



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

Vagner Pereira Silva

IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE UMBUZEIRO PARA
CONSUMO *IN NATURA* E TÉCNICAS PARA MANTER A
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS

Petrolina - PE

2019

VAGNER PEREIRA SILVA

**IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE UMBUZEIRO PARA
CONSUMO *IN NATURA* E TÉCNICAS PARA MANTER A
QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS**

Texto apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do *Campus* de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Sérgio Tonetto de Freitas
Co-orientador: Dr. Visêldo Ribeiro de Oliveira

Petrolina - PE
2019

S586i Silva, Vagner Pereira
Identificação de genótipos de umbuzeiro para consumo *in natura*
e técnicas para manter a qualidade pós-colheita dos frutos / Vagner
Pereira Silva. - Petrolina, 2019.

69 f. il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) -
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências
Agrárias, Petrolina - PE, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Tonetto de Freitas.

Referências.

1. Umbuzeiro. 2. Umbu - Cultivo. 3. Fruticultura tropical. I. Título.
II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.6

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Vagner Pereira Silva

**IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE UMBUZEIRO PARA CONSUMO *IN*
NATURA E TÉCNICAS PARA MANTER A QUALIDADE PÓS-COLHEITA DOS
FRUTOS**

Dissertação apresentada
como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre
em Agronomia – Produção
Vegetal, pela Universidade
Federal do Vale do São
Francisco.

Aprovada em: 13 de Agosto de 2019.

Banca Examinadora

Sérgio T. F.

Sérgio Tonetto de Freitas, PhD, Embrapa Semiárido, Orientador

Visêlido Ribeiro de Oliveira
Dr. Visêlido Ribeiro de Oliveira, Embrapa Semiárido, Co-orientador

Saulo de Tarso Aida

Dr. Saulo de Tarso Aida, Embrapa Semiárido, Membro externo

Karla dos Santos Melo de Sousa

Dra. Karla dos Santos Melo de Sousa, CCA/UNIVASF, Membro externo

Ao bravo sertanejo, que extrai do umbuzeiro os frutos e a sua fonte de renda, e assim como a planta, aprendeu a suportar as intempéries do semiárido, na esperança de que tudo se renova na estação chuvosa.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus Uno e Trino, pelo dom da vida e por tantas conquistas que me tem proporcionado. A Ele toda honra e glória, pelos séculos. Viva Cristo Rei!

Aos meus pais, Flávio Sousa e Analita de Carvalho, meus maiores exemplos. Agradeço pelos ensinamentos, a paciência e a confiança em mim depositada. Sempre fizeram o que estava ao seu alcance para que eu chegasse até aqui. Tudo o que tenho e sou devo a vocês.

Aos meus irmãos, Adriana Carvalho e Edson Pereira, sempre presentes em todos os momentos. Torceram e acompanharam de perto a minha caminhada. Hoje se alegram comigo em mais esta conquista. Aos meus sobrinhos, que tornam os meus dias mais felizes, e não me deixam esquecer o melhor da vida, as coisas simples, como as crianças assim o veem.

À minha amada Marília Genovez. Fiel companhia em todos os momentos, de júbilo ou preocupação. Obrigado por ajudar-me no experimento, pela presença constante quando precisei, por teu apoio incondicional nas dificuldades. Não tenho dúvidas: sem tua ajuda tudo seria mais difícil. Obrigado por existir! *Ab imo pectore*: Amo você!

Aos meus amigos Teogene Sá e Osmar Júnior, companheiros desde o ensino médio. Vocês também fazem parte desse momento. Quanto vocês torceram para que este dia chegasse... Que venham outras conquistas, e que nossa amizade seja tão longeva quanto o umbuzeiro.

À Maria Aparecida Rodrigues, minha fiel escudeira. Agradeço pela imensa ajuda nos experimentos, pois sem ela não teria conseguido realizar tantas análises. Obrigado também pelos conselhos, as conversas, os momentos de descontração...

Aos amigos da Embrapa Semiárido, Ianca Ferreira, Taíse Passos, Thaís Barbosa, Nadiane Moura, Rafaela Ferraz, Matheus Ayres e todos os que me ajudaram direta e indiretamente.

