

## Determinação da atividade respiratória (CO<sub>2</sub>) em frutos de Juazeiro colhidos em cinco estádios de maturação

Franciscleudo Bezerra da Costa<sup>[1]</sup>, Manoel Mykéias Duarte Pereira<sup>[2]</sup>, Jéssica Leite da Silva<sup>[3]</sup>, Ana Marinho do Nascimento<sup>[4]</sup>, Bruna Rocha da Silva<sup>[5]</sup> e Giuliana Naiara Barros Sales<sup>[6]</sup>

[1]franciscleudo@yahoo.com.br. [2]mykeias.duarte@hotmail.com. [3]jessicaleite2010@gmail.com. [4]anamarinho06@hotmail.com. [5]bruna.orochoa@hotmail.com. [6]giulianasales@outlook.com. Universidade Federal de Campina Grande.

### RESUMO

O Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) é uma planta de destaque em meio às condições adversas da Caatinga, com fruto pequeno, carnoso, polpa branca, doce e muito perecível. Tais condições induzem os frutos a uma elevada taxa de respiração e, portanto, interferem no seu amadurecimento. Dessa forma, objetivou-se, neste estudo, determinar a qualidade e o comportamento da atividade respiratória (CO<sub>2</sub>) em frutos de Juazeiro. Os frutos de Juazeiro foram colhidos de plantas localizadas nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, e conduzidos para o Laboratório de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos desta instituição. Os frutos foram selecionados observando-se à ausência de danos e classificados em cinco estádios de maturação, sendo avaliados quanto ao pH, à acidez titulável, aos sólidos solúveis, aos açúcares solúveis, ao ácido ascórbico e à taxa respiratória. Frutos do estágio de maturação IV foram armazenados sob temperatura controlada (25±2 °C e 34±1% UR) durante 4 dias e avaliados em todos os dias de armazenamento quanto à taxa respiratória, à perda de massa fresca, à acidez titulável e aos sólidos solúveis. O avanço da maturação resultou em frutos de Juazeiro mais doces, levemente mais ácidos e na sutil redução na concentração de ácido ascórbico. A maior taxa respiratória foi obtida em frutos do estágio de maturação III, indicando que, até este estágio de maturação, os frutos não atingiram sua maturidade completa, estando, provavelmente, na fase final de crescimento. Com relação ao armazenamento, houve um pico na taxa respiratória com 2 dias, indicando que os frutos de Juazeiro apresentam comportamento climatérico, reforçado pelas respostas observadas nos sólidos solúveis e na acidez titulável.

**Palavras-chave:** Climatérico. Respiração. *Ziziphus joazeiro* Mart.

### ABSTRACT

*Juazeiro (Ziziphus joazeiro Mart.) is a prominent plant in the midst of adverse conditions in Caatinga. Its fruit is small, fleshy, sweet and very perishable and it has a white pulp. This condition induces a high rate of respiration to the fruit and, therefore, interferes with its ripening. Thus, the objective of this study was to determine the quality and respiratory activity (CO<sub>2</sub>) in Juazeiro fruits. Juazeiro fruit were harvested from plants located at the Center of Science and Agri-Food Technology, at the Federal University of Campina Grande, Campus Pombal-PB, and taken to the Laboratory of Chemistry, Biochemistry and Food Analysis. The fruits were selected for the absence of damage and classified in five stages of maturation, being evaluated for pH, titratable acidity, soluble solids, soluble sugars, ascorbic acid and respiratory rate. Stage IV maturation fruits were stored under controlled temperature (25±2 °C and 34±1% RH) for 4 days and evaluated on all storage days for respiratory rate, loss of fresh weight, titratable acidity and soluble solids. The advancement of maturation resulted in sweeter, slightly more acid juazeiro fruits and with a subtle reduction in the concentration of ascorbic acid. The highest respiratory rate was obtained in stage III maturation fruits, indicating that until this stage of maturation the fruits did not reach their full maturity, being probably in the final stage of growth. Regarding storage, there was a peak in the respiratory rate with 2 days of storage, indicating that the Juazeiro fruits present a climacteric behavior, reinforced by the responses observed in soluble solids and titratable acidity.*

**Keywords:** Climacteric, Breathing, *Ziziphus joazeiro* Mart.

## 1 Introdução

O Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), da família *Rhamnaceae*, é uma planta de grande destaque em meio às condições adversas da Caatinga. Essa espécie tem um grande potencial na região semiárida do Brasil, pois dificilmente perde suas folhas, mesmo em períodos de estiagem, servindo, assim, como abrigo e alimento para diversos animais (SANTOS; SILVA; SILVA JUNIOR, 2015).

