

# DESENVOLVIMENTO, FISILOGIA DA MATURAÇÃO E INDICADORES DO PONTO DE COLHEITA DE FRUTOS DA UMBUGUELEIRA (*Spondias* sp.)<sup>1</sup>

ANA LIMA DANTAS<sup>2</sup>, SILVANDA DE MELO SILVA<sup>3</sup>, RENATO LIMA DANTAS<sup>2</sup>, ALEX SANDRO BEZERRA DE SOUSA<sup>4</sup>, ANA PAULA PEREIRA SCHUNEMANN<sup>5</sup>

**RESUMO** – A umbugueleira produz frutos com amplas possibilidades de utilização que, embora subexplorados, têm grande potencial socioeconômico. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento e a fisiologia da maturação em frutos da umbugueleira. As inflorescências foram marcadas em seis plantas, no período da antese, e o fruto (umbuguela) foi avaliado em intervalos regulares até a abscisão da planta. O ciclo de desenvolvimento da umbuguela, da antese até o início da abscisão, abrange 157 dias; a massa, o volume, o comprimento e o diâmetro apresentam aumentos rápidos até 117 dias após a antese (DAA), estabilizando-se até o final da maturação. O padrão respiratório do fruto foi climatérico, com pico aos 147 DAA. A coloração evoluiu do verde para o amarelo e, no pós-climatérico, para o vermelho-púrpura. A relação SS/AT e pH aumentaram, e a AT diminuiu durante a maturação. O ponto ideal de colheita para o armazenamento ocorreu dos 127 aos 137 DAA, com início da coloração amarela a amarelo predominante. Para consumo fresco, o ponto de colheita foi a partir de 147 DAA (amarelo com traços avermelhados). **Termos para indexação:** qualidade, taxa respiratória, maturação, ponto de colheita.

## DEVELOPMENT, PHYSIOLOGY OF MATURATION, AND INDICATION OF HARVEST POINT OF UMBUGUELA TREE FRUITS (*Spondias* sp.)

**ABSTRACT** - The umbuguela tree produces fruits with wide possibilities of utilization and, although underexploited presents a great socioeconomic potential. Thus, the objective of this study was to evaluate the development and the physiology of maturation of fruits of the umbuguela tree. The inflorescences were tagged in six plants at the anthesis period and the umbuguela fruit evaluated at regular intervals until the onset of fruit abscission. The cycle of development of the umbuguela fruit, from anthesis until abscission, covers 157 days; fruit mass, volume, length, and diameter showed rapid growth up to 117 days after anthesis (DAA), stabilizing until the end of maturation. The respiratory pattern of the fruit was climacteric, with peak at 147 DAA. The coloration advanced from green to yellow and, at the post-climacteric, to purple red. The SS/TA ratio and pH increased, and the TA decreased during maturation. The ideal harvest point for storage was from 127 to 137 DAA, at the beginning of the yellow to predominant yellow coloration. For fresh consumption, the ideal harvest point was from 147 DAA (yellow with reddish tones).

**Index terms:** Quality, respiratory rate, fruit ripening, harvest point.

<sup>1</sup>(Trabalho 271-14). Recebido em: 28-10-2014. Aceito para publicação em: 04-05-2015.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), CCA/UFPB, CEP 58397-000, Areia - PB, E-mail: [dantas.ana.lima@gmail.com](mailto:dantas.ana.lima@gmail.com); [renato\\_dantas@hotmail.com.br](mailto:renato_dantas@hotmail.com.br)

<sup>3</sup>Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, PPGA/CCA/UFPB, CP 04, CEP 58397-000, Areia-PB, Brasil, E-mail: [silvasil@cca.ufpb.br](mailto:silvasil@cca.ufpb.br) (\* a quem a correspondência deve ser enviada);

<sup>4</sup>Graduação em Agronomia, CCA/UFPB, E-mail: [lexsandro2012@gmail.com](mailto:lexsandro2012@gmail.com)

<sup>5</sup>Pesq. Dr., PNP/CAPEs (Processo 2569/09-4), PPGA/UFPB, E-mail: [anaschunemann@gmail.com](mailto:anaschunemann@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

A umbugueira pertence ao gênero *Spondias* e à família Anacardeaceae, sendo uma espécie de origem ainda controversa. Relatos apontam que a umbugueira teve a origem de uma provável hibridação natural entre o umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr. Cam.) e a cirigueira (*S. purpurea* L.), sendo encontrada em todo o Semiárido do Estado da Paraíba, com ocorrência predominante no município de Princesa Isabel (SILVA et al., 2004). Entretanto, Santos e Oliveira (2008), estudando inter-relações genéticas entre espécies do gênero *Spondias*, sugeriram que a umbugueira pode ser um híbrido entre o umbuzeiro e a cajazeira (*S. mombin*), pois apresenta similaridade molecular em torno de 60%.

