

Determinação do ponto de colheita e maturação em genótipo de abiu sob atmosfera modificada

Alex Guimarães Sanches¹, Maryelle Barros da Silva¹, Elaine Gleice Silva Moreira¹, Fernando Maia Tripoloni²

¹Engenheiros Agrônomos, Universidade Federal do Pará, CEP: 68370-000, Altamira-PA

²Discente do curso de Agronomia, Universidade Federal do Pará, Altamira-PA.

alexsanches.eng@gmail.com, maryellebarros@bol.com, elaine.moreira.230@gmail.com,
fernandotripolonieng@gmail.com.

Resumo: O potencial de conservação e a qualidade dos frutos são determinados, principalmente, pelo estágio de maturação em que são colhidos, diante disso o presente trabalho propôs-se determinar o ponto de colheita e o processo de amadurecimento de um genótipo de abiu sob atmosfera modificada. Os frutos foram colhidos em três estádios de maturação: 1 (verdes), 2 (50% verdes e 50% amarelos) e 3 (amarelos). Estes foram armazenados em câmara fria a 10°C por 12 dias. As análises físico-químicas e sensoriais ocorreram em intervalos de três dias sob os seguintes parâmetros: taxa respiratória, produção de etileno, cor da casca, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, conteúdo de ácido ascórbico e sabor. Houve interação significativa entre o binômio estágio de maturação e tempo de armazenamento para todas as variáveis analisadas. O estágio 3 de maturação teve sua qualidade comprometida em relação aos demais com o aumento do tempo de armazenamento. Considerando que frutos colhidos mais verdes levaram mais tempo para amadurecer, a colheita nos estádios 1 e 2 pode ser interessante do ponto de vista da comercialização.

Palavras-chave: *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk., coloração da casca, fruta tropical.

Determination of the point of harvest and maturation genotype modified atmosphere abiu

Abstract: The potential for conservation and the quality of the fruits are determined mainly by the maturity stage in which they are harvested before that this study set out to determine the point of harvest and the ripening process of a genotype abiu under modified atmosphere. The fruits were harvested in three maturity stages: 1 (green), 2 (50% green and 50% yellow) and 3 (yellow). These were stored in a cold chamber at 10 ° C for 12 days. The physicochemical and sensory analysis occurred every three days under the following parameters: respiratory rate, ethylene production, skin color, firmness, soluble solids, titratable acidity, ascorbic acid content and flavor. There was a significant interaction between the binomial maturity stage and storage time for all variables. The stage 3 maturity had compromised their quality in relation to others with increasing storage time. Whereas fruit harvested greenest took longer to mature, harvest in stages 1 and 2 can be interesting from the marketing point of view.

Keywords: *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk, skin color, tropical fruit.

Introdução

O abieiro, *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk, é uma planta da Família *Sapotaceae*, originária da região amazônica cujo fruto é bastante consumido nos trópicos na forma in natura (Donadio, 2000).

A Embrapa Amazônia Oriental selecionou e vem desenvolvendo pesquisas com o clone Gigante do Solimões, que apresenta plantas com elevada produtividade, frutos grandes, com peso médio de 581,25g, pouco látex e rendimento percentual de parte comestível em torno de 60% (CARVALHO et al., 2010).

O potencial de conservação e a qualidade dos frutos são determinados, principalmente, pelo estágio de maturação em que os frutos são colhidos. A colheita com os frutos em estágio adequado de maturação é importante para a boa conservação dos frutos, e afeta diretamente a manutenção de sua qualidade (Chitarra e Chitarra, 2007). A atividade respiratória e a produção de etileno, bem como as mudanças físicas e químicas durante o desenvolvimento dos frutos, são critérios importantes para determinar a maturidade e a qualidade de frutos (Pinto et al., 2013).

O armazenamento refrigerado é o principal método utilizado para conservação de frutas e hortaliças, pois visa minimizar a intensidade do processo vital desses produtos por meio da utilização de condições adequadas que permitam uma redução no metabolismo normal, reduzindo a incidência de doenças pela inibição do crescimento de microrganismos, restringindo as atividades enzimáticas e respiratórias, inibindo as perdas de água e de frescor, sem alterar a fisiologia do fruto, evitando, assim, a rápida deterioração (DAMIANI et al., 2008).

