



ARTIGO ORIGINAL

Qualidade pós-colheita de tubérculos de batata 'Ágata' embalados armazenados em diferentes condições

Post-harvest quality of packaged 'Agate' potato tubers stored under different conditions

Poliana Prates de Souza Soares^{1*}
Rosane Mendonça do Nascimento¹
Paula Acácia Silva Ramos¹
Ranyelly Leão Coutrim¹
Tâmara Moreira Silva¹
Ivan Vilas Bôas Souza¹

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Estrada do Bem Querer km 4, 45083-900, Vitória da Conquista, BA, Brasil.

*Autor Correspondente:

E-mail: poliana_prates@hotmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Armazenamento
Embalagens plásticas
Solanum tuberosum L.

KEYWORDS

Storage
Plastic packages
Solanum tuberosum L.

RESUMO: O armazenamento adequado da matéria-prima constitui fator primordial para obter um produto-final com qualidade. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes embalagens plásticas na manutenção da qualidade pós-colheita de tubérculos de batata 'Ágata' armazenados sob refrigeração e temperatura ambiente. Foram desenvolvidos dois experimentos, ambos com delineamento experimental inteiramente casualizado, arranjados em esquema fatorial 3 x 4 (três tipos de embalagens – sem embalagem, com filme de policloreto de vinila – PVC (21 cm x 40 cm e 12 µm de espessura) e com saco plástico (30 cm x 40 cm e 30 µm de espessura) e quatro tempos de avaliação), com três repetições de um tubérculo cada. Em um experimento, as amostras foram mantidas sob condição ambiente (25 ± 2°C e 60% ± 5% de UR), com avaliações realizadas aos 0, 7, 14 e 21 dias, e outro sob refrigeração (8 ± 2°C e 75% ± 2% de UR) e avaliado aos 0, 25, 50 e 75 dias. As características analisadas foram: pH, acidez total titulável, firmeza, sólidos solúveis, vitamina C e surgimento de brotações. Sob condição ambiente, os tubérculos podem ser armazenados por apenas sete dias e, durante esse período, a embalagem de filme de PVC é a mais adequada para o armazenamento. A firmeza dos tubérculos foi reduzida, e o conteúdo de vitamina C da última avaliação foi superior ao conteúdo inicial, em ambas as condições de armazenamento. O armazenamento refrigerado prolongou o tempo de conservação dos tubérculos por até 50 dias e, nesse período, as embalagens de PVC e saco plástico não influenciaram a conservação dos tubérculos de batata 'Ágata'.

ABSTRACT: The adequate storage of raw materials is fundamental to obtain a quality final product. The objective of this study was to evaluate the effect of different plastic packages on the maintenance of post-harvest quality of 'Agata' potato tubers stored under refrigeration and room temperature. Two experiments were conducted, both with a completely randomized design, arranged in a 3 x 4 factorial scheme (three types of packages – unpacked, with polyvinyl chloride film – PVC (21 cm x 40 cm and 12 µm thick) and with plastic bag (30 cm x 40 cm and 30 µm thick) and four evaluation times), with three replicates of one tuber each. In one experiment the samples were maintained under ambient conditions (25 ± 2°C and 60% ± 5% RH), with evaluations performed at 0, 7, 14 and 21 days, and another under refrigeration (8 ± 2°C 75% ± 2% RH) and 0, 25, 50 and 75 days. The evaluated characteristics were: firmness, pH, soluble solids, total titratable acidity, vitamin C and the appearance of shoots. Tubers can only be stored under ambient conditions for seven days, and during this period the PVC packaging is the most suitable for storage. Tuber firmness was reduced and the vitamin C content of the last evaluation was higher than the initial content in both storage conditions. The refrigerated storage extended the shelf life of tubers for up to 50 days, period during which the PVC and plastic bags did not influence the conservation of the 'Agata' potato tubers.

Recebido em: 16/02/2019
Aceite em: 08/04/2019

1 Introdução

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é o terceiro alimento mais consumido no mundo, sendo superada apenas pelo trigo e pelo arroz. Pobre em gordura e rico em carboidratos, constitui fonte importante de fósforo, vitaminas do grupo B e se destaca como fonte de vitamina C (Fernandes et al., 2015; Zambolim et al., 2011).

Em 2017, a produção de batata no Brasil foi de 3,7 milhões de toneladas, com produtividade média de 30,9 mil kg ha⁻¹. Nesse mesmo ano, os principais estados produtores foram Minas Gerais, Paraná e São Paulo, que apresentaram produtividade média de 34,3, 27,7 e 32,7 mil kg ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2018).

As características físico-químicas e a composição nutricional da batata podem ser influenciadas por alguns fatores, tais como a cultivar, a disponibilidade de nutrientes, a condição de maturação, o processo de colheita e o período de armazenamento (Fernandes et al., 2015).

O armazenamento adequado da matéria-prima é fator primordial para obter um produto-final com qualidade sensorial, incluindo parâmetros de textura como firmeza, além de outros aspectos como aparência, cor e sabor (Bansal et al., 2015). Fatores como pH da polpa, acidez e teor de sólidos solúveis podem afetar direta ou indiretamente a qualidade dos tubérculos (Gómez-Castillo et al., 2013).

O uso de embalagens, tais como bandejas de poliestireno, envoltas em filmes plásticos, sacos plásticos, policloreto de vinila (PVC), polipropileno (PP) e polietileno (PE) pode reduzir a perda de massa fresca, a produção de etileno e manter a firmeza do produto, retardando o amadurecimento, pois permite que a concentração de CO₂ proveniente do próprio produto aumente e a concentração de O₂ diminua, à medida que este é utilizado pelo processo respiratório (Santo & Albuquerque, 2015). O uso dessa técnica associada à refrigeração possibilita a obtenção de resultados mais satisfatórios. De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), a temperatura de armazenamento é o fator ambiental mais importante, pois por retardar o processo de maturação por meio da redução da atividade metabólica dos hortifrúteis; diminuir a atividade dos microrganismos; minimizar a perda de água e o crescimento indesejável de brotos, por exemplo, prolongando a vida útil das hortaliças.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes embalagens na manutenção da qualidade pós-colheita de tubérculos de batata 'Ágata' armazenados em temperatura ambiente (25 ± 2 °C e 60% ± 5% de UR) e sob refrigeração (8 ± 2 °C 75% ± 2% de UR).