Frutos de *Spondias* são ricos em compostos bioativos, apresentando reconhecido potencial antioxidante, o que agrega valor a esses frutos, tendo em vista o foco do consumidor em alimentos funcionais (NEVES et al., 2015; SILVA et al., 2012). Assim, a umbugueira produz frutos com amplas possibilidades de utilização e, embora subexplorados, têm grande potencial socioeconômico, sendo comercializados durante a safra nas rodovias e feiras livres, despertando o interesse de pesquisadores devido ao fato de serem saborosos quando maduros e muito apreciados para o consumo fresco (SILVA; ALVES, 2008), possibilitando sua utilização também para o processamento e o aumento na renda do produtor.

A maturação é uma fase do desenvolvimento dos frutos durante a qual ocorrem diversas alterações fisiológicas e bioquímicas que promovem o desenvolvimento de aroma e sabor, assim como a aparência, na qual se destaca a coloração da casca (McATEE et al., 2013). Assim, estudos da evolução da maturação durante o desenvolvimento de frutos são fundamentais para definir o ponto de colheita (DANTAS et al., 2013), bem como a vida útil pós-colheita (MALDONADO-ASTUDILLO et al., 2014; MOURA et al., 2013).

Trabalhos têm avaliado a qualidade de frutos de *Spondias* e suas mudanças decorrentes do processo de maturação (MARTINS et al., 2003; SILVA et al., 2004; MOURA et al., 2013). Entretanto, estudos descrevendo as mudanças na fisiologia da maturação e na qualidade da umbugueira ainda são necessários, sobretudo as que ocorrem durante o desenvolvimento do fruto, desde o florescimento até o início da abscisão da planta.

Dessa forma, este trabalho objetivou avaliar o padrão respiratório e as mudanças na qualidade durante o ciclo de desenvolvimento de frutos da

umbugueira, visando à indicação do ponto de colheita para consumo fresco, bem como para o armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos da umbugueira foram avaliados no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, no município de Areia-PB. Foram selecionadas seis plantas, cada uma delimitada em quadrantes, na Microrregião da Serra do Teixeira, município de Princesa Isabel-PB, com altitude de 683 metros, situando-se entre as coordenadas geográficas 07°44'12" latitude sul e 37°59'36" longitude oeste.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo considerados como blocos os quadrantes. Para a divisão das plantas em quadrantes, convencionou-se adotar: quadrante 1= sul; quadrante 2= oeste; quadrante 3= leste; e quadrante 4= norte. Foram marcadas, em cada quadrante das seis plantas, as inflorescências por ocasião da antese e realizadas observações diárias até a formação dos frutos, observando também o início e o término das emissões das inflorescências. Os frutos marcados foram mantidos na planta até completo amadurecimento, sendo retirados periodicamente nove frutos de cada quadrante (bloco) para as avaliações no laboratório, sendo avaliados 36 frutos por planta dentro de cada período de avaliação. Os períodos de avaliações foram aos 53; 63; 75; 102; 117; 127; 137; 147 e 157 dias após a antese para as características físicas (em 36 repetições) e, para as físico-químicas, próximo à maturidade fisiológica, aos 102; 117; 127; 137; 147 e 157 dias após a antese, em três repetições de 300 g. Durante a maturação, foram classificados e caracterizados os estádios de maturação conforme a evolução da coloração da casca, observada visualmente a cada dois dias na planta, e realizadas as avaliações físicas e físico-químicas quando as mudanças nos estádios de maturação foram observadas.

As características físicas avaliadas nos frutos foram: massa fresca (g), determinada por pesagem individual de cada fruto em balança semianalítica; volume (cm<sup>3</sup>), medido pela leitura da graduação em proveta pelo volume da água deslocado após a imersão completa do fruto; comprimento e diâmetro (mm), medido com paquímetro digital; e coloração da casca, através de escala de notas subjetivas (1-8), previamente estabelecida e avaliada por 12 julgadores, sendo 1 = verde intenso; 2 = verde brilhante; 3 = verde com 20% da casca amarela; 4

= 50% da casca amarela; 5 = amarela com 20% da casca verde; 6 = mais de 50% da casca amarela; 7 = casca amarela com traços avermelhados, e 8 = casca vermelho-púrpura com leves traços amarelados. As características físico-químicas foram: sólidos solúveis (SS-%), determinados com refratômetro digital; acidez titulável (AT - g.100 g<sup>-1</sup> ácido cítrico), por titulometria com NaOH 0,1 M e pH com potenciômetro digital; e o ratio, relação sólidos solúveis/acidez titulável mediante divisão dos SS por AT (MOURA et al., 2013).