A falta de qualidade dos frutos é uma das limitações para a expansão dos mercados interno e externo e o conhecimento dos fatores que interferem na fisiologia do amadurecimento do fruto é essencial na elaboração de estratégias pós-colheita que preservem a qualidade do fruto. Assim, o estudo da fisiologia pós-colheita desse novo clone de abiu é de grande importância para determinar o momento ideal da colheita e caracterizar as alterações ocorridas nas características físicas, sensoriais e nutricionais dos frutos durante o armazenamento.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de Tecnologia de Produtos da Faculdade de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal do Pará, Campus Altamira-PA com frutos de abiu provenientes do Centro Integrado de Fruticultura Tropical da Embrapa Amazônia Oriental localizado no município de Altamira-PA.

Os frutos do clone Gigante do Solimões foram colhidos de plantas matrizes com aproximadamente cinco anos de idade em três diferentes estádios de maturação: 1= verde; 2= frutos 50% verdes e 50% amarelos e 3= frutos totalmente amarelos. Estes foram selecionados quanto a ocorrência de injúrias fisiológicas e ou ataques por pragas e doenças e imediatamente acondicionados em caixas térmicas sendo então transportados até o laboratório.

No laboratório os frutos foram sanitizados em solução clorada a 5% por cinco minutos, secos ao ar e então acondicionados em bandejas de isopor de poliestireno, revestida com filme plástico de PVC 14 micras e mantidos em câmara fria por 12 dias a temperatura constante de 10°C e 85% de U.R.

As análises físico-químicas e sensoriais ocorreram em intervalos de três dias sobre as seguintes características: a) A taxa respiratória e b) produção de etileno foram determinadas por cromatografia gasosa em cromatógrafo Varian 3300. As amostras de cada repetição foram colocadas em minicâmaras hermeticamente fechadas sendo calculado o gás do espaço livre dos recipientes através de analisadores eletrônicos de CO₂ e C₂H₄, marca Agri-Datalog. Com base na concentração de CO₂, no volume do espaço livre, na massa de frutos e no tempo de fechamento, foi calculada a respiração e a produção de etileno sendo os valores expressos em mililitro de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ e µL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹, respectivamente.

c) A cor da casca foi avaliada através do colorímetro de Minolta CR-300, tomando-se duas leituras por fruto na sua região equatorial. Os resultados foram expressos em ângulo Hue (°H); d) a firmeza da polpa foi determinada com o auxílio de um penetrômetro McCormick, modelo FT 327, com duas leituras na região equatorial de cada fruto.

e) O conteúdo de sólidos solúveis foi determinado por refratometria, utilizando-se refratômetro digital, após a extração do suco da polpa da região central de cada fruto e o resultado foi expresso em °Brix.

f) A acidez titulável foi determinada, titulando-se, sob agitação, o suco do conjunto de frutos de cada bandeja, após extrair, triturar e homogeneizar 10 g da polpa da região

central de cada fruto, em 100 mL de água destilada, com NaOH 0,1N, usando-se fenolftaleína 1% como indicador. O resultado foi expresso em mg/100g ácido cítrico.

g) O conteúdo de ácido ascórbico das amostras foi determinado pelo método colorimétrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), e os resultados, expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa.

h) A análise sensorial sobre o atributo sabor foi determinada com o auxílio de sete avaliadores treinados que atribuíram notas em uma escala hedônica de 5 pontos onde: 1= ótimo; 2= bom; 3= regular, 4= ruim e 5= péssimo.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x5 sendo (três estádios de maturação e cinco tempos de armazenamento: 0, 3, 6, 9 e 12 dias) com quatro repetições e a parcela experimental composta por cinco frutos. Os dados foram analisados pela ANOVA sob o teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade através do software estatístico Assistat 7.7 versão beta.

Resultados e Discussão

O amadurecimento dos abius seguiu o processo normal após a colheita independente do estádio em que foram colhidos, para tanto foram observadas variações na respiração dos frutos as quais diferiram entre si ao longo dos 12 dias de armazenamento refrigerado (Figura 1).

De acordo com a Figura 1 observa-se uma redução na taxa respiratória com valor médio de 31,3 ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ no dia zero para valores abaixo de 26,0 ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ após três dias de armazenamento em todos os estádios de maturação. Após este período, a um aumento na respiração dos frutos até o fim do experimento, principalmente para aqueles colhidos no estádio 3 atingindo média de 44,2 ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ e diferindo significativamente dos estádios 1 e 2 que mesmo com o aumento na atividade respiratória não ultrapassaram 40,0 ml CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ após 12 dias de avaliação.