As folhas, cascas, entrecasas, frutos e raízes são as partes do *Ziziphus joazeiro* mais utilizadas. Estas são indicadas, principalmente, como agentes bactericidas, analgésicos, cicatrizantes; no tratamento de gengivites, na higiene bucal, pois possui propriedades que podem remover a placa dentária; como tônico hepático e cardíaco, adstringente, diurético, tônico capilar para seborreia e alopecia, caspa e para a limpeza do couro cabeludo e dos fios capilares (BARACUHY *et al.*, 2006; LOPPES, 2008).

Seus frutos são globosos (1,0 cm a 1,5 cm de diâmetro), de cor amarelo-pardo, com pedúnculo orlado, carnosos, de polpa doce e branca e possuem apenas uma semente (DINIZ, TÓRRES, OLIVEIRA, 2006; LOPPES, 2008). São comestíveis e têm elevado teor de vitamina C e compostos fenólicos, contudo, os frutos são explorados apenas de forma extrativista (LORENZI, 2002; SILVA, 2015).

Durante todo o processo de maturação, ocorrem processos fisiológicos que ocasionam transformações físico-químicas nos frutos, afetando seus constituintes como ácidos orgânicos, amido, açúcares, vitamina C, umidade, entre outros. Segundo Fonseca Oliveira e Brecht (2002), a verificação da respiração é um atributo importante para o amadurecimento dos frutos que ajuda a entender sobre a sua manutenção e capacidade de armazenamento.

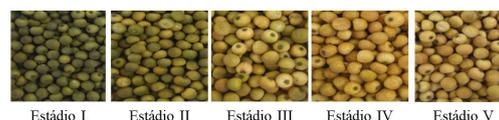
Nessa ótica, torna-se necessário conhecer melhor sobre o metabolismo de atividade respiratória dos frutos de Juazeiro, principalmente pela limitada discussão na literatura quanto ao comportamento de maturação destes. Desse modo, objetivou-se, nesta pesquisa, determinar a qualidade e o comportamento da atividade respiratória em frutos de Juazeiro.

## 2 Material e métodos

Os frutos de Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) foram colhidos de plantas localizadas nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal-PB (6° 48' 16" de latitude S e 37° 49' 15" de longitude W, altitude de 175 m). A colheita foi realizada manualmente no início da manhã (6 h a 7 h),

os frutos foram acondicionados em sacos de polietileno de alta densidade e transportados ao Laboratório de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos do CCTA. No laboratório, os frutos foram classificados visualmente em cinco estádios de maturação, conforme carta de maturação definida por Silva *et al.* (2017a).

**Figura 1** – Classificação de frutos de Juazeiro em diferentes estádios de maturação



Fonte: adaptado de Silva *et al.* (2017a)

Após a classificação, foi realizada uma seleção quanto a danos físicos, ataque de insetos e incidência de doenças, evitando-se frutos deteriorados. Parte dos frutos de todos os estádios de maturação foi encaminhada à caracterização físico-química (pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares solúveis e ácido ascórbico) e incubação para determinação da taxa respiratória. O restante dos frutos do estádio de maturação IV foi embalado em bandejas de poliestireno expandido envolvidas por filme de PVC 12 µm; cada bandeja continha 100 g de frutos de Juazeiro. As bandejas foram dispostas sob bancada, mantidas em temperatura controlada por meio de ar condicionado (25±2 °C), e a umidade relativa foi monitorada, permanecendo em 34±1%, durante quatro dias. Em todos os dias de armazenamento foram realizadas análises de taxa respiratória, perda de massa fresca, acidez titulável e sólidos solúveis.