A avaliação da atividade respiratória da umbuguela foi realizada à temperatura ambiente (25 ± 2°C) em três repetições (≅750 g/repetição), em potes herméticos de 2.000 mL, em quatro idades médias (dias após a antese) do fruto na planta (117 = Totalmente Verde (TV); 127 = Início de Pigmentação Amarela (IP); 137 = Amarelo Predominante (PA); 147 = Amarelo com Início de Pigmentação Vermelha (AV)). As amostras foram continuamente ventiladas com um suprimento de ar desumidificado e isento de CO<sub>2</sub> proveniente de um compressor, numa vazão de 0,7 mL.seg<sup>-1</sup>. O sistema era fechado por uma hora para a coleta das amostras de CO<sub>2</sub> com seringa e 1 mL, que era injetado em analisador de CO<sub>2</sub> (CA-10, Sable Systems-EUA) acoplado a um integrador. A produção de CO<sub>2</sub> (mg CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>) foi obtida estequiometricamente e comparada ao padrão de 5% de CO<sub>2</sub>.

As médias, a partir dos dados obtidos das seis plantas avaliadas, foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão não linear, com melhor ajuste para o modelo logístico, para as avaliações físicas e regressão linear, testando os modelos linear e quadrático para as avaliações físico-químicas, considerando r<sup>2</sup> ≥ 70%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A floração da umbugueleira (*Spondias* sp.), no ano de 2011, em Princesa Isabel-PB, teve início no mês de agosto, e a plena floração foi observada entre os meses de setembro e outubro. A formação dos frutos deu-se, em média, entre cinco e oito dias após a antese (DAA) dos botões florais. Kiill et al. (2013) reportaram que, em Petrolina-PE, em 2010, a floração desta frutífera ocorreu durante todo o ano, com frutificação em outubro de 2010 e fevereiro de 2011. Neste trabalho, o ciclo de desenvolvimento de frutos da umbugueleira, desde a antese das inflorescências até a abscisão dos frutos da planta, abrangeu 157 dias, quando os frutos atingiram coloração da casca vermelho-púrpura, com leves traços amarelados. Esse ciclo de desenvolvimento é mais longo que o

observado em outras *Spondias*, como a cirigueleira (MARTINS et al., 2003) e a cajazeira (MOURA et al., 2003).

Foram observados aumentos no volume e na massa fresca dos frutos da umbugueleira durante o desenvolvimento, sendo mais evidentes até aproximadamente 117 DAA, no fruto totalmente verde (TV), estabilizando-se até o amadurecimento pleno na planta, aos 147 DAA (Figura 1, Tabela 1). A massa fresca média da umbuguela no início da maturação (estádio TV aos 117 DAA) foi de 9,62 g, e o volume médio, de 9,56 cm<sup>3</sup>, atingindo 10,63 g e 9,85 cm<sup>3</sup> (AV aos 147 DAA), com o amadurecimento pleno na planta e, em seguida, com 10,14 g e 10,66 cm<sup>3</sup>, no início da abscisão (VP aos 157 DAA), respectivamente. A massa da umbuguela é menor do que a do umbu-cajá, por exemplo, que pesa, em média, 28,82 g, quando totalmente amarelo (GONDIM et al., 2013). A massa fresca de ciriguelas do Banco de Germoplasma do IPA-PE varia de 9,66 a 10,43 g (LIRA JÚNIOR et al., 2014), próximos aos da umbuguela, deste trabalho, durante a maturação. A ciriguela pesou 13,98 g quando atingiu a maturação plena na planta, aos 120 DAA (MARTINS et al., 2003).

O aumento no diâmetro e comprimento dos frutos também foi mais evidente até cerca de 117 DAA, não sendo observado aumento relevante no tamanho durante a maturação (Figura 2). Os frutos da umbugueleira, aos 117 DAA, mediam 23,9 mm de diâmetro e 29,7 mm de comprimento, atingindo o amadurecimento aos 147 DAA, com, em média, 23,43 mm e 29,95 mm, respectivamente. Portanto, o formato da umbuguela é ovoides, e sua fase de enchimento dá-se paralela ao crescimento longitudinal, também não sendo observado aumento significativo no crescimento a partir dos 127 DAA, ou seja, durante a maturação.

Durante o desenvolvimento, houve elevada correlação entre as dimensões (médias do comprimento e diâmetro) e o volume, com o incremento de massa fresca (Figura 3) evidenciando que o acúmulo de massa provoca o aumento no volume e nas dimensões dos frutos, eventos fortemente regulados por hormônios durante o crescimento e a maturação dos frutos (McATEE et al., 2013). Portanto, o padrão de crescimento dos frutos da umbugueleira é sigmoidal simples, observando-se crescimento rápido até 117 DAA (crescimento propriamente dito), quando se iniciou a fase de maturação (a maturidade fisiológica), seguido de um crescimento lento e estabilidade, atingindo sua completa maturação na planta em torno dos 147 DAA, sendo observado leve declínio nos

próximos 10 dias, quando os frutos avançavam no amadurecimento e iniciava-se a abscisão da planta, aproximadamente aos 157 DAA, caracterizado pela coloração vermelho-púrpura e aroma característico do fruto maduro e máxima relação SS/AT (sólidos solúveis/acidez titulável).