No trabalho conduzido por Steffens et al., (2007) observaram que pêssegos e maçãs colhidos em diferentes estádios de maturação apresentaram menor atividade respiratória quando colhidos ainda verdes em comparação aos frutos semi-maturos e completamente maduros. Souza et al., (2009) ao avaliar o efeito da atmosfera controlada em mamões colhidos em diferentes estádios de maturação verificaram menor atividade respiratória nos frutos verdes (estádio 1) nos dias iniciais a instalação do experimento quando comparado aos demais estádios (verde-amarelo e amarelo), corroborando com o verificado neste trabalho.

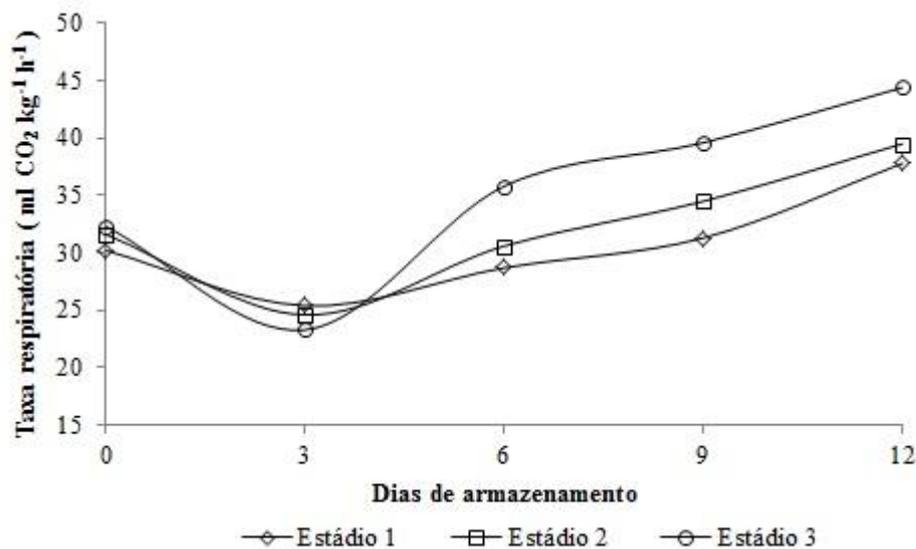


Figura 1. Atividade respiratória ($\text{ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) em abius colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados em câmara fria a 10°C por 12 dias.

A Figura 2 mostra que a taxa de produção de etileno produzida pelos frutos foi significativamente afetada seja pelo estádio de maturação e pelo período de armazenamento. Para os frutos colhidos no estádio 1 observa-se dois picos na produção de etileno sendo 1 no sexto dia de análise com média de $1,2 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ e outro no décimo segundo dia atingindo valor médio de $1,7 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

Os frutos colhidos nos estádio 2 apresentaram comportamento similar aqueles verificados no estádio 1, contudo, de forma menos intensa atingindo picos na produção de etileno no sexto e décimo segundo dia de $1,1$ e $1,5 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ respectivamente. Para os frutos colhidos no estádio 3 de maturação não foram observados picos significantes na produção de etileno e as médias ficaram abaixo de $0,5 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ao longo de todo o período experimental (Figura 2).

A relação entre o estádio de maturação dos frutos com a produção do etileno também foi verificada por Pinto et al., (2013) que ao avaliar o comportamento fisiológico de frutos de camu-camu em diferentes pontos de colheita observaram que somente frutos colhidos nos estádios mais precoces apresentaram pico na produção de etileno indicando que os frutos mais verdes estavam em fase pré-climatérica conforme verificado nos estádios 1 e 2 neste trabalho.

