geral, apresentaram as menores mudanças, possivelmente, porque as mesmas já haviam atingido sua maturação e através do armazenamento refrigerado foi possível preservar sua qualidade.

A coloração das frutas para consumidores e produtores, está diretamente relacionada ao seu estágio de maturação, pois é um dos principais atributos levados em consideração para a tomada de decisão, se a fruta apresenta ou não condições ideais para comercialização e consumo (Hirsch et

al., 2012). A tonalidade de cor, representada pelo ângulo matiz ou hue, no dia em que as frutas foram colhidas (dia 0), o EM3 apresentou os maiores valores para este parâmetro, diferindo significativamente dos demais, enquanto que, o EM1 e EM2 não diferiram entre si (Tabela 2). Aos 3 e 6 dias de armazenamento, o EM3 apresentou os maiores valores para °hue, seguido do EM1 e os menores valores foram verificados nas frutas colhidas no EM2. Enquanto que, no último dia de armazenamento (dia 9), o menor °hue foi verificado no EM1 e o maior no EM3, ambos diferindo significativamente entre si e também do EM2.

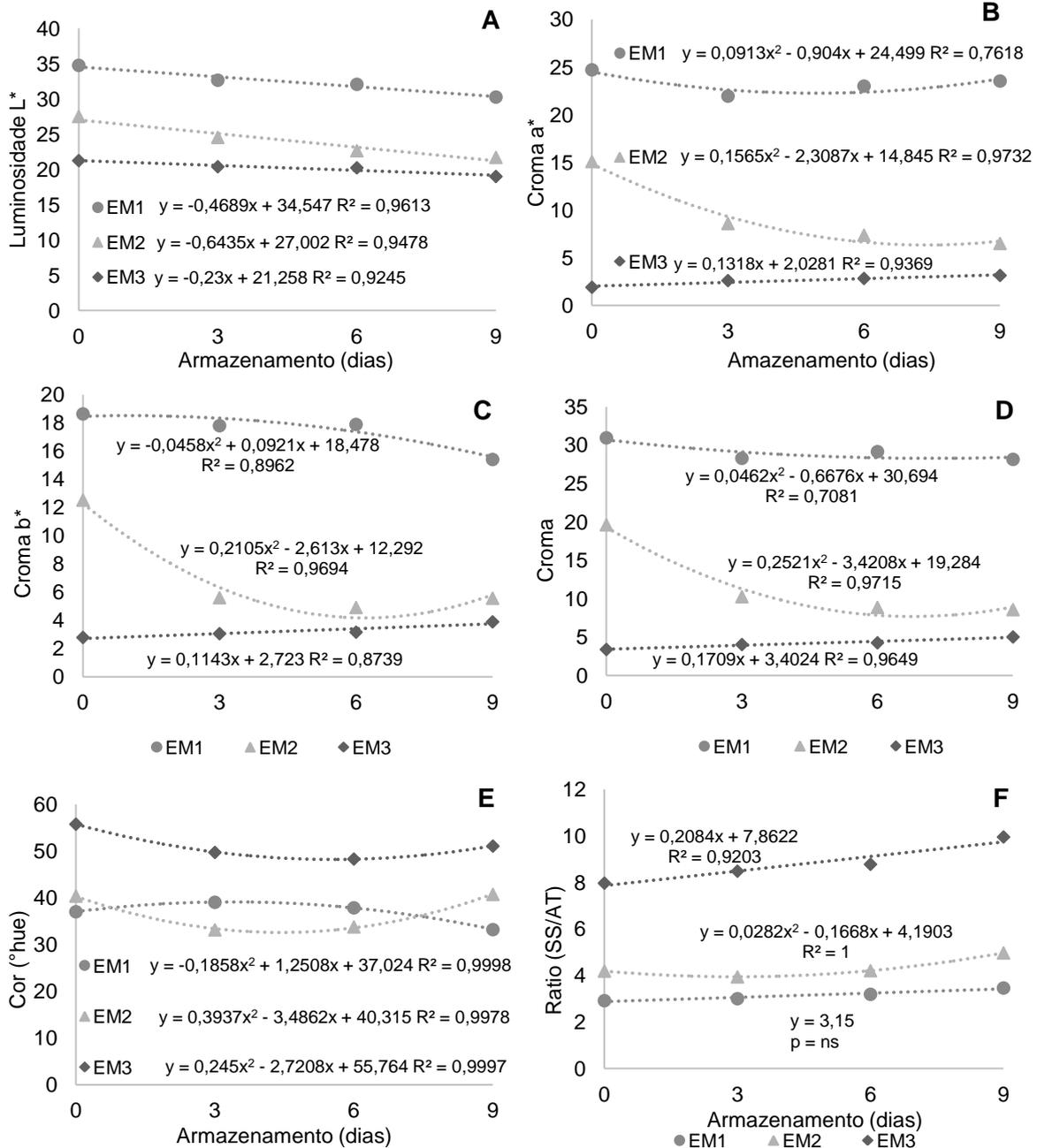
No entanto, todos os valores obtidos apresentam tendência ao vermelho, que se deve principalmente à grande quantidade de compostos fenólicos presentes na amora-preta (Hirsch et al., 2012), dentre eles, destacam-se as antocianinas, que são pigmentos de coloração que variam entre o laranja, vermelho e azul, que podem ser utilizados como corante natural, visando diminuir a utilização de corantes artificiais pela indústria alimentícia (Jacques & Zambiasi, 2011). Soethe et al., (2016) avaliando a qualidade pós-colheita de amora-preta 'Tupy', colhidas com a epiderme 100% preta (EM3) e armazenadas em diferentes temperaturas, não observaram diferença significativa para o °hue, com valor médio de 60,68, o qual é superior ao verificado no presente trabalho para todos os períodos de armazenamento avaliados em relação ao mesmo estágio de maturação (EM3).