Para realização das análises físico-químicas, os frutos tiveram a polpa separada da semente com auxílio de lâminas de inox, que posteriormente foi processada em multiprocessador de alimentos (Arno). Logo após, os extratos foram acondicionados em potes plásticos de polipropileno de 250 ml com tampa, para os procedimentos analíticos.

A análise de pH foi realizada por leitura direta em potenciômetro digital (DM 22, Digimed) e a acidez titulável foi determinada por titulação em solução de NaOH e expressa como porcentagem de ácido cítrico, equivalente à quantidade de NaOH 0,1 N gasto na titulação (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Os sólidos solúveis foram determinados por meio de um refratômetro digital portátil (Megabrix) com compensação automática de temperatura. O extrato da polpa foi filtrado em algodão sobre o prisma de leitura e o resultado expresso em porcentagem. Os açúcares solúveis foram estimados como descrito por Yemm e Willis (1954), com modificações. Cerca de 0,2 g da

polpa foi macerada em 3 mL de água destilada, tendo seu volume completado para 50 mL e filtrado em papel filtro. Uma alíquota de 100 µL desse extrato mais 900 µL de água destilada e 2000 µL de antrona foi utilizado para reação em água fervente, por 10 minutos, seguido de resfriamento em água com gelo, até temperatura ambiente (25±1 °C), sendo, em seguida, realizadas leituras a 620 nm, em espectrofotômetro (SP-1105, Spectrum).

A determinação do ácido ascórbico seguiu as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). A perda de massa foi determinada pelo valor da pesagem individual diária de cada fruto em balança semianalítica (Bel), com os resultados expressos em porcentagem.

A taxa respiratória (CO<sub>2</sub>) foi determinada de acordo com Crispim *et al.* (1994), com adaptações conforme Silva *et al.* (2017b). Os frutos foram acondicionados no interior de potes de polietileno com tampa, com capacidade para 0,15 L, por 12 horas a cada dia de armazenamento. Ao lado destes frutos, dentro dos recipientes, foi colocado outro recipiente contendo NaOH 0,5 N, que funciona como fixador do CO<sub>2</sub> produzido no processo de respiração. Para evitar trocas gasosas com o meio, as tampas dos recipientes foram envolvidas por película de silicone.

Após 12 h, a solução de NaOH foi retirada do recipiente e recebeu três gotas do indicador fenolftaleína e 10 mL de BaCl<sub>2</sub> 0,2 N, em um erlenmeyer, e foi submetida à titulação com ácido clorídrico a 0,1 N. O cálculo final da taxa respiratória em cada dia de armazenamento foi realizado com base na média das repetições, cujo resultado foi expresso em mg de CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com cinco estádios de maturação (I, II, III, IV e V), contendo cinco repetições cada. Para as análises durante o armazenamento, o delineamento experimental também foi o inteiramente casualizado, com cinco tempos de armazenamento (0, 1, 2, 3 e 4), contendo cinco repetições cada.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância; quando detectado efeito significativo para o teste F, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os dados foram analisados com o auxílio do pacote estatístico AgroEstat® (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2014).

### 3 Resultados e discussão

Houve redução dos valores de pH com o avanço do estádio de maturação, variando de 6,51, para o estádio de maturação I, até 6,26, no estádio de maturação V, sendo estatisticamente diferentes apenas o estádio V dos estádios I e II (Figura 2A). A acidez titulável apresentou comportamento inverso do pH, aumentando de 0,23% a 0,48% com a evolução do

estádio de maturação dos frutos de Juazeiro diferindo estatisticamente. É comum que a acidez reduza com o avanço da maturação e, conseqüentemente, o pH eleve, mas, em alguns frutos, pode haver elevação na acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Durante a maturação, obteve-se um aumento significativo de sólidos solúveis, partindo de 13,50%, no estádio de maturação I, para 24,37%, no estádio de maturação V (Figura 2C). O mesmo comportamento foi evidenciado para os açúcares solúveis (Figura 2D), aumentando de 10,73% para 24,38% com o avanço da maturação, havendo diferença estatística entre todos os estádios de maturação. Esses resultados indicam que a maior parte dos sólidos solúveis presentes no fruto de Juazeiro são açúcares solúveis e que o avanço da maturação promove o acúmulo de açúcares.