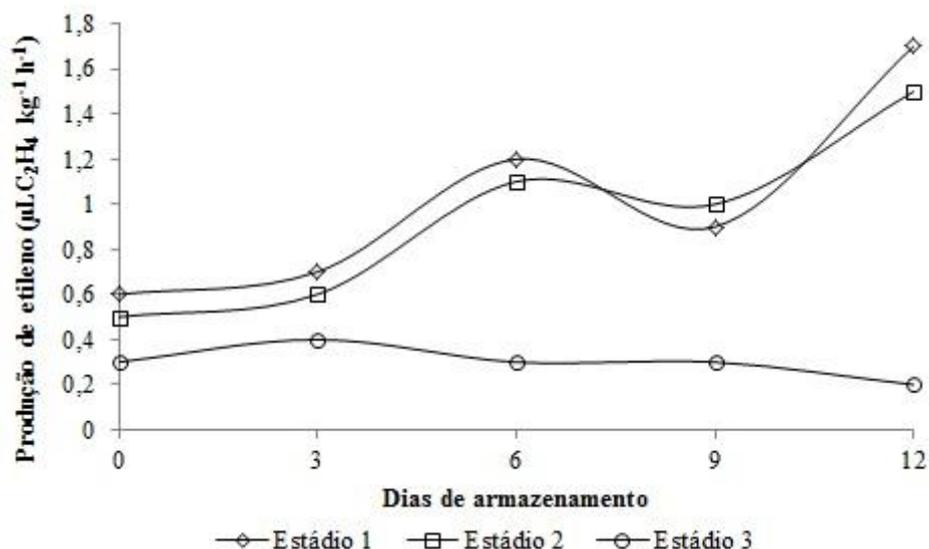


Figura 2. Produção de etileno ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) em abius colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados em câmara fria a 10°C por 12 dias.

A velocidade da perda de firmeza também foi influenciada pelo estádio de maturação no qual os frutos foram colhidos e pelo tempo de armazenamento diferindo significativamente entre si logo após três dias de armazenamento quando apresentaram médias correspondentes a 39,6; 35,7 e 28,2 N para os estádios 1, 2 e 3 respectivamente (Figura 3A).

De maneira geral pode-se observar que a perda de firmeza foi mais lenta para frutos colhidos no estádio 1, o que do ponto de vista da comercialização, pode ser interessante. No sexto dia de avaliação os frutos no estádio 1 de maturação apresentaram redução de até 5% da firmeza inicial apresentada enquanto que para o mesmo período os frutos colhidos nos estádios 2 e 3 apresentavam percentual médio de 10 e 16% respectivamente (Figura 3A).

Tais resultados corroboram com o verificado por Damatto Junior et al., (2010), Carvalho et al., (2011) e Stanger et al., (2014) em trabalhos com pimentão, banana e ameixas respectivamente na qual verificaram uma perda de firmeza mais lenta nos estádios menos avançados de maturação (verdes) em comparação aos frutos cujo ponto de colheita apresentava-se mais maduro (amarelo). Possivelmente, nos estádios menos avançados de maturação, as enzimas relacionadas ao amadurecimento, como por exemplo, as pectinases, ainda não estavam sintetizadas e ativadas no início do processo de amolecimento.

A coloração da casca foi determinada pelo ângulo de cor $^{\circ}\text{H}$ que é a medida mais significativa para se analisar a variação da cor durante o processo de maturação. Deste modo observa-se que a coloração ($^{\circ}\text{H}$) foi significativamente reduzida com o tempo de armazenamento

em todos os estádios de maturação, isto é, desenvolvimento da cor amarela devido a degradação da clorofila e a síntese e revelação dos carotenoides (Figura 3B).

No dia zero de armazenamento somente os frutos colhidos no estágio 3 diferiu dos demais apresentando média de 93,4[°]H em comparação aos 116,5[°] e 118,5 [°]H dos estádios 2 e 1 respectivamente. Após três dias de armazenamento somente os frutos do estágio 1 mantiveram valores acima de 110,0[°]H (maior teor de clorofila, verde) diferindo significativamente dos demais (Figura 3B).

Ao fim de 12 dias de armazenamento as médias apresentadas não diferiram entre si e concentravam-se abaixo de 80 [°]H verificando um tom de amarelo mais acentuado, valor este próximo ao definido por Canuto et al., 2010 que avaliando a pós-colheita de abius notaram média de 85,0[°]H (Figura 3B).