Ao meu orientador, Dr. Sérgio Tonetto, exemplo de paciência e tolerância. Agradeço pelas orientações, sugestões, e também pelas correções quando foram necessárias. Certamente, parte do profissional que hoje sou, tem a sua influência.

À Professora Karla Melo, que inspirou-me a enveredar na área de Pós-colheita. Agradeço pelas orientações no estágio docência, pelas oportunidades de ministrar as

aulas, os trabalhos que desenvolvemos juntos... Tudo isso foi fundamental para a minha carreira. Serei eternamente grato.

Ao Professor Izaías Lima Neto, pela ajuda com a estatística. Mas também pelo exemplo de profissional que é, e no qual me inspiro. Obrigado pelos conselhos pessoais e profissionais. O senhor é um verdadeiro formador de recursos humanos, muito mais do que “mão-de-obra tecnicada”.

Aos meus alunos de Topografia e Geoprocessamento (2019.1), que no fim do mestrado passaram a fazer parte da minha vida profissional. Graças a vocês, a cada dia confirmo minha vocação à docência, e procuro aperfeiçoar-me profissionalmente.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, pela oportunidade de cursar o mestrado. À FACEPE/CAPES pela concessão da bolsa de mestrado. À Embrapa Semiárido, onde fui acolhido para realização da pesquisa. Ao Dr. Visêlto Ribeiro de Oliveira, curador do Banco Ativo de Germoplasma do Umbuzeiro da Embrapa Semiárido, e ao Sr. Geraldo Freire dos Santos, Assistente A, pela colaboração nas atividades de campo.

*“Com um suspiro isto direi
Em algum ponto, há muito tempo distante
Duas estradas num bosque se bifurcavam, e eu
A menos percorrida trilhei,
E isto fez toda a diferença”.*

(Robert Lee Frost - A estrada não percorrida)

RESUMO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) representa uma fonte de renda importante para pequenos produtores e cooperativas regionais no Semiárido brasileiro. A produção é predominantemente extrativista, o que causa heterogeneidade dos frutos comercializados. O Banco de Germoplasma do Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido possui 80 genótipos de diferentes procedências, e a partir dele pode-se selecionar genótipos com qualidade e potencial para o consumo *in natura*, e disponibilizar matrizes para o plantio de áreas de produção. Diante disso, objetivou-se nesse trabalho identificar genótipos de umbu com potencial para o consumo *in natura* e definir tecnologias para a manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos. Em um primeiro trabalho de pesquisa, colheu-se os frutos de 69 genótipos de umbuzeiro, no estádio de maturação “inchado”. Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, da Embrapa Semiárido, onde foram analisados para as características fenotípicas: massa do fruto (g), massa da casca (g), massa da semente (g), massa da polpa (g), diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT), relação DL/DT, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH. Com os resultados, foi realizada a análise multivariada de componentes principais, a fim de separar genótipos semelhantes e identificar as características que sejam mais influentes. Em um segundo trabalho de pesquisa, frutos de cinco genótipos de umbuzeiro do BGU da Embrapa Semiárido, foram colhidos e armazenados nas temperaturas de 8, 10 e 12 °C. As avaliações dos frutos ocorreram no momento da colheita e a cada sete dias, até a firmeza de polpa dos frutos atingir 10 N. Os frutos foram analisados para as variáveis: taxa respiratória ($\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$); massa do fruto (g); DL; DT; DL/DT; firmeza (N); SS (%); AT (%); e SS/AT. Em um terceiro trabalho de pesquisa, foram utilizados frutos de cinco genótipos de umbuzeiro, do BGU da Embrapa Semiárido. Por ocasião da colheita, realizou-se a análise inicial dos frutos, e em seguida o armazenamento sem embalagens e com embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), 20 e 40 μm de espessura. Após embalados, os frutos foram armazenados à temperatura de 12 °C. As avaliações ocorreram a cada quinze dias, e foram realizadas até a firmeza dos frutos atingir 10 N. Avaliou-se as mesmas variáveis do segundo experimento, citadas anteriormente. Nos resultados do primeiro experimento, observou-se a separação da maioria dos genótipos em dois grandes grupos, um influenciado pela massa do fruto e outro pela SS/AT. Os genótipos de maior massa: BGU56, BGU60, BGU52, BGU55, BGU42, BGU66, BGU48, BGU65, BGU46, BGU59, BGU25, BGU30, BGU57, BGU37 e BGU68, possuem potencial para o consumo *in natura*, uma vez que esta característica é atrativa ao consumidor. No segundo experimento, observou-se que os genótipos estudados possuem tempo de vida útil diferente. As temperaturas de armazenamento influenciaram a vida útil dos frutos, e mantiveram as características físico-químicas dentro dos padrões referenciados na literatura. De acordo com os resultados do terceiro experimento, o uso de embalagens de PEBD manteve a firmeza dos frutos, bem como os valores de SS e SS/AT.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa* Arr.; vida útil; armazenamento; embalagem.