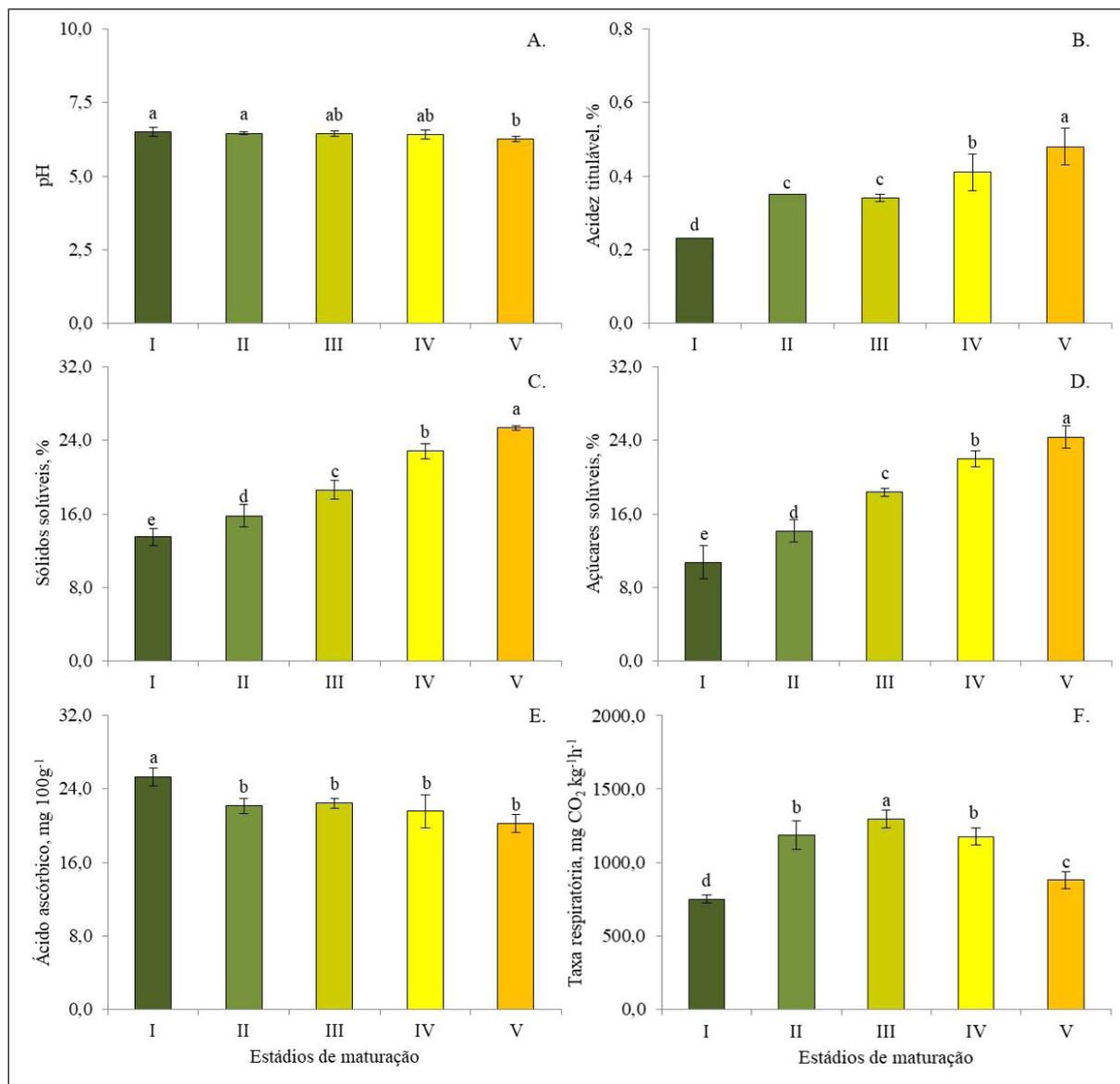
De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), os sólidos solúveis indicam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos na polpa, em que sua quantidade depende do estádio de maturação no qual o fruto foi colhido, aumentando, geralmente, durante o amadurecimento devido à biossíntese de açúcares solúveis ou à degradação de polissacarídeos. O acréscimo na concentração de açúcares solúveis pode ser resultado da hidrólise de amido, uma vez que este se forma durante o crescimento do fruto e que é hidrolisado em açúcares durante a fase de maturação (BRAZ *et al.*, 2008).