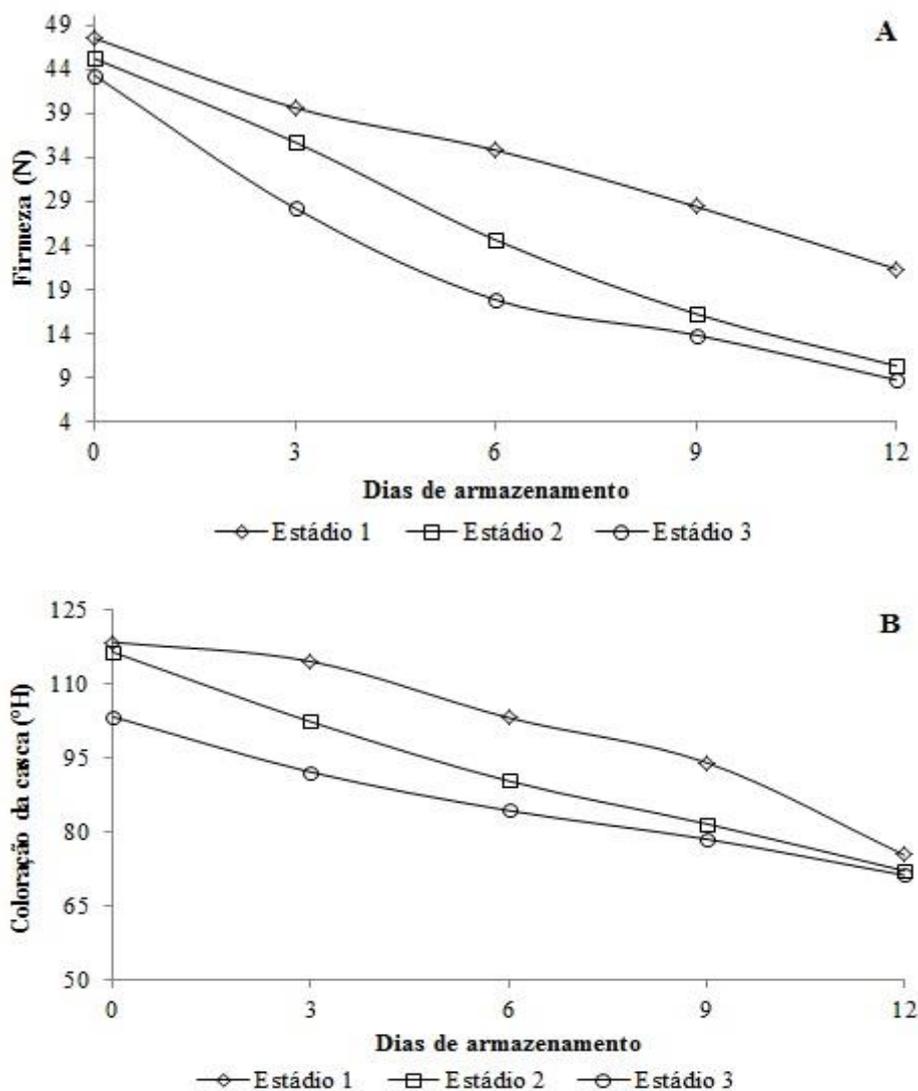


Figura 3. (A) Firmeza da polpa (N) e (B) coloração da casca ([°]H) em abius colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados em câmara fria a 10[°]C por 12 dias.

No que tange ao conteúdo de sólidos solúveis (Figura 4A) as médias oscilaram do primeiro ao último dia de armazenamento entre 11,2 e 16,6 °Brix. Nos diferentes estádios de maturação observou-se variação estatística somente até o sexto dia de análise de modo que os estádios 3 e 2 apresentaram as maiores médias. A partir do nono dia os dados diferiram somente em relação ao tempo de armazenamento apresentando um incremento mais acentuado em seus valores médios em torno de 15,5°Brix e chegando a valores próximos a 17,0°Brix ao fim de 12 dias (Figura 4A).

A grande variação do estádio de maturação 1 (verde), 2 (50% verde, 50% amarelo) e 3 (amarelo) pode ter favorecido para que houvesse essa variação nos momentos iniciais a instalação do experimento. Os valores médios definidos no fim do período de armazenamento apresentaram-se acima dos definidos por Canuto et al., (2010) e Pinto (2013) que ao avaliar a pós-colheita de abius encontraram médias variando entre 4,0 e 15,3 °Brix respectivamente, enquanto nesta pesquisa os valores médios chegaram a 16,8°. Tal fato pode estar ligado no local de produção, sistema de plantio, espécie entre outras. Os abius avaliados nesta pesquisa fazem parte de um programa de melhoramento genético sendo este um fator fundamental a ser analisado.

O conteúdo de ácido ascórbico pode aumentar ou diminuir durante o amadurecimento, dependendo do fruto. O decréscimo de ácido ascórbico é atribuído à maior atuação da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbato oxidase) (Adriano et al., 2011).