2 Material e Métodos

O estudo foi realizado no laboratório de Biotecnologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Foram utilizadas 72 batatas 'Ágata' (*Solanum tuberosum* L.) adquiridas logo após a entrega dos fornecedores ao Cesa Edmundo Flores, localizado em Vitória da Conquista (BA). O transporte até o Centro de Abastecimento é realizado por caminhões, e os tubérculos são embalados em sacos, o que possibilita a ocorrência de injúrias. Além disso, as condições de temperatura e aeração durante o transporte nem

sempre são as recomendadas, podendo ocasionar desordens fisiológicas. Portanto, os tubérculos foram transportados até o laboratório e selecionados, sendo retirados os que apresentavam algum grau de deterioração, fermento ou coloração esverdeada. As parcelas (três tubérculos) foram separadas de maneira a se obter a maior homogeneidade entre os tratamentos, sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 150 ppm por 5 minutos, lavadas em água corrente e submetidas à secagem natural.

Desenvolveram-se dois experimentos, ambos em delineamento inteiramente casualizado, arranjos em esquema fatorial 3 x 4, com três repetições, de um tubérculo cada. O primeiro fator foi constituído pelos diferentes tipos de embalagens (sem embalagem, filme de PVC (21 cm x 40 cm e 12 µm de espessura) e saco plástico (30 cm x 40 cm e 30 µm de espessura), e o segundo fator, pelos tempos de avaliação.

Para o experimento em condição ambiente (25 ± 2 °C e 60% ± 5% de UR), as avaliações foram realizadas por ocasião da coleta dos tubérculos (0 – zero), aos 7, 14 e 21 dias. Já para o experimento em refrigeração (8 ± 2 °C e 75% ± 2% de UR), foram avaliados por ocasião da coleta dos tubérculos (0 – zero), aos 25, 50 e 75 dias.

Para as avaliações físico-químicas, utilizaram-se três tubérculos provenientes de cada parcela. As amostras foram avaliadas quanto ao pH, acidez titulável total, sólidos solúveis totais, vitamina C e firmeza da polpa. O pH foi determinado em pHmetro digital devidamente calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0; essa análise foi realizada em solução obtida pela homogeneização e filtragem de 50 g da amostra em 100 mL de água destilada (AOAC, 2000).

A acidez titulável total foi determinada de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008) por titulação com NaOH, utilizando-se 10 mL de suco obtidos pela homogeneização de 50 g da amostra triturada com 100 mL de água destilada, sendo o resultado expresso em % de ácido cítrico por 100 g de massa fresca (MF).

O conteúdo de sólidos solúveis totais foi determinado por leitura em refratômetro, a partir do extrato líquido puro da batata obtido pela homogeneização de 50 g da amostra triturada com 100 mL de água destilada. Os resultados foram expressos em °Brix (IAL, 2008).

A vitamina C foi determinada utilizando-se o método titulométrico, e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de MF (AOAC, 2000). Titularam-se as amostras em triplicata a partir de uma alíquota de 20 mL da solução contendo 10 mL do extrato da amostra e 10 mL da solução de ácido oxálico na proporção de 1:1. Essa alíquota foi titulada com solução de 2,6-diclorofenol indofenol a 0,025% (DCFI), até o ponto de viragem (coloração rósea) determinado visualmente.

A firmeza foi determinada em tubérculos com casca utilizando-se o texturômetro (Stevens – LFRA Texture Analyser) com ponteiro TA 9/1000, com profundidade de penetração de 20 mm e velocidade de 2,0 mm s⁻¹. Foram feitas duas medições por tubérculo, na região equatorial. Os resultados foram expressos em Newton (N).

Nos tempos de avaliação, os tubérculos foram analisados quanto à presença de brotações (ou ausência), o que indicava sua inadequação para o consumo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão. Para as análises, utilizou-se o programa SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2014).

Tabela 1. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis (SS), firmeza (FIR) e vitamina C (VC) de batata 'Ágata', durante o armazenamento em temperatura ambiente

Table 1. Resume of the analysis of variance and coefficient of variation for pH, total titratable acidity (ATT), soluble solids (SS), firmness (FIR) and vitamin C (VC) of potato 'Agate' during storage at ambient temperature

	GL	Quadrado médio				
		pH	ATT	SS	FIR	VC
Embalagens (E)	2	0,0087 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	0,53 ^{ns}	266,78*	95,17 ^{ns}
Armazenamento (A)	3	0,0055 ^{ns}	0,0051*	0,33 ^{ns}	1814,85*	248,49*
E x A	6	0,0127*	0,0017 ^{ns}	0,31 ^{ns}	204,63*	82,11 ^{ns}
Erro	24	0,0042	0,0013	0,28	56,86	51,21
CV (%)		1,08	14,89	12,01	10,87	27,22

*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* Significant by the F test, 5% probability; ^{ns} not significant by the F-test at 5% probability.

Os tubérculos de batatas armazenadas sem embalagem (SE) apresentaram, inicialmente, aumento de pH, porém, a partir dos sete dias de armazenamento, ocorreu decréscimo. Pela derivação da equação SE, o maior valor de pH foi observado aos sete dias de armazenamento (6,03), enquanto o menor valor ocorreu aos 21 dias (5,91). O aumento inicial do pH pode ser explicado pelo fato de a exposição dos tubérculos ao ambiente ocasionar alta atividade respiratória e, portanto, maior consumo de ácidos orgânicos. Já a redução no pH após os sete dias de armazenamento pode ser explicada pelo surgimento das brotações, o que acelera o desdobramento de açúcares em ácidos orgânicos. As batatas armazenadas com filme de PVC

3 Resultados e Discussão

Em condição ambiente, houve efeito da interação embalagem x tempo de armazenamento para pH e firmeza ($p < 0,05$); acidez total titulável e vitamina C foram influenciadas apenas pelo tempo de armazenamento ($p < 0,05$), conforme a Tabela 1. As embalagens, o tempo de armazenamento e a interação entre esses fatores não exerceram influência sobre o teor de sólidos solúveis totais dos tubérculos de batata (Tabela 1).

apresentaram aumento de pH ao longo do tempo de avaliação, já as armazenadas em saco plástico (SP) apresentaram o comportamento inverso (Figura 1). Como a embalagem PVC tem espessura menor que o SP, as trocas gasosas são mais acentuadas, acelerando o metabolismo e a demanda por ácidos orgânicos, resultando no aumento do pH. Nos tubérculos embaladas com SP pode ter ocorrido uma liberação de ácidos orgânicos maior que a demanda metabólica dos tubérculos, reduzindo o pH. Furlaneto et al. (2014) observaram diminuição dos valores de pH de batatas 'Ágata' avaliadas durante o período de 14 dias em condições ambiente e associaram a redução do pH ao processo respiratório.