Quantidades significativas de ácido ascórbico foram encontradas nos frutos de Juazeiros, que reduziram de 25,34 mg 100g<sup>-1</sup> a 20,26 mg 100g<sup>-1</sup> com o avanço dos estádios de maturação, sendo os estádios de maturação II, III, IV e V iguais estatisticamente (Figura 2E).

O conteúdo de ácido ascórbico na maioria dos frutos tende a diminuir durante o processo de maturação. Este decréscimo pode ser atribuído à atuação da enzima denominada ácido ascórbico oxidase, que nos frutos maduros apresenta uma maior atividade enzimática que nos frutos verdes, fato que pode explicar as perdas encontradas nos frutos de Juazeiro no decorrer da maturação (ADRIANO; LEONEL; EVANGELISTA, 2011).

Foi constatado o pico de taxa respiratória de frutos de Juazeiros no estádio de maturação III, decrescendo nos estádios subsequentes, diferindo estatisticamente. Esse evento caracteriza o final do período de desenvolvimento e a entrada na maturidade completa, que é quando os frutos começam a acumular maiores quantidade de açúcares e ácidos orgânicos. Segundo Fonseca, Oliveira e Brecht (2002), o estádio de maturação normalmente influencia a atividade respiratória: durante as etapas iniciais de desenvolvimento, que são estádios iniciais de maturação, os frutos aumentam sua taxa respiratória, culminando com a sua diminuição nos frutos maduros.

**Figura 2** – pH (A), acidez titulável (B), sólidos solúveis (C), açúcares solúveis (D), ácido ascórbico (E) e taxa respiratória (E) de frutos de Juazeiro colhidos em cinco estádios de maturação



Fonte: dados da pesquisa.

A barra vertical inserida nas colunas representa o desvio padrão da média. Letras distintas indicam diferença significativa de 5% de variância pelo

teste de Tukey.

A maior taxa respiratória observada no estágio de maturação III, possivelmente, deve-se ao fato de os frutos não terem atingido a completa maturidade fisiológica e estarem na fase final de crescimento, na qual atingem a máxima divisão celular e atividade respiratória (NOGUEIRA *et al.*, 2011). Além disso, a redução nos índices de produção de CO<sub>2</sub> nos estádios IV e V indicam