As mudanças na coloração da umbuguela iniciaram-se a partir dos 117 DAA, quando os frutos se encontravam completamente formados, iniciando-se, assim, a maturação (Figura 4, Tabela 1). Entre 117 e 147 DAA, os frutos evoluíram de verde brilhante para completamente amarelo com traços avermelhados, cuja pigmentação amarela se iniciou em torno dos 127 DAA e atingiu a coloração predominantemente amarela aos 137 DAA. Após o amadurecimento pleno na planta (147 DAA), verificou-se a coloração vermelho-púrpura, característica do fruto maduro aos 157 DAA. Frutos de *Spondias* apresentam ampla variedade de cores durante a maturação (SILVA; ALVES, 2008). A evolução da coloração da umbuguela assemelha-se, até os estádios intermediários, à da ciriguela, que evolui do verde para o amarelo, adquirindo, finalmente, tons avermelhados (MARTINS et al., 2003). Entretanto, na umbugueleira, a coloração continua evoluindo para vermelho-púrpura (SILVA et al., 2004), quando se inicia a abscisão e a senescência dos frutos (Figuras 1, 2 e 4).

A umbuguela apresenta padrão respiratório pós-colheita típico de frutos climatéricos, visto que seu pico respiratório é dependente do estágio de maturação de colheita (Figura 5; Tabela 1). A partir do momento da colheita, a maturação dos frutos foi acelerada, sendo em torno de 85% mais rápida na pós-colheita comparada à maturação dos frutos na planta. Os frutos colhidos no estágio AV, aos 147 DAA, apresentaram pico respiratório em torno de 88,6 mg CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> imediatamente após a colheita, indicado que o pico climatérico e, portanto, o amadurecimento da umbuguela ocorre quando o fruto atinge o estágio de maturação no qual a coloração é a amarela com traços vermelhos (AV), coincidindo com o ponto de qualidade máxima dos frutos na planta. Em frutos colhidos totalmente verdes (TV), aos 117 DAA, foi observado pico respiratório em torno de 100 mg CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, atingindo o climatério em torno de 4 dias e meio após a colheita. Por sua vez, para frutos cuja maturação foi acompanhada na planta a partir de 117 DAA, foram necessários 30 dias para os frutos atingirem o estágio AV. Para frutos colhidos no início da pigmentação amarela (IP), em média aos 127 DAA, foi observado o climatério em torno de 3 dias após a colheita, com pico respiratório de aproximadamente 83 mg CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, sendo que,

na planta, a coloração correspondente à do climatério foi atingida após 20 dias. Para frutos colhidos no estágio predominantemente amarelo (PA), aos 137 DAA, o pico respiratório foi de 95 mg CO<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>, atingido em cerca de 2 dias após a colheita e em 10 dias no fruto na planta. Frutos da umbugueleira apresentam comportamento respiratório similar aos da cirigueleira (MALDONADO-ASTUDILLO et al., 2014) e da cajazeira (MOURA et al., 2003), sendo indicada sua colheita no início da maturação, quando estão completamente formados, embora com coloração totalmente verde (a partir de 117 DAA), visando a obter a maior vida útil pós-colheita. Entretanto, para o consumo imediato, a colheita pode ser realizada quando os frutos apresentarem coloração amarela com traços avermelhados (a partir de 147 DAA), momento no qual estes frutos se encontram no climatério e apresentam máxima qualidade comestível, com teores de sólidos solúveis e relação SS/AT mais elevados.

Os sólidos solúveis dos frutos da umbugueleira aumentaram com o avanço da maturação, de 10,82 para 20,86 %, enquanto a acidez titulável diminuiu de 1,24 para 0,63 g.100 g<sup>-1</sup> de ácido cítrico (Figura 6A). Verificou-se aumento na relação SS/AT de 9,34, no início da maturação, para 35,28 no fruto vermelho-púrpura e também no pH da umbuguela, que era de 2,68 no início, com coloração verde, e atingiu 3,33 quando o fruto atingiu o pós-climatério na planta (Figura 6B). A elevada relação SS/AT da umbuguela indica que estes frutos são muito saborosos para consumo fresco. Os teores de sólidos solúveis e a relação SS/AT da umbuguela são superiores, e a acidez titulável é inferior à do umbu (MOURA et al., 2013), à do umbu-cajá (SILVA et al., 2011; GONDIM et al., 2013) e do cajá (SILVA et al., 2013). As mudanças observadas durante a maturação destes frutos são irreversíveis, sendo resultado de eventos coordenados de natureza fisiológica e bioquímica estimulados, sobretudo, pela ação do etileno, levando à formação de um fruto com os atributos desejáveis de qualidade (McATEE et al., 2013).