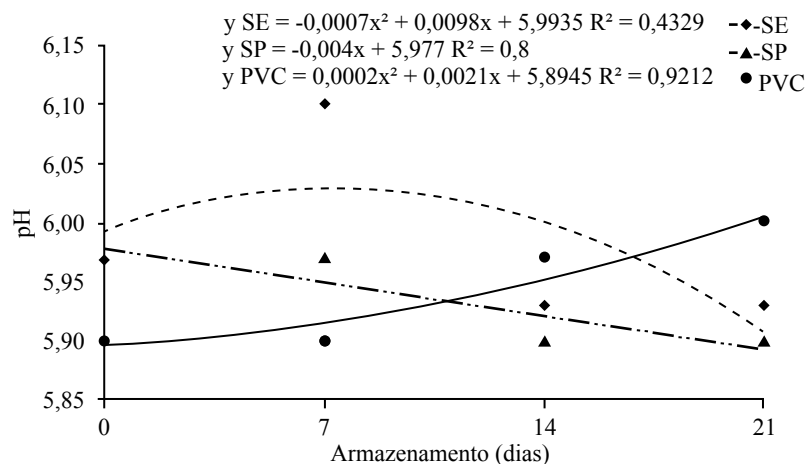


Figura 1. pH da polpa de tubérculos de batata 'Ágata', com diferentes tipos de embalagem (sem embalagem (SE), saco plástico (SP) e filme de PVC), em função do tempo de armazenamento em condição ambiente

Figure 1. pH of 'Agate' potato tubers pulp, with different types of packaging (without packaging (SE), plastic bag (SP), and PVC film), in function of storage time in ambient conditions

Observaram-se diferenças significativas de pH entre as embalagens utilizadas apenas aos sete dias ($p < 0,01$), em que os tubérculos SE apresentaram maior pH que os embalados com SP e PVC (Tabela 2). Como citado anteriormente, esse comportamento também está relacionado à maior taxa respiratória dos tubérculos expostos ao ambiente, em relação aos embalados. No geral, as amostras apresentaram os valores de pH variando de 5,9 a 6,1 (Tabela 2), o que indica que os tubérculos se encontravam em bom estado de maturação e

conservação, pois os valores de pH ótimos para a ação das enzimas que degradam o amido são mais baixos – entre pH 5,5 e 4,7 (Feltran et al., 2004).

A acidez total titulável sofreu redução de 18,8% ao longo do período de avaliação (Figura 2). Comportamento comum, uma vez que os ácidos orgânicos presentes no alimento apresentam tendência de redução pela conversão em açúcares e/ou por seu uso como substrato no processo respiratório (Suchoronczek et al., 2016).

Tabela 2. pH de tubérculos de batata ‘Ágata’, com diferentes tipos de embalagem, em função do tempo de armazenamento em condição ambiente
Table 2. pH of potato tubers ‘Agate’, with different types of packaging, in function of storage time in ambient conditions

Tipo de embalagem	Tempo de armazenamento			
	0	7	14	21
PVC	5,90 a*	5,90 a	5,96 a	6,00 a
Saco plástico	5,96 a	5,96 a	5,90 a	5,90 a
Sem embalagem	5,96 a	6,10 b	5,93 a	5,93 a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

*Means followed by the same letter in the column do not differ by Tukey test at 1% probability.

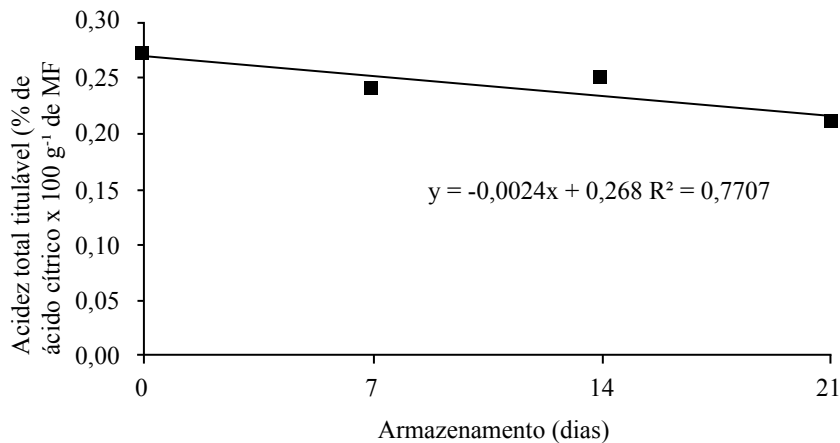


Figura 2. Acidez total titulável de tubérculos de batata ‘Ágata’ em função do tempo de armazenamento em condição ambiente

Figure 2. Titratable total acidity of ‘Agate’ potato tubers in function of storage time in ambient condition

Dados de acidez total titulável corroboram com os de pH, em que a redução na ATT implica no aumento do pH, pois as variações no pH traduzem oscilações na ATT (Teisson, 1979). No entanto, a redução na ATT implicou em acréscimo de pH apenas para batatas embaladas com PVC e as não embaladas até cerca de sete dias, para as embaladas em SP houve redução do pH. Segundo Martins (2007), não existe correlação direta ou prevista entre o pH e a acidez total titulável, o que também não foi observado por Cardoso et al. (2017) ao avaliarem batatas ‘Ágata’ cultivadas sob diferentes doses e fracionamentos de nitrogênio e potássio.

Os dados de ATT referentes a todos os tratamentos apresentaram valores entre 0,19% e 0,28%. Resultados similares foram obtidos por Cardoso et al. (2017), que obtiveram teores de 0,207% a 0,218% para a cv. Ágata. Fernandes et al. (2010) encontraram acidez titulável total de 0,20% e Suchoronczek et al. (2016), de 0,09%, ambos avaliando batatas ‘Ágata’ logo após a colheita. Isso indica que há variação na acidez total titulável mesmo em tubérculos de batata avaliados quando recém-colhidos.