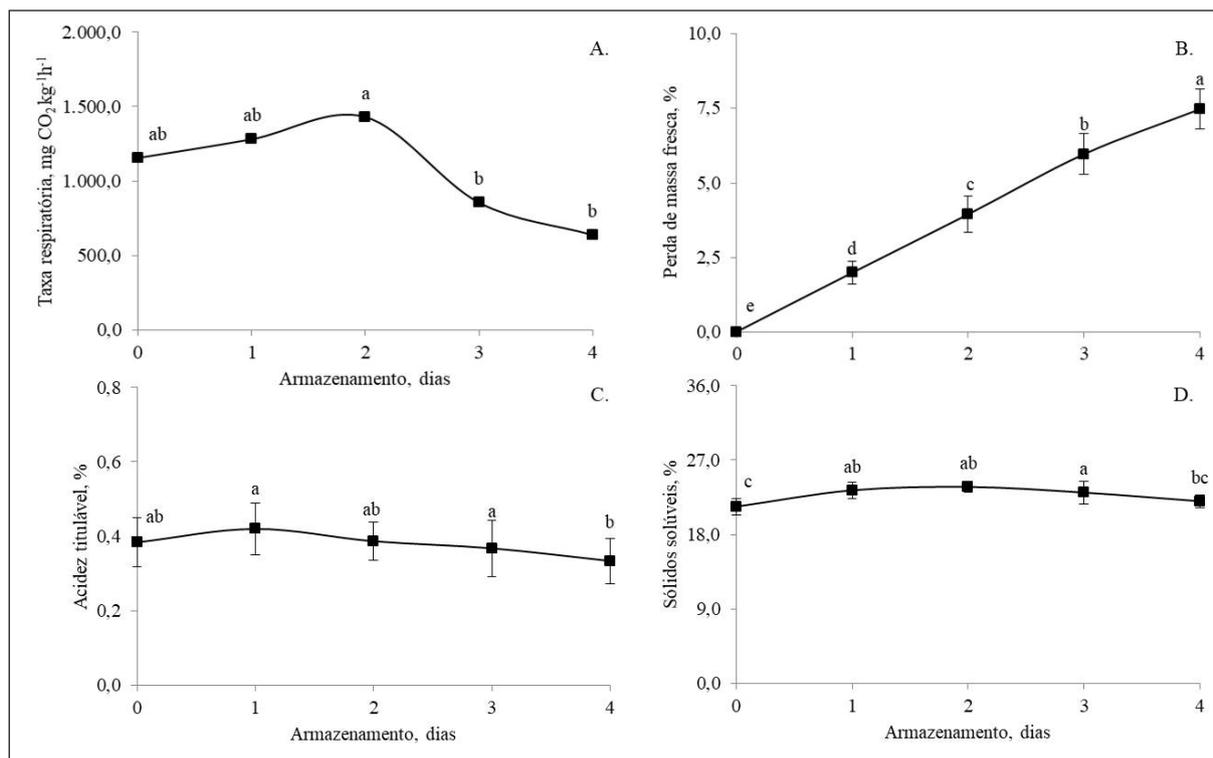
que os frutos atingiram sua maturidade completa, havendo redução da respiração e acúmulo de açúcares.

Notou-se aumento progressivo da respiração nos frutos de Juazeiro até o dia 2 de armazenamento (Figura 3A). Verificou-se, nesse dia, a máxima atividade respiratória de 1430,39 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Após esse pico, houve decréscimo na taxa respiratória para os demais dias de armazenamento, mas não diferiram estatisticamente. Os resultados obtidos no presente

estudo corroboraram os achados de Silva *et al.* (2017b), os quais definem que o comportamento fisiológico dos frutos do Juazeiro são do tipo climatérico. Para Fonsêca (2012), frutos climatéricos são aqueles que, na etapa final de desenvolvimento, apresentam acentuado aumento

na taxa respiratória até atingirem um ponto máximo, conhecido como pico climatérico, a partir do qual começa a decrescer, e o pico da taxa respiratória corresponde ao estágio de maturidade fisiológica dos frutos que fazem parte desse grupo.

**Figura 3** – Taxa respiratória (A), perda de massa fresca (B), acidez titulável (C) e sólidos solúveis (D) de frutos de Juazeiro no estágio de maturação IV, durante 5 dias de armazenamento (25±2 °C e 34±1% UR)



Fonte: dados da pesquisa.

A barra vertical inserida nos pontos de interseção representa o desvio padrão da média. Letras distintas indicam diferença significativa de 5% de variância pelo teste de Tukey.

Percebeu-se uma elevação na perda de massa fresca durante todo o armazenamento, atingindo cerca de 7,5% no último dia de análise, diferindo estatisticamente em todos os dias de armazenamento (Figura 3B). Este evento pode acontecer em decorrência da água eliminada por transpiração, causada pela diferença de pressão de vapor entre o fruto e o ar no ambiente, e dos processos metabólicos de respiração. O processo de transpiração provocado pela respiração de frutos durante o armazenamento é a principal causa da perda de massa fresca, sendo tal perda mais acentuada no fim deste processo, o que pode contribuir para a redução do peso dos frutos maduros. Esse efeito da transpiração não implica somente a perda de massa comercializável, mas também a perda de qualidade

do produto e sua consequente desvalorização (ABUD, 2013; BRACKMANN *et al.*, 2007; SOUSA *et al.*, 2000).

Para a acidez titulável, os frutos de Juazeiros apresentaram, no geral, redução no armazenamento, oscilando de 0,38% a 0,33% durante o armazenamento (Figura 3C). Este comportamento pode ser decorrente do consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório e/ou durante a degradação de polissacarídeos (ROCHA *et al.*, 2001).