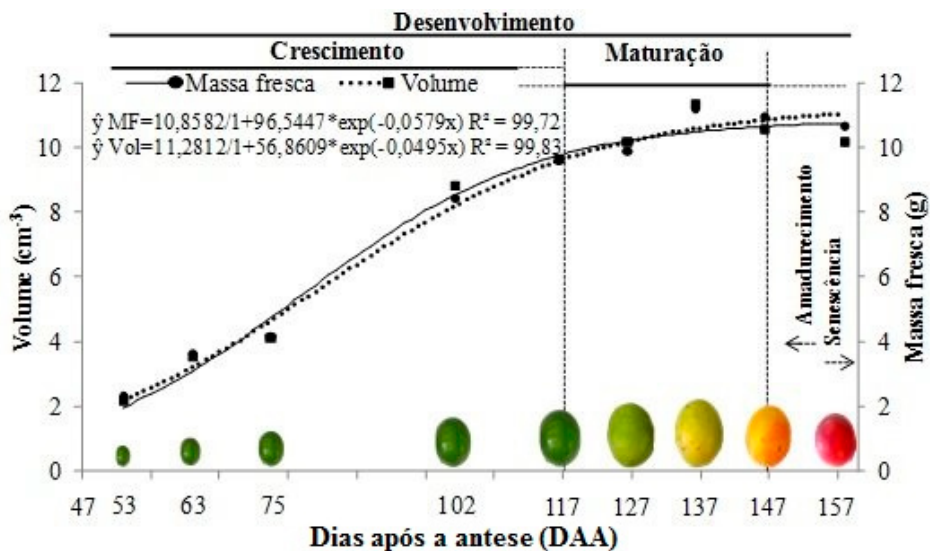


FIGURA 1- Evolução no volume e na massa fresca durante o desenvolvimento de frutos de umbugeleiras.

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro; n=36

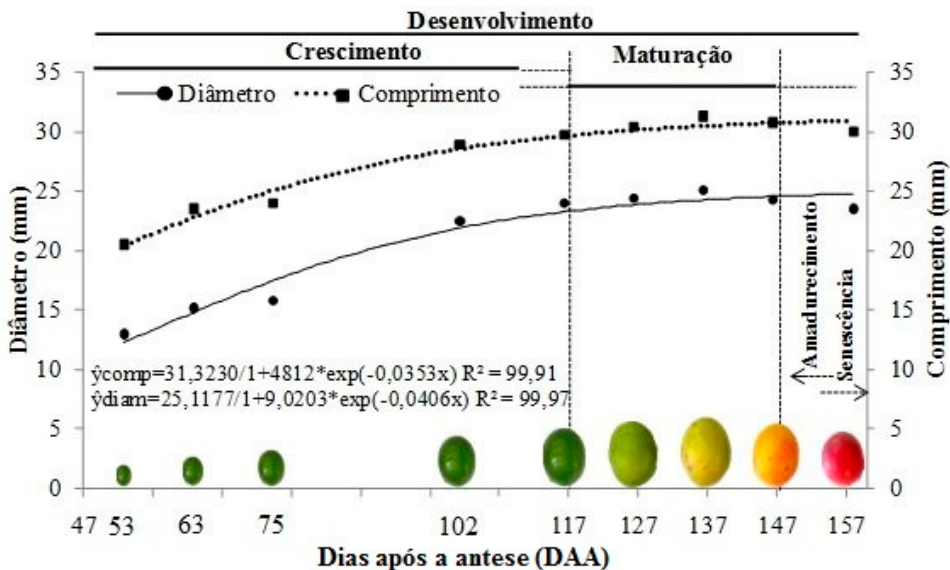
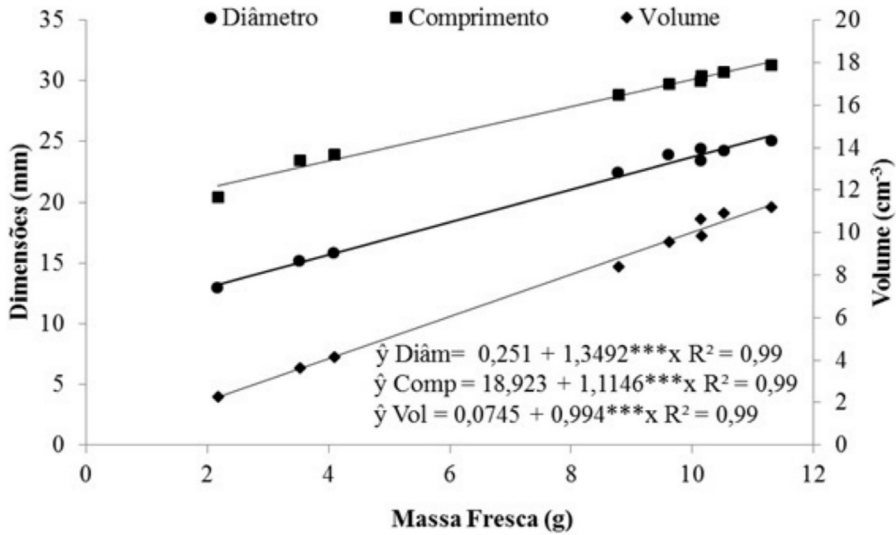