ABSTRACT

The umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) represents an important source of income for small growers and regional cooperatives in the Brazilian semi-arid region. Currently, all production is extractive, which causes heterogeneity of marketed fruits. The Embrapa Semi-arid Umbu Germplasm Bank (BGU) has 80 genotypes of different origins, and from it one can select genotypes with quality and potential for *in natura* consumption, aiming to ensure the homogeneity of the fruit offered to the market. The objective of this study was to identify umbu genotypes with potential for *in natura* consumption and to determine technologies for maintaining postharvest quality of fruit. In the first study, the fruits of 69 umbuzeiro genotypes were harvested at the "swollen" ripening stage. After harvest, the fruit were taken to Embrapa Semi-arid Postharvest Physiology Laboratory, where they were analyzed for the phenotypic characteristics: fruit mass (g), skin mass (g), seed mass (g), flesh mass (g), longitudinal (DL) and transverse (DT) diameter, DL/DT ratio, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio and pH. The multivariate analysis of principal components was accomplished in order to separate similar genotypes and identify the characteristics that most influence them. In a second study, fruit of five umbuzeiro genotypes from Embrapa Semi-arid BGU were harvested and stored at 8, 10 or 12 °C. Fruit evaluations were performed at harvest and every seven days until fruit flesh firmness reached 10 N. Fruit were analyzed for the following variables: respiration rate ($\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$); fruit mass (g); DL; DT; DL/DT; firmness (N); SS (%); TA (%); and SS/AT. In a third study, fruit from five umbuzeiro genotypes from Embrapa Semi-arid BGU were used. At harvest, the initial analysis of the fruits was performed, followed by storage without packaging and with low density polyethylene (LDPE) packaging, 20 and 40 μm thickness. After packing, the fruit were stored at 12 °C. The evaluations took place every 15 days, and were performed until the firmness of the fruit reached 10 N. The same variables of the second study, previously mentioned, were evaluated. According to the results of the first study, most genotypes were separated into two large groups, one influenced by fruit mass and the other by SS/TA ratio. The highest mass genotypes: BGU56, BGU60, BGU52, BGU55, BGU42, BGU66, BGU65, BGU46, BGU59, BGU25, BGU30, BGU57, BGU37 and BGU68 have potential for *in natura* consumption as this feature is attractive to the consumer. In the second study, it was observed that the genotypes had different shelf-life. The storage temperature influenced the useful life of the fruits and kept the physicochemical characteristics within the standards referenced in the literature. According to the results of the third study, the use of LDPE packaging maintains fruit firmness, the SS and SS/AT values.