Observou-se uma tendência de aumento dos sólidos solúveis, que, no geral, aumentou de 21,38% a 22,03% com o armazenamento, diferindo estatisticamente (Figura 3D). O comportamento dos sólidos solúveis coincidiu com a resposta da taxa respiratória (Figura 3A), sendo constatado aumento nos sólidos solúveis até o pico

climatérico (Tempo 2), seguido por redução nos tempos 3 e 4, conforme a taxa respiratória, que também indicou redução. Isso pode estar relacionado à necessidade de aumento na produção de energia para os processos de metabólicos de amadurecimento que ocorrem com o fruto ligado ou não à planta (CORRÊA; PINTO; ONO, 2007).

## 4 Conclusão

As características físico-químicas analisadas indicam que os frutos de Juazeiro, com o avanço do estágio de maturação, se tornam mais doces, levemente mais ácidos e sua concentração de ácido ascórbico diminui sutilmente.

A maior taxa respiratória foi obtida para os frutos do estágio de maturação III, indicando que até este estágio de maturação os frutos não atingiram sua maturidade completa, estando, provavelmente, na fase final de crescimento.

Os frutos de Juazeiro do estágio de maturação IV, quando armazenados sob temperatura ambiente, apresentaram o máximo de atividade respiratória aos 2 dias de armazenamento, o que permite enfatizar que estes frutos têm comportamento climatérico, reforçado pelos resultados observados nos sólidos solúveis e na acidez titulável.

## REFERÊNCIAS

ABUD, H. F. **Caracterização de frutos, histoquímica e qualidade fisiológica de sementes de pimenta durante a maturação**. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/1208>. Acesso em: 08 abr. 2020.

ADRIANO, E.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de fruto da aceroleira cv. Olivier em dois estágios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. especial, p. 541-545, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500073>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452011000500073](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000500073). Acesso em: 10 mar. 2020.

BARACUHY, J. G. V.; FURTADO, D. A.; FRANSCISCO, P. R. M.; LIMA, J. L. S. **Plantas medicinais de uso comum no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: EDUEFCG, 2006. 205 p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/303921323\\_Plantas\\_Medicinais\\_de\\_uso\\_comum\\_no\\_Nordeste\\_do\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/303921323_Plantas_Medicinais_de_uso_comum_no_Nordeste_do_Brasil). Acesso em: 15 mar. 2020.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **Agroestat - statistical analysis system for Agronomic Assays**. Version 1.1.0.712. Jaboticabal, 2014.

BRACKMANN, A.; PINTO, J. A. V.; WEBER, A.; NEUWALD, D. A.; STEFFENS, C. A. Indução da perda de massa fresca e a ocorrência de distúrbios fisiológicos em maçãs 'Royal Gala' durante o armazenamento em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 87-92, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/268207312\\_Inducao\\_da\\_perda\\_de\\_massa\\_fresca\\_e\\_a\\_ocorrencia\\_de\\_disturbios\\_fisiologicos\\_em\\_macas\\_'Royal\\_Gala'\\_durante\\_o\\_armazenamento\\_em\\_atmosfera\\_controlada](https://www.researchgate.net/publication/268207312_Inducao_da_perda_de_massa_fresca_e_a_ocorrencia_de_disturbios_fisiologicos_em_macas_'Royal_Gala'_durante_o_armazenamento_em_atmosfera_controlada). Acesso em: 12 mar. 2020.

BRAZ, V. B.; NUNES, E. S.; VIEIRA, G.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; BERTINI, L. A.; COUTO, F. A. D. Indução do amadurecimento de mangas cv. Tommy atkins e cv. Ubá pela aplicação de ethephon pós-colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 225-232, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000100027>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052008000100027&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052008000100027&script=sci_abstract&lng=pt). Acesso em: 02 mar. 2020.

CHITARRA, I. M. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 235 p.

CORRÊA, M. O. G.; PINTO, D. D.; ONO, E. O. Análise da atividade respiratória em frutos de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 831-833, 2007. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/694>. Acesso em: 09 mar. 2020.