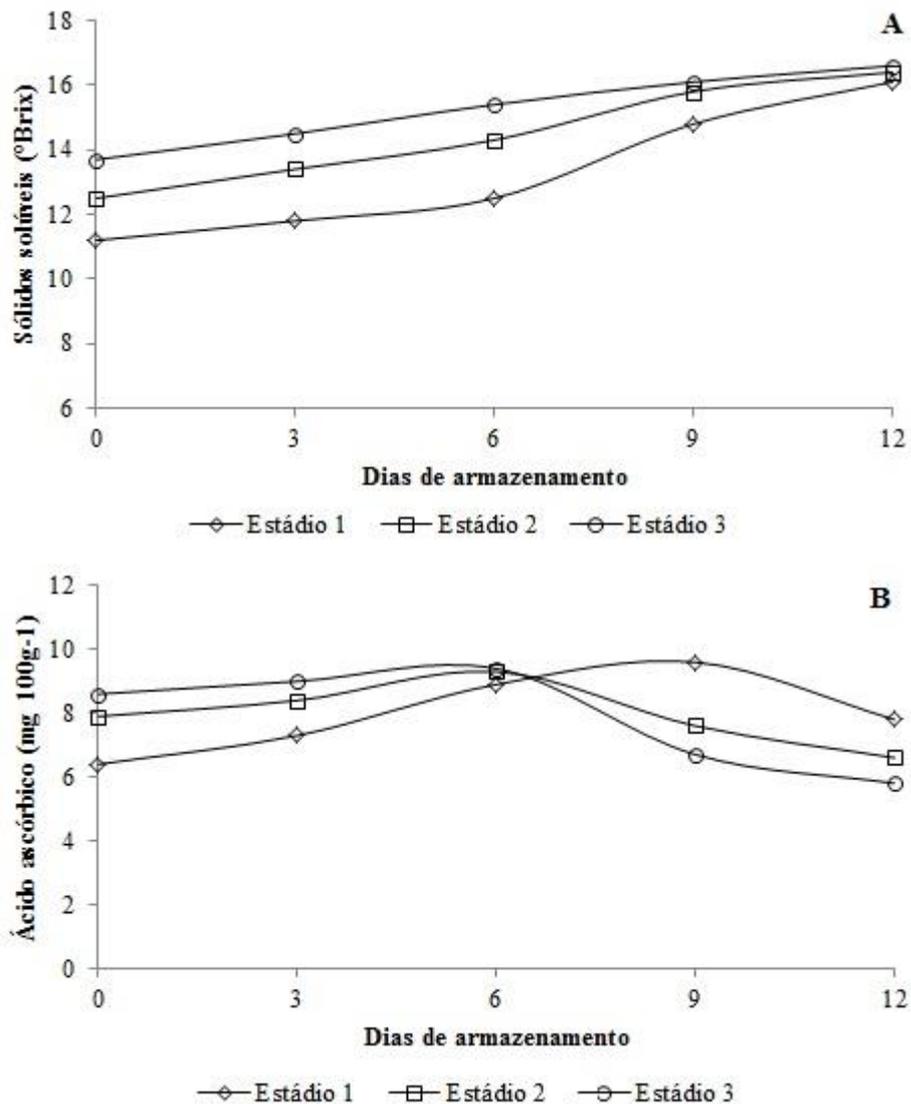
Pela Figura 4B pode-se perceber grande variação ao longo do tempo de armazenamento entre os diferentes estádios de maturação dos abius. Nota-se que os frutos colhidos nos estádios 2 e 3 apresentaram teor de ácido ascórbico 8,6 e 7,9 mg 100g⁻¹, respectivamente bem mais elevado quando comparados aos frutos do estádio 6,4 mg 100g⁻¹ de ácido ascórbico já no momento da colheita (dia zero), permanecendo até o terceiro dia com as maiores médias.

No sexto dia de avaliação os valores médios para os estádios 2 e 3 permaneceram estáveis verificando médias estatisticamente semelhantes ao estádio 1 cujos valores médios ficaram em torno de 8,9 a 9,4 mg 100g⁻¹ de ácido ascórbico. Após nove dias de armazenamento os frutos dos estádios 2 e 3 apresentaram queda expressiva em seus valores apresentando no décimo segundo dia de armazenamento médias de 6,2 e 5,8 mg 100g⁻¹ de ácido ascórbico, respectivamente. Nos frutos colhidos no estádio 1 essa redução só é evidenciada no último dia de armazenamento chegando a 7,8 mg 100g⁻¹ de ácido ascórbico (Figura 4B).