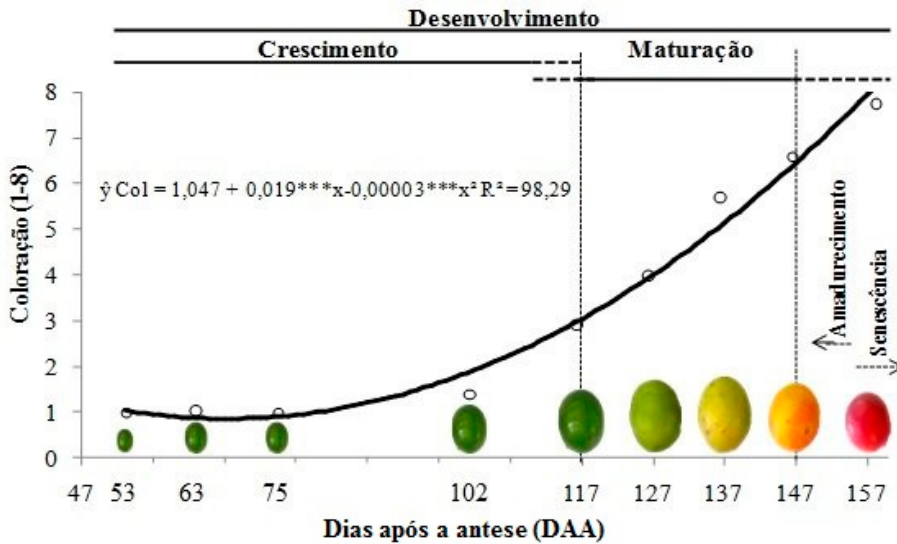
FIGURA 2- Evolução no diâmetro e no comprimento durante o desenvolvimento de frutos de umbugeleiras.

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro; n=36

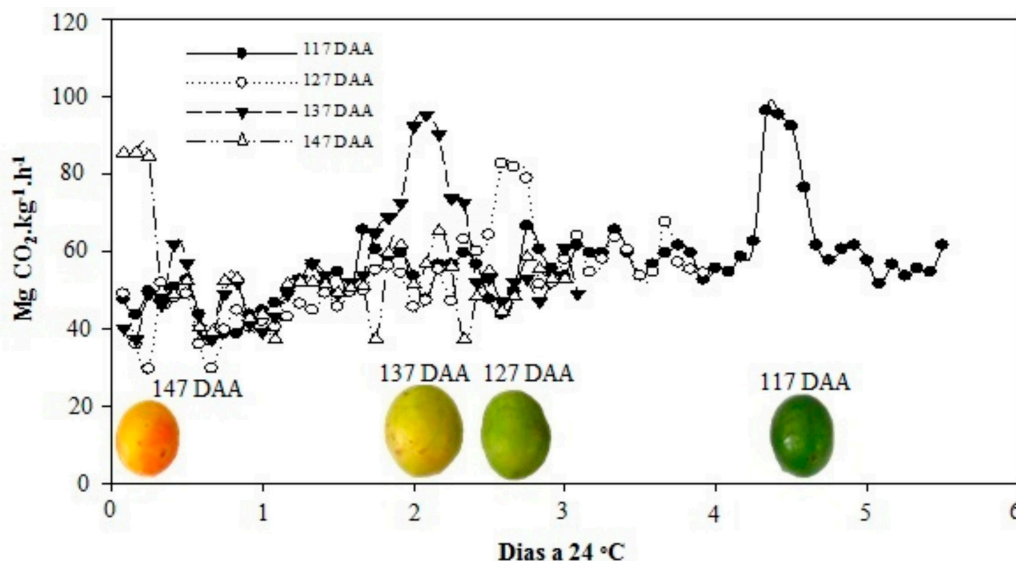


**FIGURA 3-** Correlação de Pearson entre as dimensões (comprimento e diâmetro) e o volume com a massa fresca durante o desenvolvimento de frutos de umbugeleiras.