Ao decorrer do armazenamento refrigerado, a coloração da epiderme das frutas colhidas no EM1, apresentaram resposta quadrática (Figura 2E), com ponto de máxima aos 3,37 dias. No entanto, os EM2 e EM3 também apresentaram resposta quadrática para °hue, porém com ponto de mínima aos 4,42 e 5,55 dias de armazenamento, respectivamente. O que sugere, que as frutas colhidas nos diferentes estádios de maturação, apresentam mudanças na coloração da sua

epiderme mesmo armazenadas em ambiente refrigerado.

A relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável, é um dos principais indicativos do sabor das frutas, para que as mesmas apresentem um bom equilíbrio gustativo, é necessário que as mesmas tenham equilíbrio entre ácidos e açúcares. Independente do período de armazenamento, as frutas colhidas no EM3 apresentaram a maior

relação entre açúcares e ácidos, diferindo significativamente dos demais. Enquanto que, o EM1 apresentou os menores valores para o ratio, o que demonstra que a acidez presente nessas frutas é relativamente maior que aquelas do EM3 e conseqüentemente os teores de açúcares são inferiores também.



EM1: frutas com a epiderme 100% vermelha; EM2: epiderme 50% vermelho e 50% preta; EM3: epiderme 100% preta.

**Figura 2.** Parâmetros colorimétricos, luminosidade L\* (A), coordenada a\* (B), coordenada b\* (C), cromas (D), cor °hue (E) e relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (ratio) (F), de amoras-pretas 'Tupy', colhidas em distintos estádios de maturação, submetidas ao armazenamento refrigerado.

Brackmann et al. (2017), também observaram diferença para os valores de ratio em

amoras-pretas 'Guarani' colhidas em diferentes estádios de maturação, no qual as frutas colhidas

com a epiderme 100% preta (EM3) apresentaram valor médio de 8,81, demonstrando maior conteúdo de açúcares e menor teor de acidez. Enquanto que, as frutas colhidas com a epiderme 100% vermelha (EM1), apresentaram relação média de 3,98, o que indica baixo conteúdo de açúcares e alta acidez. Segundo os mesmos autores, as frutas do EM1 não seriam apropriadas para o paladar do consumidor brasileiro, pois o mesmo tem preferência por frutas com sabor mais doce ou que sobressaia o doce.

A relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (ratio), para as amoras-pretas colhidas no EM3 apresentaram resposta linear crescente ao decorrer do período de armazenamento (Figura 2F). Esse aumento nos valores de ratio, pode ser explicado pela diminuição da acidez dos frutos, uma vez que o teor de sólidos solúveis não apresentou diferença ao decorrer do armazenamento refrigerado (Figura 1B). Soethe et al. (2017), também verificaram que o teor de sólidos solúveis de amoras-pretas 'Tupy' não foi alterado durante o armazenamento refrigerado e assim as alterações nos valores de ratio obtidos, são resultado da diminuição da acidez titulável.

Enquanto que, as frutas do EM2 apresentaram resposta quadrática, com ponto de mínima aos 2,95 dias. Para aquelas colhidas com epiderme 100% vermelha (EM1), não houve mudanças em relação ao ratio, ao longo do armazenamento. Demonstrando que, amoras-pretas colhidas precocemente, não apresentam evolução na sua maturação, e seu sabor é afetado negativamente, devido sua alta acidez e baixo conteúdo de açúcares.

## Conclusão

A perda de massa não é influenciada pelo estágio de maturação em que as amoras-pretas 'Tupy' são colhidas.

Frutas de amoreira-preta colhidas com a epiderme 100% preta (EM3) são as mais adequadas para posterior armazenamento refrigerado.

A qualidade físico-química das amoras-pretas colhidas nos estádios de maturação EM1 (100% vermelha) e EM2 (50% vermelha e 50% preta) apresentam poucas alterações durante os nove dias de armazenamento refrigerado, mesmo ocorrendo mudanças em relação aos parâmetros de cor, as variáveis relacionadas ao sabor das frutas apresentam poucas melhorias.

## Referências

ANTONIOLLI, L.R. & DALL'AGNOL, A. Atributos de qualidade relacionados ao estágio de maturação de amoras-pretas. *Jornal da Fruta* 194: 10, 2008.

ANTUNES, L.E.C., DUARTE FILHO, J., SOUZA, C.M. de Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: 413-419, 2003.

ANTUNES, L.E.C.; GONÇALVES, E.D.; TREVISAN, R. Alterações da atividade da poligalacturonase e pectinametilsterase em amora-preta (*Rubus* spp.)

durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Agrociência* 12: 63-66, 2006.

ANTUNES, L.E.C., PEREIRA, I.S., PICOLOTTO, L., VIGNOLO, G. K., GONÇALVES, M.A. Produção de amoreira-preta no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 100-111, 2014.

BARBOSA, C. M. de A., MARTINS, M. M. V., SPÓSITO, M. B. Panorama das Exportações e Importações Brasileiras de Framboesas e Amoras-Pretas in natura. In: *Seminário Brasileiro Sobre Pequenas Frutas* (pp. 1-5). Vacaria: Emater/UCS, 2019.

BATISTA, L.N., LIMA, E., FERREIRA, R.S., NETO, J.F., OLIVEIRA, D.M., MONTEIRO, A.R.G. ADIÇÃO de polpa de maracujá na elaboração de balas comestíveis. *Revista Principia* 37: 27-33, 2017.

BORSATTI, F.C., MAZARO, S.M., DANNER, M.A., NAVA, G.A., DALACOSTA, N.L. Indução de resistência e qualidade pós-colheita de amora-preta tratada com ácido salicílico. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37: 318-326, 2015.

BRACKMANN, A., THEWES, F.R., ANESE, R. D.O., GASPERIN, A.R.D., FRONZA, D. Interaction between maturity stages and temperature on quality of 'Guarani' blackberries stored under controlled atmosphere. *Ciência Rural* 47: e20150987, 2017.

CAVENDER, G., LIU, M., FERNANDEZ-SALVADOR, J., HOBBS, D., STRIK, B., FREI, B., ZHAO, Y. Effect of different commercial fertilizers, harvest date, and storage time on two organically grown blackberry cultivars: physicochemical properties, antioxidant properties, and sugar profiles. *Journal of Food Quality* e-17, 2019.

CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 785p. 2005.

FERREIRA, D.S., ROSSO V.V.De, MERCADANTE, A.Z; Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus* spp.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 32: 664-674, 2010.

GUEDES, M.N.S., ABREU, C.M.P.D., MARO, L.A.C., PIO, R., ABREU, J.R.D., OLIVEIRA, J.O.D. Chemical characterization and mineral levels in the fruits of blackberry cultivars grown in a tropical climate at an elevation. *Acta Scientiarum Agronomy* 35: 191-196, 2013.