Nesse experimento, o teor de acidez nos diferentes estádios de maturação foram reduzidos com o tempo de armazenamento sendo este provocado pelo processo de amadurecimento

principalmente nos frutos colhidos no estágio 3 o qual diferiu ao longo de todo o período experimental (Figura 4C).

Nos frutos correspondentes aos estádios 1 e 2 essa redução foi menos expressiva até o sexto e nono dia de armazenamento com médias variando entre 1,1 e 0,9 g/100g ácido cítrico, respectivamente. No décimo segundo dia de análise somente os estádios 1 e 2 permaneceram com valores acima a 0,8 g/100g ácido cítrico enquanto que os frutos dos estágio 3 verificavam valores médios de 0,5 g/100g ácido cítrico (Figura 4C).



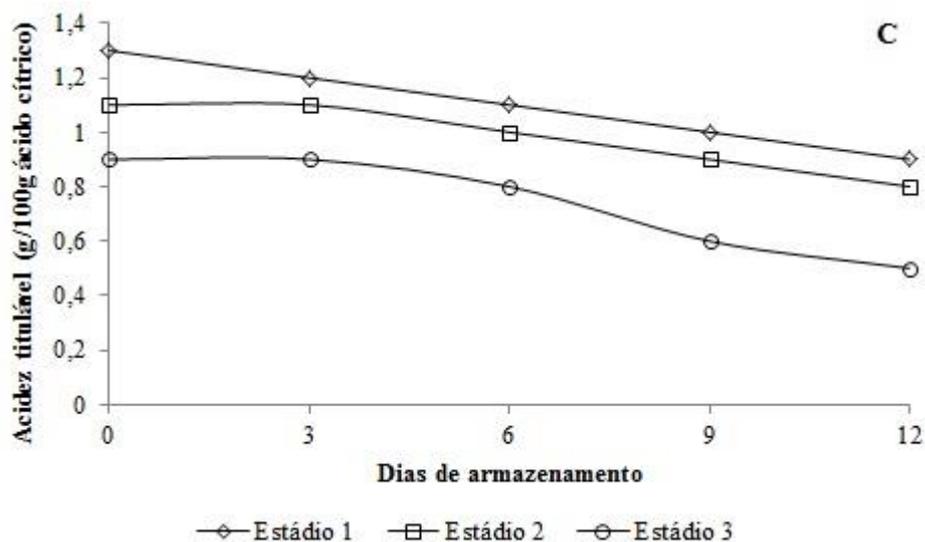


Figura 4. (A) Conteúdo de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), (B) teor de ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de ácido ascórbico) e (C) acidez titulável ($\text{g}/100\text{g}$ ácido cítrico) em abius colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados em câmara fria a 10°C por 12 dias.

No que diz respeito a análise sensorial sobre o parâmetro sabor observa-se que os frutos colhidos no estágio 2 e 3 constituíram-se com as maiores notas até o sexto dia de armazenamento diferindo dos frutos colhidos no estágio 1. A partir do nono dia nota-se uma inversão nas notas atribuídas de modo que os estádios 2 e 3 apresentaram um decréscimo e o estágio 1 passaram a receber as maiores notas. Tal fato deve-se ao processo de amadurecimento que os frutos de abius colhidos no estágio 1 sofreram, caracterizando-os como frutos de menor acidez e maior teor de sólidos solúveis (açúcares). Comportamento semelhante foi observado por Moura et al., (2013) que ao avaliar frutos de umbu sob diferentes estádios de maturação verificaram maiores médias para o sabor dos frutos nos estádios semi-maturo e maduro no dias iniciais com posterior decréscimo após seis dias de armazenamento com consequente aumento das notas para aqueles colhidos ainda imaturos.