\*\*\*Significativo a 0,1% de probabilidade de erro; n=36



**FIGURA 4-** Evolução na coloração da casca durante o desenvolvimento de frutos de umbugeleiras. n= 12.

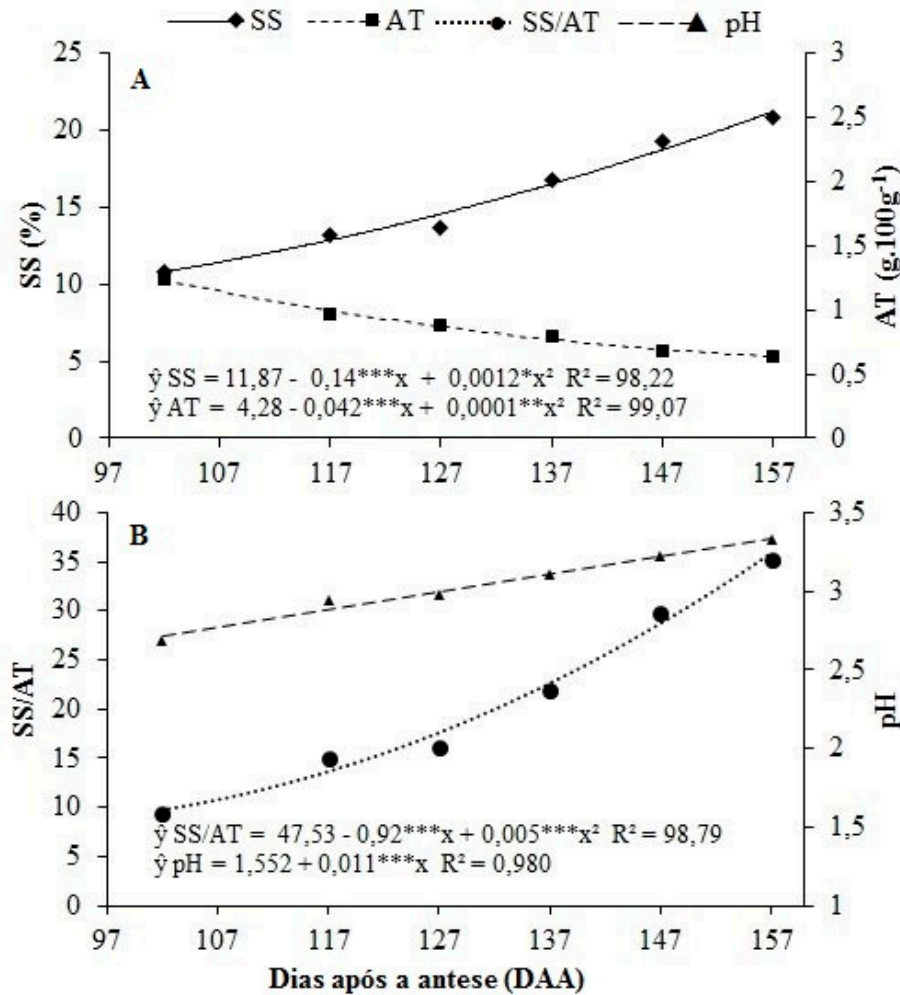


**FIGURA 5-** Taxa respiratória de frutos de umbugueiras durante a pós-colheita, colhidos aos 117 dias após a antese (DAA), no estágio de maturação totalmente verde; 127 DAA com início de pigmentação amarela; 137 DAA com pigmentação predominantemente amarela; e aos 147 DAA, com pigmentação amarela com leves traços avermelhados. n=3

**TABELA 1-** Dias decorridos para a umbugueira atingir a coloração aparente na planta, correspondente ao climatério (estádio AV), e a coloração característica do fruto no pós-climatério, a partir da antese (DAA), e para atingir o pico climatério de maturação após a colheita.

DAA	Coloração aparente na planta		Dias pós-colheita para atingir o climatério
	Estádios de Maturação	Dias para atingir AV*	
117	TV	30	≈ 4,5
127	IP	20	≈ 3
137	PA	10	≈ 2
147*	AV*	*	*
Pós-climatério na Planta			
157	VP	ND	ND

DAA = Dias após a antese. Estádios de Maturação: TV = Totalmente Verde; IP = Início de Pigmentação Amarela; PA = Pigmentação Predominantemente Amarela, com Traços Verdes; AV\* = Amarela com Traços Vermelhos (\* Estádio de maturação correspondente ao pico climatérico); VP = Vermelho-Púrpura (coloração característica do fruto maduro). ND=Não determinado.



**FIGURA 6-** Evolução das características físico-químicas durante a maturação de frutos de umbuqueleira. Significativo \* a 5%, \*\* a 1% e \*\*\* a 0,1% de probabilidade de erro. n=3

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento dos frutos da umbuqueleira abrange 157 dias, desde a antese até o início da abscisão da planta, ocorrendo a formação dos frutos entre 5 e 8 dias após a antese, iniciando-se a maturação aos 117 dias (maturidade fisiológica) e o amadurecimento (climatério) aos 147 dias após a antese (DAA), evoluindo, a seguir, para abscisão e senescência; durante a maturação da umbuqueleira, a relação SS/AT e pH aumentam.