Os sólidos solúveis não foram influenciados significativamente pelo tipo de embalagem e tempo de armazenamento, e apresentaram média de 4,16, 4,41 e 4,58 °Brix para PVC, SE e SP, respectivamente. Valores semelhantes foram obtidos por Cardoso et al. (2017) (4,20 a 4,25 °Brix) e Virmond et al. (2014) (4,0 °Brix), avaliando batatas cv. Ágata logo após a colheita.

Durante o tempo de avaliação, houve redução linear na firmeza da polpa dos tubérculos SE e embalados com filme PVC. No último dia de avaliação, a firmeza da polpa dos tubérculos armazenados SE, com PVC e SP foi reduzida, respectivamente, em 36,0%, 45,5% e 35,19%, em comparação com a primeira avaliação (0 – zero dia), conforme apresenta a Figura 3.

Os tubérculos armazenados em embalagem de SP apresentaram redução de 33,86% da firmeza da polpa até os sete dias de armazenamento, posteriormente houve aumento de 18,35% até os 16 dias, seguido de uma nova redução de 17,19% até o fim das avaliações (Figura 3). De acordo com Fernandes et al. (2015), a firmeza da polpa de tubérculos de batata se relaciona com sua porcentagem de matéria seca e com os

teores de amido. Como a conversão do amido em açúcares é reversível (Bervalde et al., 2010), as variações na firmeza ocorridas nos tubérculos embalados com SP podem estar relacionadas a variações no metabolismo de carboidratos, em que a degradação do amido ocasiona redução na firmeza, e a liberação excedente de açúcares ocasiona a conversão destes a amido novamente, aumentando a firmeza.

Nourian et al. (2003), ao avaliarem a firmeza das batatas intactas, armazenadas a 16 e 20 °C, observaram uma rápida depreciação na qualidade e textura, com redução de 19,64% e 31,54% na firmeza, deteriorando-se em 35 dias.

A perda da qualidade é frequentemente refletida na rigidez ou firmeza, que é a expressão do comportamento do fruto na relação força/deformação. Houve diferença significativa

entre as embalagens, em relação à firmeza da polpa, apenas aos sete dias de armazenamento ($p < 0,01$), em que todas as embalagens apresentaram valores diferentes entre si, as amostras embaladas com PVC apresentaram a maior firmeza (88,33 N), seguidas das SE (72,33 N) e das embaladas com SP (55,33 N) (Tabela 3). Esses resultados reforçam que, para um curto período de conservação e sem possibilidades de refrigeração, o uso de bandejas com filme de PVC é recomendado por manter a firmeza das batatas. Resultados similares ao das batatas não embaladas foram obtidos por Sanches et al. (2009) ao avaliarem as cultivares Baraka, Aracy, Apuã e a seleção IAC 6090 armazenadas sob condições ambiente ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR), estas apresentaram firmeza média de 78,76 N aos sete dias.

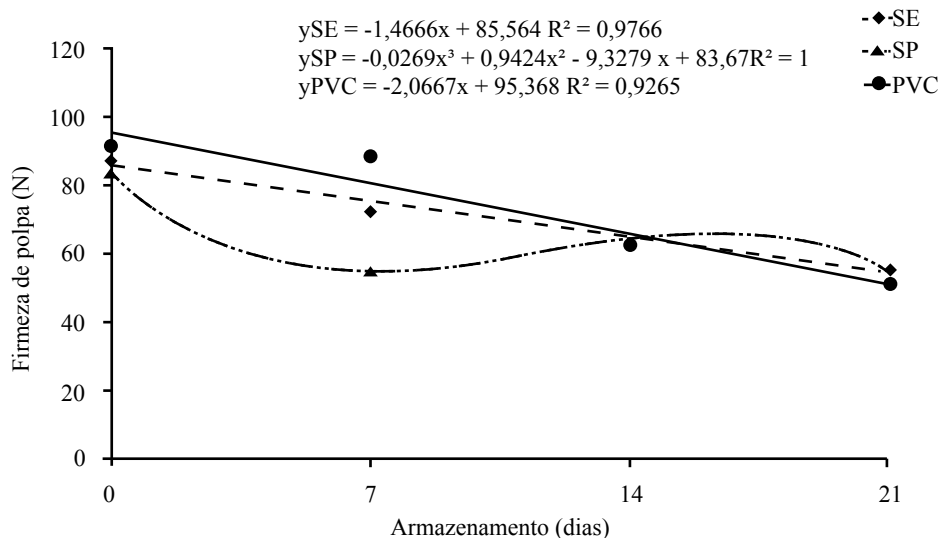


Figura 3. Firmeza de polpa de tubérculos de batata 'Ágata', com diferentes tipos de embalagem (sem embalagem (SE), saco plástico (SP), filme de PVC), em função do tempo de armazenamento em condição ambiente

Figure 3. Firmness of 'Agate' potato tubers pulp, with different types of packaging (without packaging (SE), plastic bag (SP), and PVC film), in function of storage time in condition environment

Tabela 3. Firmeza de polpa de tubérculos de batata 'Ágata', com diferentes tipos de embalagem, em função do tempo de armazenamento em condição ambiente

Table 3. Firmness of 'Agate' potato tubers pulp, with different types of packaging, in function of storage time in ambient conditions

Tipo de embalagem	Tempo de armazenamento			
	0	7	14	21
PVC	91,66 a*	88,33 a	62,66 a	52,00 a
Saco plástico	83,66 a	55,33 c	64,00 a	54,33 a
Sem embalagem	87,33 a	72,33 b	65,66 a	55,33 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

*Means followed by the same letter in the column do not differ by Tukey test at 1% probability.

O teor de vitamina C aumentou 44,55% até os cinco dias de armazenamento, seguido de um decréscimo de 51,31% até o dia 16, e um novo acréscimo de 78,6% até a última avaliação (21 dias) (Figura 4). Apesar das oscilações ao longo do armazenamento, o conteúdo final de vitamina C (30,16 mg de ácido ascórbico por 100 g de MF) foi superior ao inicial (24 mg de ácido ascórbico por 100 g de MF). De acordo com

Abbasi et al. (2016), a redução de vitamina C tem sido implicada na diminuição da qualidade nutricional, portanto sua estabilidade assegurada durante o armazenamento tem sido uma grande preocupação dos tecnólogos pós-colheita. O conteúdo de ácido ascórbico variou de 18,33 a 32,66 mg por 100 g de MF. De acordo com Davey et al. (2000), batatas apresentam teores de vitamina C que variam entre

10 mg e 30 mg por 100 g de MF. Um estudo realizado por Abbasi et al. (2016), com batatas da variedade “Lady Rosetta” armazenadas à temperatura ambiente com diferentes materiais de embalagem, revelou redução contínua no conteúdo de ácido ascórbico durante o período de armazenamento (63 dias).