HIRSCH, G.E., FACCO, E.M.P., RODRIGUES, D.B., VIZZOTTO, M., EMANUELLI, T. Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. *Ciência Rural* 42: 942-947, 2012.

JACQUES, A.C. & ZAMBAZI, R.C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* spp.). *Semina: Ciências Agrárias* 32: 245-260, 2011.

KÖPPEN, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México. 479p. 1948.

MONTEIRO, S.S., MONTEIRO, S.S., DA SILVA, E.A., MARTINS, L.P. Maturação fisiológica de tomate cereja. *Revista Brasileira de Agrotecnologia* 8: 05-09, 2018.

- OLIVEIRA, D.M., KWIATKOWSKI, A., ROSA, C.I.L.F., CLEMENTE, E. Refrigeration and edible coatings in blackberry (*Rubus* spp.) conservation. *Journal of Food Science and Technology* 51: 2120-2126, 2014.
- PIRES, C.R.F. Qualidade pós-colheita de frutos e do fermentado alcóolico de amora-preta. 187f. (Tese de doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil, 2012.
- PERKINS-VEAZIE, P., CLARK, J.R., HUBER, D.J., BALDWIN, E.A. Ripening physiology in Navaho' thornless blackberries: Color, respiration, ethylene production, softening, and compositional changes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 125: 357-363, 2000.
- RASEIRA, M. do C.B., SANTO, A.M., BARBIERI, R.L. Classificação botânica, origem e cultivares. In: ANTUNES, L.E.C., RASEIRA, M. do C.B. (Ed.). Aspectos técnicos da cultura da amora-preta. Pelotas: Embrapa Clima Temperado (Documentos, 122), p. 17-28, 2004.
- ROCHA, M.C., SILVA, A.L.B., ALMEIDA, A., COLLAD, F.H., ROCHA, M.C. Efeito do uso de biofertilizantes agrobio sobre as características físico-químicas na pós-colheita do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) no município de Tabauté. *Revista Biociências* 7: 7-13, 2001.
- SANDHYA, K.V.K. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. *Food Science and Technology* 43: 381-392, 2010.
- SANTOS, H.G. dos, JACOMINE, P.K.T., ANJOS, L.H.C. dos, OLIVEIRA, V.A. de, OLIVEIRA, J.B. de, COELHO, M.R., LUMBRERAS, J.F., CUNHA, T.J.F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p
- SCHAKER, P.D.C. & ANTONIOLLI, L.R. Aspectos econômicos e tecnológicos em pós-colheita de amoras-pretas (*Rubus* spp.). *Revista Brasileira de Agrociência* 15: 11-15, 2009.
- SILVA, E.M. da, TADEU, M.H., SILVA, V.F. da, PIO R., FERNANDES, T.J., MUNIZ, J.A. Description of blackberry fruit growth by nonlinear regression models. *Revista Brasileira de Fruticultura* 42: e-177, 2020.
- SOETHE, C., STEFFENS, C.A., AMARANTE, C.V.T.D., MARTIN, M.S.D., BORTOLINI, A.J. Qualidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante de amoras-pretas 'Tupy' e 'Guarani' armazenadas a diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 51: 950-957, 2016.
- SOETHE, C., STEFFENS, C.A., HEINZEN, A.S., DE MARTIN, M.S., NUNES, F.R., DO AMARANTE, C. V. T., SOARDI, K. Qualidade de frutos e propriedades funcionais de amoras-preta 'Tupy' armazenadas em diferentes temperaturas em atmosfera modificada passiva. *Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp* 14: 2465-2480, 2017.
- SOUZA, A.V., VIEITES, R.L., DA SILVA, M.R.V. Avaliação pós-colheita dos frutos e geleia de amora-preta ao longo do período de armazenamento refrigerado. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 18: 23-32, 2017.
- SOUZA, A.V., VIEIRA, M.R.S., VIEITES, R.L. Evolução da coloração de frutos e geleias de amora-preta ao longo do período de armazenamento. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 19: 23-32, 2018.
- TOSUN, I., USTUN, N.S., TEKGLER, B. Mudanças físicas e químicas durante a maturação de frutos de amora-preta. *Scientia Agrícola* 65: 87-90, 2008.