O padrão respiratório dos frutos da umbuqueleira é do tipo climatérico típico e sendo

dependente do estágio de maturação no momento da colheita. Assim, quanto mais avançado for este estágio na colheita, mais rápido é o pico respiratório. Neste sentido, a colheita do fruto antecipa seu pico climatérico; a coloração vermelho-púrpura, característica da umbuqueleira madura, é atingida no pós-climatério.

O período mais indicado para a colheita dos frutos da umbuqueleira, visando ao armazenamento, é dos 117 aos 137 DAA. Para consumo fresco, o ponto de colheita ideal é a partir da coloração amarela com traços avermelhados (147 DAA).



## REFERÊNCIAS

- DANTAS, A.L.; SILVA, S.M.; LIMA, M.A.C.; DANTAS, R.L.; MENDONÇA, R.M.N. Bioactive compounds and antioxidant activity during maturation of strawberry guava fruit. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n.4, p.805-814, 2013.
- GONDIM, P.J.S.; SILVA, S.M.; PEREIRA, W.E.; DANTAS, A.L.; CHAVES NETO, J.R.; SANTOS, L.F. Qualidade de frutos de acessos de umbu- cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.11, p.1217–1221, 2013.
- KHILL, L.H.P.; SILVA, T.A.; ARAÚJO, F.P. **Fenologia reprodutiva de espécies e híbridos do gênero *Spondias* L. (Anacardiaceae) em Petrolina, PE**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013. 21 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 110).
- LIRA JÚNIOR, J.S.; BEZERRA, J.E.F.; MOURA, R.J.M.; SANTOS, V.F. Repetibilidade da produção, número e peso de fruto em cirigueleira (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.214–220, 2014.
- MALDONADO-ASTUDILLO, Y.I.; ALIA- TEJACAL, I.; NÚÑEZ-COLÍN, C.A.; JIMÉNEZ- HERNÁNDEZ, J.; PELAYO-ZALDÍVAR, C.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.; VALLE-GUADARRAMA, S. Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.174, p.193-206, 2014.
- MARTINS, L.P.; SILVA, S.M.; ALVES, R.E.; FIGUEIRAS, H.A.C. Desenvolvimento de Frutos de Cirigueleira (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.11-14, 2003.
- McATEE, P.; KARIM, S.; SCHAFFER, R.; DAVID, K. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v.4, n.79, p.1-7, 2013.
- MOURA, F.T.; SILVA, S.M.; MARTINS, L.P.; MENDONÇA, R.M.N.; ALVES, R.E.; FIGUEIRAS, H.A.C. Evolução do crescimento e da maturação de frutos de cajazeira (*Spondias mombin* L.). **Proceedings of The Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Miami, v.47, p.231-233, 2003.
- MOURA, F.T.; SILVA, S.M.; SCHUNEMANN, A.P.P.; MARTINS, L.P. Frutos do umbuzeiro armazenados em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.47, p.131-133, 2013.
- NEVES, L.C.; TOSIN, J.M.; BENEDETTE, R.M.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Post-harvest nutraceutical behaviour during ripening and senescence of 8 highly perishable fruit species from the Northern Brazilian Amazon region. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.174, p.188-196, 2015.
- SANTOS, C.A.F.; OLIVEIRA, V.R. Inter-relações genéticas entre espécies do gênero *Spondias* com base em marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.731-735, 2008.
- SILVA, F.V.G.; SILVA, S.M.; SILVA, G.C.; MENDONÇA, R.M.N.; ALVES, R.E.; DANTAS, A.L. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.32, n.4, p.685-691, 2012.
- SILVA, F.V.G.; SILVA, S.M.; SILVA, G.; SCHUNEMANN, A.P. Quality and antioxidant activity during ripening of fruits from yellow mombin (*Spondias mombin* L.) genotypes. **Acta horticulturae**, Leuven, v.1012, p.843-848, 2013.
- SILVA, L.R.; ALVES, R.E.; ARAGÃO, F.A.S.; SILVA, S.M.; MAIA, L.K.; NOGUEIRA, D.H. Qualidade de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras (*Spondias* sp.) oriundos da microrregião de Iguatu- CE. **Scientia Plena**, Aracaju, v.7, n.8, p.1-7, 2011.
- SILVA, S. de M.; ALVES, R.E. Desenvolvimento e fisiologia da maturação de frutos do gênero *Spondias*. In: \_\_\_\_ ***Spondias no Brasil***: umbú, cajá e espécies afins. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, IPA/UFRPE, 2008. 193p.

SILVA, S.M.; COSTA, J.P.; MENDONÇA, R.M.N.; SANTOS, A.F.; BATISTA, J.L.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Caracterização física e físico-química de umbuguela em diferentes estádios de maturação. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture ISTH**, Miami, v.47, p.236-237, 2004.