Pineli et al. (2005) observaram correlação entre a degradação do amido e o aumento nos teores totais de vitamina C em batatas ‘Ágata’ minimamente processadas. Segundo Noctor & Foyer (1998), a elevação no teor de ácido ascórbico pode ser explicada pelo aumento da atividade respiratória ocasionado pelo surgimento das brotações, que leva à degradação do amido, com acúmulo de glicose, substrato requerido no processo de síntese de ascorbato. No entanto o surgimento das brotações aos sete dias coincidiu com uma redução no conteúdo de vitamina C, o que é explicado por Abbasi et al. (2016). Segundo estes autores, como a vitamina C é solúvel em água e suscetível à oxidação, o conteúdo de ácido ascórbico diminui rapidamente com o aumento das taxas de respiração e a perda de água no armazenamento (Abbasi et al. 2016).

Apesar da redução acentuada na firmeza, as características químicas avaliadas se mantiveram dentro de padrões aceitáveis até o fim das avaliações (21 dias). Entretanto os tubérculos

de batata ‘Ágata’ avaliados podem ser mantidos em condição ambiente por apenas sete dias, pois, independentemente da embalagem utilizada, a partir desse período, todas as amostras apresentaram brotações. Esse mesmo resultado foi obtido por Sanches et al. (2009), avaliando o comportamento de batatas armazenadas em condição ambiente.

Houve efeito significativo do tempo de armazenamento para todas as variáveis avaliadas (pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, firmeza e vitamina C) sob armazenamento refrigerado. Porém para nenhuma característica foi observada diferença significativa na interação entre as embalagens e o tempo de armazenamento (Tabela 4).

No tempo zero e aos 50 dias de estocagem, os tubérculos apresentaram o maior pH, de 5,97 e 5,86, respectivamente (Figura 5). A redução do pH, observada aos 25 dias de armazenamento, pode ter sido resultante da influência da refrigeração no metabolismo do tubérculo. Os valores de pH (5,69 a 5,97) encontrados neste estudo são semelhantes aos observados por Suchoronzek et al. (2016), que verificaram valor médio de 5,77 para cultivar Ágata e 5,95 para cultivar Atlantic. Porém os autores observaram que esses parâmetros não foram afetados pelo tempo de armazenamento nas condições avaliadas.

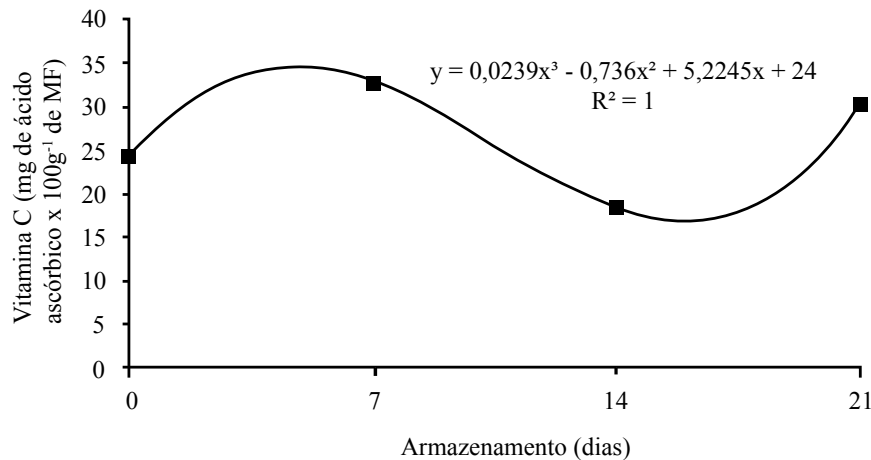


Figura 4. Vitamina C de tubérculos de batata ‘Ágata’ em função do tempo de armazenamento em condição ambiente

Figure 4. Vitamin C of ‘Agate’ potato tubers in function of storage time under ambient conditions

Tabela 4. Resumo da análise de variância e coeficiente de variação para pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis (SS) firmeza (FIR) e vitamina C (VC) de tubérculos de batata ‘Ágata’, durante o armazenamento refrigerado

Table 4. Resume of analysis of variance and coefficient of variation for pH, titratable total acidity (ATT), soluble solids (SS), firmness (FIR) and vitamin C (VC) of potato tubers ‘Agate’ during refrigerated storage

FV	GL	Quadrado médio				
		pH	ATT	SS	FIR	VC
Embalagens (E)	2	0,0058 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	0,029 ^{ns}	248,69 ^{ns}	30,88 ^{ns}
Armazenamento (A)	3	0,1178*	0,1626*	7,81*	1209,36*	58,00*
E x A	6	0,0058 ^{ns}	0,0028 ^{ns}	0,14 ^{ns}	127,3 ^{ns}	16,21 ^{ns}
Erro	24	0,0050	0,0035	0,17	169,83	9,42
CV (%)		1,21	7,04	7,61	17,45	12,27

*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

*Significant by the F test, 5% probability; ^{ns} not significant by the F-test at 5% probability.

A medida do pH é uma característica importante para determinar a deterioração do produto, devido à presença e ao crescimento de microrganismos nocivos à saúde (Braga et al., 2013).

Os teores de sólidos solúveis totais (Figura 6) e a acidez total titulável (Figura 7) apresentaram valores máximos aos 50 dias de armazenamento sob refrigeração, de 6,11 °Brix e 0,95%, respectivamente; posteriormente houve redução desses teores.

O aumento no teor de sólidos solúveis pode ter sido ocasionado devido à perda de água, pela transpiração e respiração, durante o armazenamento, bem como pela degradação do amido. Ao longo do período de estocagem ocorre perda de água, com isso há uma redução no percentual de umidade, levando à concentração dos sólidos solúveis, o que explica o aumento dessa característica com o decorrer do armazenamento (Chitarra & Chitarra, 2005).