CRISPIM, J. E.; MARTINS, J. C.; PIRES, J. C.; ROSELEM, C. A.; CAVARIANI, C. Determinação da taxa de respiração em sementes de soja pelo método da titulação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 10, p. 1517-1521, 1994. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/277797434\\_Determinacao\\_da\\_taxa\\_de\\_respiracao\\_em\\_sementes\\_de\\_soja\\_pelo\\_metodo\\_da\\_titulacao](https://www.researchgate.net/publication/277797434_Determinacao_da_taxa_de_respiracao_em_sementes_de_soja_pelo_metodo_da_titulacao). Acesso em: 01 fev. 2020.

DINIZ, M. F. F. M.; TÔRRES, A. R.; OLIVEIRA, R. A. G. **Memento de plantas medicinais - As plantas como alternativa terapêutica: aspectos populares e científicos**. João Pessoa: UFPB, 2006.

FONSÊCA, P. A. Q. **Análises físico-químicas de polpas de frutas e avaliação dos seus padrões de identidade e qualidade**. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade

Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.  
Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/17738>. Acesso em: 01 fev. 2020.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; BRECHT, J. K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 52, n. 2, p. 99-119, 2002. DOI: 10.1016/S0260-8774(01)00106-6. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877401001066>. Acesso em: 11 fev. 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf). Acesso em: 15 fev. 2020.

LOPPES, A. H. **Índice terapêutico fitoterápico**. Petrópolis: Epub, 2008. 328 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileira: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384 p.

NOGUEIRA, B. L.; CORRÊA, P. C.; CAMPOS, S. C.; OLIVEIRA, G. H. H.; BAPTESTINI, F. M. Influência do teor de água e do estágio de maturação na taxa respiratória do café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2011, Axará. **Anais** [...]. Brasília, DF: Embrapa Café, 2011. p. 320-326. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/3212>. Acesso em: 13 mar. 2020.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; MORAIS, E. A.; SILVA, G. G.; AMBROSIO, M. M. Q.; ALVES, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 302-305, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452001000200020>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452001000200020&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452001000200020&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 21 mar. 2020.

SANTOS, L. M. J.; SILVA, E. C.; SILVA JUNIOR, C. D. Avaliação comparativa da ecofisiologia do Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Martius) em duas eco-regiões do Estado de Sergipe em resposta a sazonalidade. **Revista Biologia Neotropical**, v. 12, n. 1, p. 8-19, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5216/rbn.v1i1.27951>. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/RBN/article/view/27951>. Acesso em: 21 mar. 2020.

SILVA, J. L. **Qualidade e armazenamento de frutos de Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) sob temperatura ambiente**. Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015. Disponível em: <http://www.ccta.ufcg.edu.br/admin.files.action.php?action=download&id=6368>. Acesso em: 17 mar. 2020.

SILVA, J. L.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; COSTA, R. T. R. V.; SOUSA, F. F.; SANTOS, K. P. Atributos físicos do fruto de Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) armazenado à temperatura ambiente. **Arquivos Brasileiros de Alimentação**, v. 2, n. 3, p. 197-209, 2017a. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/ABA/article/view/1509>. Acesso em: 02 fev. 2020.

SILVA, J. L.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; SOUSA, F. F.; SANTOS, K. P. Taxa respiratória de frutos de Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) armazenado sob temperatura ambiente. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 2, p. 343-347, 2017b. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v12i2.4740>. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4740>. Acesso em: 10 fev. 2020.

SOUSA, R. F.; FILGUEIRAS, H. A. C.; COSTA, J. T. A.; ALVES, R. E.; OLIVEIRA, A. C. Armazenamento de ciriguela (*Spondia purpurea* L.) sob atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 3, p. 334-338, 2000. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/292812857\\_Armazenamento\\_de\\_ciriguela\\_Spondia\\_purpurea\\_L\\_sob\\_atmosfera\\_modificada\\_e\\_refrigeracao](https://www.researchgate.net/publication/292812857_Armazenamento_de_ciriguela_Spondia_purpurea_L_sob_atmosfera_modificada_e_refrigeracao). Acesso em: 28 jan. 2020.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, Colchester, v. 57, n. 3, p. 508-515, 1954.