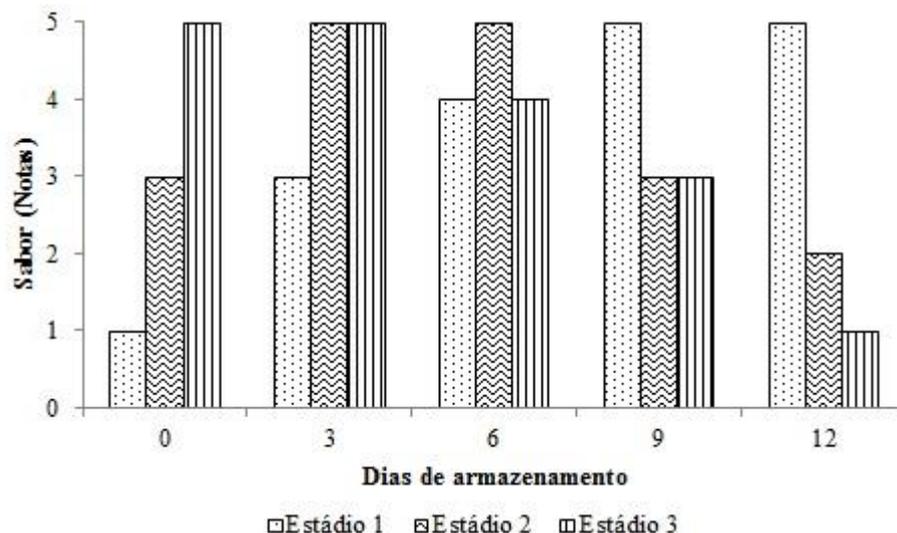


Figura 5. Análise sensorial sobre o atributo sabor em abius colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados em câmara fria a 10°C por 12 dias.

Conclusões

A colheita em diferentes estádios de maturação alterou a fisiologia pós-colheita dos frutos durante o tempo de armazenamento.

A colheita no estágio 3 favoreceu um amadurecimento mais acelerado implicando em maior conteúdo de sólidos solúveis e taxa respiratória e revelando com o tempo de armazenamento menor firmeza e valores menos acentuados de acidez titulável, sabor e conteúdo de ácido ascórbico.

Considerando que frutos colhidos mais verdes demoraram mais para amadurecer, a colheita nos estádios 1 e 2 pode ser interessante do ponto de vista da comercialização.

Referências

ADRIANO, E.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de fruto da aceroleira cv. Olivier em dois estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura.**, Jaboticabal-SP, edição especial, p. 541-545, 2011.

CANUTO, G. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade antirradical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.

CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. do; MÜLLER, C. H. **Abieiro**. Jaboticabal: Funep/SBF, 2010. 33p. (Série Frutas Nativas, 5).

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2007. 785p.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; GOTO, R.; RODRIGUES, D. S.; VICENTINI, . M.; CAMPOS, A. J. de. Qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.17, n.1, p.23-30, jun, 2010.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B.; SOARES JUNIOR, M. S.; CALIARI, M.; PAULA, M. L.; PEREIRA, D. E. P.; SILVA, A. G. M. Análise física, sensorial e microbiológica de geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1418-1423, 2008.

DONADIO, L. C. Abiu graúdo. In: DONADIO, L. C. **Novas variedades de frutas**. Jaboticabal: SBF, 2000. p.18-21.

MOURA, F. T. de.; SILVA, S. de. M.; SHUNEMANN, A. P. P.; MARTINS, L. P. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 764-772, out-dez, 2013.

PINTO, P. M.; JACOMINO, A. P.; SILVA, S. R. da.; ANDRADE, C. A. W. Ponto de colheita e maturação de frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.48, n.6, p.605-612, jun. 2013.

PINTO, P. M. **Pós-colheita de abiu, bacupari e camu-camu, nativos da Região Amazônica, cultivados no Estado de São Paulo**. 2013. 145f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

SOUZA, M. S. de.; AZEVEDO, I. G. De.; CORRÊA, S. F.; SILVA, M. G. da.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, J. G. de. Resposta da aplicação do 1-mcp em frutos de mamoeiro ‘golden’ em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura.**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p. 693-700, set, 2009.

STANGER, M. C.; STEFFENS, C. A.; VIDAL, T. do. A. C.; ROSELI, C. T.; TANAKA, H. Qualidade pós-colheita de ameixas ‘Camila’ e ‘Laetitia’ colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.2, p. 214-221, abr/jun, 2014.

STEFFENS, C. A.; BRACKMANN, A.; PINTO, J. A. V.; EISERMANN, A. C. Taxa respiratória de frutas de clima temperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v.42, n.3, p.313-321, mar. 2007.