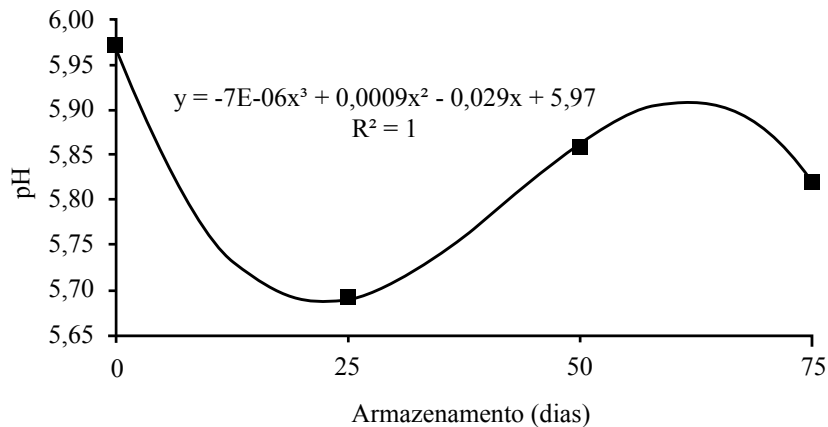


Figura 5. pH da polpa de tubérculos de batata 'Ágata' em função do tempo de armazenamento em câmara de refrigeração

Figure 5. pH of the 'Agate' potato tubers pulp in function of the storage time in the cooling chamber

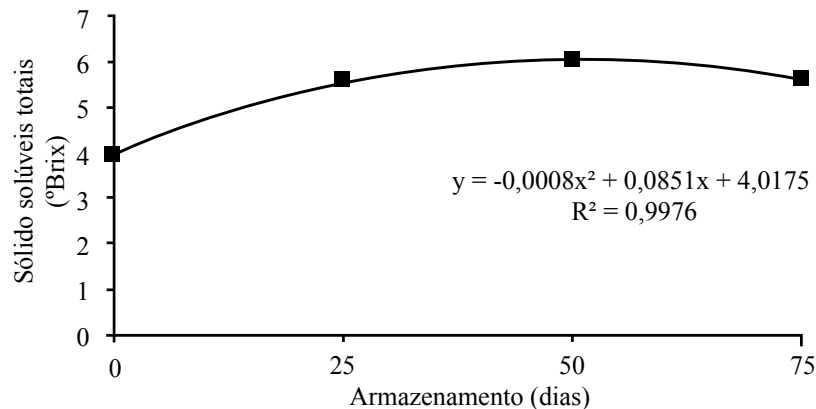


Figura 6. Sólidos solúveis totais de tubérculos de batata 'Ágata' em função do tempo de armazenamento em câmara de refrigeração

Figure 6. Total soluble solids of 'Agate' potato tubers in function of storage time in the cooling chamber

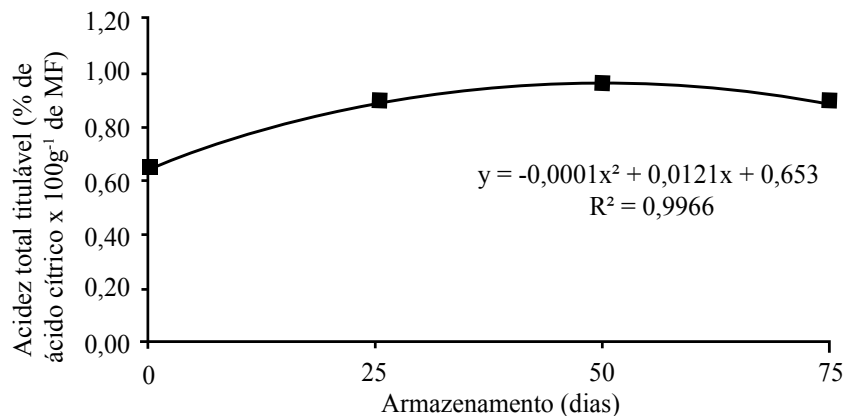


Figura 7. Acidez total titulável de tubérculos de batata 'Ágata' em função do tempo de armazenamento em câmara de refrigeração

Figure 7. Titratable total acidity of 'Agate' potato tubers in function of the storage time in the cooling chamber

Os sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias tais como açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas (Chitarra & Chitarra, 2005). Quando tubérculos de batata são armazenados principalmente a baixas temperaturas, verificam-se aumentos na atividade de algumas enzimas envolvidas na degradação do amido, com consequente aumento nos teores de açúcares solúveis (Bervald et al., 2010).

Suchoronczek et al. (2016) verificaram que tanto o aumento do período de armazenamento como o atraso na colheita promoveram o acréscimo no teor de sólidos solúveis. Esses mesmos autores não observaram diferença significativa para a acidez titulável. A elevação nos teores da acidez total titulável (Figura 7) demonstra que a quantidade de ácidos orgânicos presentes na polpa dos tubérculos de batata apresenta diferenças ao longo do período de armazenamento.

Houve redução linear da firmeza da polpa ao longo do tempo de armazenamento. Os tubérculos apresentaram polpa mais firme ao zero dia de armazenamento (88,67 N), com diminuição de 31,96% dessa variável em comparação ao último dia de avaliação (75 dias de armazenamento), mesmo estando sob condição de refrigeração (Figura 8). Porém, nesse mesmo estudo, é possível verificar que os valores da firmeza da polpa do tubérculo mantido em condição ambiente aos 21 dias de armazenamento (Figura 3) foram semelhantes aos dos que permaneceram armazenados por 75 dias sob condição refrigerada. Dessa forma, é perceptível que a refrigeração prolongou a vida útil dos tubérculos (Figuras 8).

O armazenamento sob baixas temperaturas é um dos métodos mais efetivos e práticos utilizados no prolongamento da vida útil de frutos e hortaliças. A refrigeração diminui a taxa respiratória, a perda de água e retarda o amadurecimento. Além disso, as baixas temperaturas também diminuem a incidência de microrganismos patogênicos (Santo & Albuquerque, 2015). Assim, o uso de baixas temperaturas durante o armazenamento contribui para minimizar perdas, elevar a vida útil dos frutos, aumentando a oferta e agregando valor aos produtos (Chitarra & Chitarra, 2005; Santo & Albuquerque, 2015).