Keywords: *Spondias tuberosa* Arr.; shelf-life; storage; packing

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da região semiárida.....	30
Figura 2 - Médias mensais da temperatura do ar (máxima e mínima), umidade relativa do ar (máxima e mínima) e precipitação pluviométrica nos períodos de janeiro de 2016 a fevereiro de 2017 (A) e janeiro de 2018 a fevereiro de 2019 (B).....	31
Figura 3 - Mapa de distribuição dos genótipos em suas procedências, para as variáveis: massa do fruto (g), sólidos solúveis (%), acidez titulável (% de ácido cítrico) e relação sólidos solúveis/acidez titulável.....	35
Figura 4 - Dendograma UPGMA da distância euclidiana média entre os genótipos estudados, com base em onze características fenotípicas.....	36
Figura 5 - Análise de componentes principais para 11 caracteres fenotípicos em 70 genótipos de umbuzeiro do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido.....	38
Figura 6 - Médias mensais da temperatura do ar (máxima e mínima), umidade relativa do ar (máxima e mínima) e precipitação pluviométrica no período de janeiro de 2017 a abril de 2018.....	43
Figura 7 - Fluxograma da análise de respiração dos frutos.....	44
Figura 8 - Firmeza dos frutos de umbuzeiro oriundos do BGU/Embrapa Semiárido, armazenados sob diferentes temperaturas.....	47
Figura 9 - Injúria por frio, podridão e danos observados em frutos de umbuzeiro armazenados a 8, 10 e 12 °C.....	48
Figura 10 - Taxa respiratória de frutos de umbu oriundos do BGU da Embrapa semiárido, armazenados sob diferentes temperaturas.....	50
Figura 11 - Médias mensais da temperatura do ar (máxima e mínima), umidade relativa do ar (máxima e mínima) e precipitação pluviométrica no período de janeiro de 2017 a abril de 2018.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características e procedência dos genótipos do Banco de Germoplasma do Umbu (BGU) da Embrapa Semiárido. Valores médios das colheitas de dois anos (2017 e 2019).....	33
Tabela 2 - Resultado da análise de componentes principais e correlação entre as variáveis e cada um dos componentes.....	37
Tabela 3 - Avaliação dos frutos de umbuzeiro oriundos do Banco de Germoplasma de Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido, por ocasião da colheita.....	46
Tabela 4 - Equações de regressão para decaimento da firmeza dos frutos, ajustadas a partir do modelo proposto por Santos Junior et al. (2005).....	47
Tabela 5 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Temperatura (Temp.) para a taxa respiratória dos frutos de umbu ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) ao longo do armazenamento.....	49
Tabela 6 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Temperatura (Temp.) para sólidos solúveis (%) de frutos de umbu ao longo do armazenamento.....	51
Tabela 7 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Temperatura (Temp.) para acidez titulável (% de ácido cítrico) ao longo do armazenamento.....	52
Tabela 8 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Temperatura (Temp.) para relação sólidos solúveis/acidez titulável de frutos de umbu ao longo do armazenamento.....	54
Tabela 9 - Avaliação dos frutos de umbuzeiro oriundos do Banco de Germoplasma de Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido, por ocasião da colheita.....	62
Tabela 10 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Embalagem (Emb.) para a firmeza dos frutos de umbu (N) ao longo do armazenamento.....	63
Tabela 11 - Concentração de CO_2 e O_2 em frutos de umbuzeiro do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, determinada no interior das embalagens aos 15 e 30 dias de armazenamento.....	64
Tabela 12 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Embalagem (Emb.) para a taxa respiratória dos frutos de umbu ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) ao longo do armazenamento.....	64
Tabela 13 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Embalagem (Emb.) para o teor de sólidos solúveis (%).....	65
Tabela 14 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Embalagem (Emb.) para acidez titulável (% de ácido cítrico) ao longo do armazenamento.....	66
Tabela 15 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Embalagem (Emb.) para relação sólidos solúveis/acidez titulável de frutos de umbu ao longo do armazenamento.....	66

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA E BIOLOGIA REPRODUTIVA.....	17
2.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA.....	17
2.3 ECOFISIOLOGIA.....	19
2.4 VARIABILIDADE GENÉTICA.....	20
2.5 FATORES QUE AFETAM A VIDA ÚTIL DOS FRUTOS.....	21
2.5.1 Estádio de maturação.....	21
2.5.2 Temperatura de armazenamento.....	22
2.5.3 Embalagens.....	23
REFERÊNCIAS.....	24
3. BANCO DE GERMOPLASMA DO UMBUZEIRO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO: CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS PROMISSORES AO CONSUMO <i>IN NATURA</i>	28
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
4. TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO E VIDA ÚTIL DOS FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE UMBUZEIRO (<i>Spondias tuberosa</i> Arr.).....	41
INTRODUÇÃO.....	42
MATERIAL E MÉTODOS.....	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	55
5. PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE UMBUZEIRO (<i>Spondias tuberosa</i> Arr.) ARMAZENADOS EM DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGEM.....	58
INTRODUÇÃO.....	59
MATERIAL E MÉTODOS.....	59
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
CONCLUSÃO.....	67

REFERÊNCIAS.....	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69

1. INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma espécie pertencente à família Anacardiaceae (PEEL et al., 2011), cujo fruto representa uma importante fonte de renda para pequenos produtores e cooperativas regionais no semiárido brasileiro. A produção de umbu é, predominantemente, extrativista. De acordo com dados do IBGE (2019), foram colhidas aproximadamente 7,5 toneladas em 2017, o que resultou em uma receita de R\$ 7,76 milhões de reais.