Suchoronczek et al. (2016), avaliando o efeito de épocas de colheita e tempo de armazenamento de tubérculos de batata sobre características de qualidade pós-colheita, verificaram que o aumento no tempo de armazenamento (sob condição ambiente) e atraso na colheita reduziram a firmeza de polpa nas cultivares estudadas, sendo que os menores valores da firmeza foram observados aos 42 dias na cultivar Ágata (35 N) e na Atlantic (43 N), valores inferiores aos observados neste estudo.

A firmeza é uma das principais características para o consumidor que tem preferência pelo produto na forma *in natura*, com maiores valores desse atributo. Essa característica também interessa aos processadores na indústria, pois confere maior rendimento na retirada da película e no corte da polpa (Cardoso et al., 2017).

O conteúdo final de vitamina C (26,63 mg de ácido ascórbico por 100 g de MF) dos tubérculos armazenados sob refrigeração foi superior ao inicial (24,5 mg de ácido ascórbico por 100 g de MF), o que também foi verificado em condição ambiente. Os menores teores de vitamina C foram verificados nas duas primeiras avaliações, depois houve elevação até os 50 dias de armazenamento (Figura 9). Possivelmente, a partir desse período, ocorreu maior perda de água, concentrando o conteúdo dessa vitamina no sulco celular. Outro fator que pode estar relacionado é a atuação da vitamina C como antioxidante, resultante das reações oxidativas que acontecem durante o período de estocagem; relatos semelhantes foram feitos por Silva et al. (2009).

Pineli et al. (2006), caracterizando química e fisicamente batatas minimamente processadas durante o armazenamento refrigerado, constataram que as cultivares estudadas apresentaram tendência de redução dos teores de vitamina C total durante os seis primeiros dias de armazenamento, porém, posteriormente, houve aumento nos teores dessa vitamina até o final do experimento, como citado anteriormente.

O armazenamento refrigerado prolongou o período de conservação dos tubérculos até 50 dias, a partir desse período, iniciou-se o surgimento de brotações.

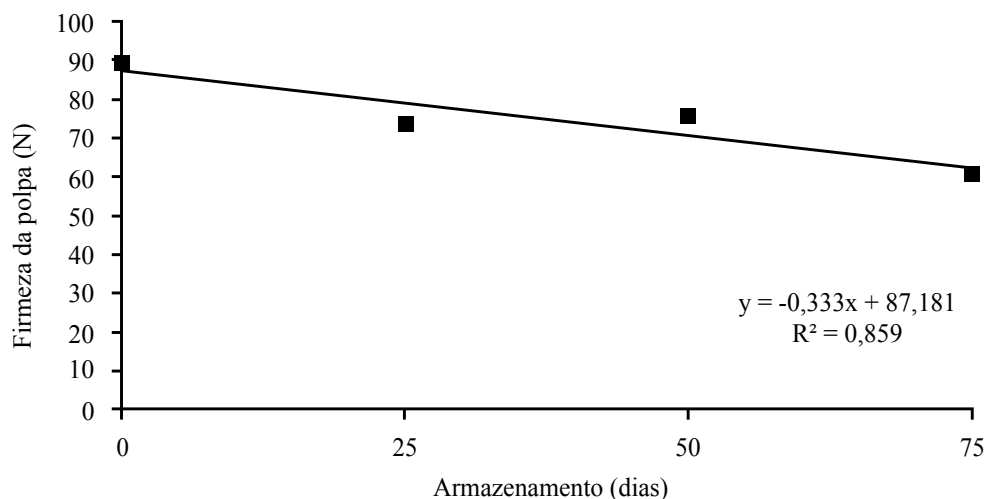


Figura 8. Firmeza de polpa de tubérculos de batata 'Ágata' em função do tempo de armazenamento em câmara de refrigeração.

Figure 8. Firmness of 'Agate' potato tuber pulp in function of the storage time in the refrigeration chamber.

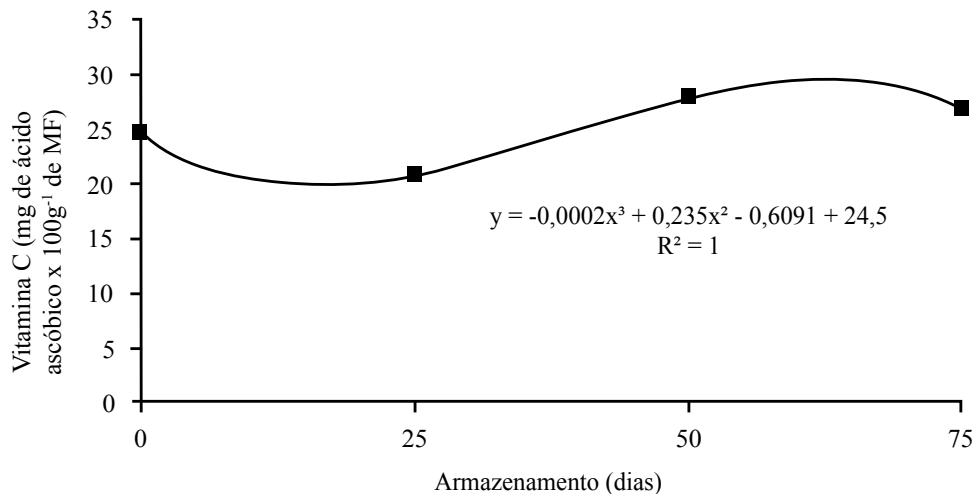


Figura 9. Vitamina C de tubérculos de batata 'Ágata' em função do tempo de armazenamento em câmara de refrigeração

Figure 9. Vitamin C of 'Agate' potato tubers in function of the storage time in the cooling chamber

4 Conclusões

Os tubérculos de batata 'Ágata' obtidos no mercado podem ser armazenados em condição ambiente por apenas sete dias, sendo que, para esse período, a embalagem filme de PVC proporciona a melhor qualidade física dos tubérculos.

O armazenamento refrigerado prolongou o período de conservação dos tubérculos por até 50 dias. Durante esse período, as embalagens filme de PVC e saco plástico não influenciaram na conservação dos tubérculos.

A firmeza da polpa dos tubérculos foi reduzida, e o conteúdo de vitamina C na última avaliação foi superior ao conteúdo inicial, em ambas as condições de armazenamento.

Referências

ABBASI, K. S.; MASUD, T.; QAYYUM, A.; KHAN, S. U.; AHMAD, A.; MEHMOOD, A.; FARID, A.; JENKS, M. A. Transition in tuber quality attributes of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different packaging systems during storage. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, Kiel, v. 89, p. 142-149, 2016.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the AOAC international*. 17th. ed. Gaythersburh: MD, 2000.

BANSAL, V.; SIDDIQUI, M.; RAHMAN, M. Minimally processed foods: overview. In: SIDDIQUI, M. W.; RAHMAN, S. *Minimally processed foods: technologies for safety, quality, and convenience*. New York: Springer, 2015. p. 1-15.

BERVALD, C. M. P.; BACARIN, M. A.; DEUNER, S.; TREVIZOL, F. C. Variação do teor de carboidratos em genótipos de batata armazenados em diferentes temperaturas. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 2, p. 477-483, 2010.

BRAGA, T. R.; PEREIRA, R. A.; SILVEIRA, M. R. S.; SILVA, L. R.; OLIVEIRA, M. M. T. Caracterização físico-química de progênies de pimentas (*Capsicum frutescens* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía*, La Plata, v. 112, n. 1, p. 6-10, 2013.

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; DUTRA, F. V.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S. Características físico-químicas de batata em função de doses e fracionamentos de nitrogênio e potássio. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v. 40, n. 3, p. 567-575, 2017.

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

DAVEY, M. W.; MONTAGU, M. V.; INZÉ, D.; SANMARTIM, M.; KANELIS, A.; SMIRNOFF, N.; BENZIE, I. J. J.; STRAIN, J. J.; FAVEL, D.; FLETCHER, J. Plant ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Hoboken, v. 80, p. 825-860, 2000.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; ARTIOLI, G. M.; BANZATTO, D. A. Esverdeamento em cultivares de batata avaliado pela escala visual e índice spad. *Horticultura Brasileira*, Recife, v. 22, p. 681-685, 2004.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; EVANGELISTA, R. M.; NARDIN, I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. *Horticultura Brasileira*, Recife, v. 28, n. 3, p. 299-304, 2010.

FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; MORENO, L. D. A.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de tubérculos frescos de cultivares de batata em função da nutrição fosfatada. *Bragantia*, Campinas, v. 74, p. 102-109, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FURLANETO, K. A.; LIMA, P. F. F. S.; DAIUTO, É. R.; JOB, A. L. G.; MENDONÇA, V. Z.; VIEITES, R. L.; CARVALHO, L. D. Qualidade de batata cv. Ágata influenciada por diferentes concentrações de adubação potássica. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, Valencia, v. 15, n. 2, p. 187-192, 2014.

GÓMEZ-CASTILLO, D.; CRUZ, E.; IGUAZ, A.; ARROQUI, C.; VÍRSEDA, P. Effects of essential oils on sprout suppression and quality of potato cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 82, p. 15-21, 2013.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 21 mar. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola*, Rio de Janeiro, v. 30 n. 1, p. 1-81, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producaoagricola.html?=&t=downloads>. Acesso em: 27 de novembro de 2018.

MARTINS, P. A. *Análises físico-químicas utilizadas nas empresas de vinificação necessárias ao acompanhamento do processo de elaboração de vinhos brancos*. 2007. Monografia (Tecnólogo em Viticultura e Enologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 2007.

NOCTOR, G.; FOYER, C. H. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, v. 49, p. 249-279, 1998.

NOURIAN, F.; RAMASWAMY, H. S.; KUSHALAPPA, A. C. Kinetics of quality change associated with potatoes stored at different temperatures. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, [S. l.], v. 36, p. 49-65, 2003.

PINELI, L. L. O.; MORETTI, C. L.; ALMEIDA, G. C.; NASCIMENTO, A. B. G.; ONUKI, A. C. A. Associação de atmosfera modificada e antioxidantes reduz o escurecimento de batatas ‘Ágata’ minimamente processadas. *Horticultura Brasileira*, Recife, v. 23, n. 4, p. 993-999, 2005.

PINELI, L. L. O.; MORETTI, C. L.; ALMEIDA, G. C.; SANTOS, J. Z.; ONUKI, A. C. A.; NASCIMENTO, A. B. G. Caracterização química

e física de batatas ‘Ágata’ e ‘Monalisa’ minimamente processadas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, p. 127-134, 2006.

SANCHES, J.; CIA, P.; ANTONIALI, S.; AZEVEDO FILHO, J. A.; ROSSI F. Comportamento pós-colheita de batatas armazenadas sob condições ambiente. *Horticultura Brasileira*, Recife, v. 27, p. 1823-1829, 2009.

SANTO, D. C.; ALBUQUERQUE, E. M. B. Principais técnicas pós-colheita para prolongar a vida de frutas e hortaliças. In: OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. *Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças*. Natal: IFRN, 2015. p. 15-36.

SILVA, A. V. C.; OLIVEIRA, D. S. N.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. N.; NARAIN, N. Temperatura e embalagem para abóbora minimamente processada (Curcubita moschata). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 29, n. 2, p. 391-394, 2009.

SUCHORONCZEK, A.; JADOSKI, S. O.; BOTELHO, R. V.; SANTOS, J.; CAMACHO, A. D. Efeito de épocas de colheita e tempo de armazenamento de tubérculos de batata sobre características de qualidade pós-colheita. *Applied Research & Agrotechnology*, Guarapuava, v. 9, n. 1, p. 45-53, 2016.

TEISSON, C. Le brunissement interne de ananas. I – Historique. II – Matière et méthodes. *Fruits*, Paris, v. 34, n. 4, p. 245-261, 1979.

VIRMOND, E. P.; KAWAKAMI, J.; VONCIK, K. S.; CÓRDOVA, K. R. V.; SLOMPO, P. J. H. Características físico-químicas de cultivares de batata sob cultivo orgânico. *Ambiência*, Guarapuava, v. 10, n. 1, p. 31-42, 2014.

ZAMBOLIM, L.; CÁSSIA, R. M.; PICANÇO, M. C. Produção integrada: base da sustentabilidade da bataticultura. In: ZAMBOLIM, L. *Produção integrada da batata*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

Contribuição dos Autores: Rosane Mendonça do Nascimento e Poliana Prates de Souza Soares realizaram o experimento e a escrita científica; Ranyelly Leão Coutrim e Tâmara Moreira Silva contribuíram com a realização das análises do experimento; Paula Acácia Silva Ramos e Ivan Vilas Bôas Souza contribuíram com a escrita científica.

Fontes de Financiamento: Não houve fonte de financiamento.

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.