O Banco de Germoplasma do Umbu (BGU) da Embrapa Semiárido possui 80 genótipos procedentes dos estados de Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte e Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2016). Dentre esses genótipos, pode-se selecionar os que possuam qualidade e potencial para o consumo *in natura*, visando garantir a homogeneidade dos frutos ofertados ao mercado. A partir da seleção, os genótipos serão úteis em outras pesquisas, definições de práticas de manejo, processos de recaatingamento, entre outros.

Além da variabilidade genética, o ponto de colheita é um fator que influencia a vida útil dos frutos. Quando colhidos em maturação pouco avançada, os frutos possuem vida útil maior. Contudo, antecipar a colheita pode limitar o acúmulo de carboidratos e a produção de diversos compostos importantes para o consumo *in natura*, como açúcares e voláteis (GALVÃO et al., 2010; MOURA et al., 2013; VIEIRA et al., 2011). Campos (2007), descreve o estágio de maturação 3FTV-In como o ponto de colheita utilizado pelos agricultores, conhecido como fruto “inchado”. Nesse estágio, os frutos atingiram 96% do seu peso total, e possuem resistência a danos mecânicos.

A vida útil dos frutos pode ser prolongada utilizando-se de estratégias no armazenamento. O uso de baixas temperaturas, por exemplo, pode diminuir o metabolismo dos frutos, o que mantém a sua qualidade por mais tempo (BENICHOU et al., 2018). Diversos trabalhos demonstram que baixas temperatura, entre 9 e 12 °C, mantêm a qualidade do umbu por diferentes períodos de armazenamento (CAMPOS, 2007; GALVÃO et al., 2010; SILVA et al., 2009). Por outro lado, foi relatada injúria por frio no armazenamento entre 5 e 11°C, dependendo principalmente do estágio de maturação, tempo de exposição e características genéticas (LIMA e SILVA, 2016; MALDONADO-ASTUDILLO et al., 2014; MARTINS et al., 2003).

O uso de filmes e polímeros de cobertura também apresenta uma série de vantagens, como o acúmulo de CO₂ e redução dos níveis de O₂. Com isso, a respiração e o metabolismo diminuem, e a vida útil dos frutos aumenta (AZEREDO et al., 2012; HOJO et al., 2011; MUSTAFA et al., 2014). São poucos os estudos que utilizam atmosfera modificada (AM) em umbu, mas os resultados são promissores. Moura et al. (2013) observaram que o uso de filme de PVC diminuiu a perda de massa dos frutos; Lima e Silva (2016) relataram uso de bandejas de poliestireno expandido e filme PVC, que diminuiu a perda de água dos frutos; e Lopes (2007) constatou que o uso de filmes de PVC manteve a qualidade dos frutos por 15 dias.

Em geral, os estudos visando a manutenção da qualidade foram realizados com frutos do extrativismo, o que pode dificultar a replicação dos resultados, devido à grande diversidade genética e uso de genótipos diferentes. Faz-se necessária, portanto, em uma etapa inicial, a identificação de genótipos com potencial para o consumo *in natura*, para então avaliar e identificar tecnologias de conservação mais eficientes para cada genótipo. Diante disso, objetivou-se nesse trabalho, identificar genótipos de umbu com potencial para o consumo *in natura* e definir tecnologias para a manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos desses genótipos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA E BIOLOGIA REPRODUTIVA

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma espécie pertencente à família Anacardiaceae (PELL et al., 2011), a qual abriga 80 gêneros e 600 espécies. Dentre esses, 13 gêneros e 68 espécies ocorrem no Brasil (KIILL et al., 2016).

O gênero *Spondias* foi estabelecido em 1753, na obra *Genera Plantarum* de Linnaeus, a fim de agrupar as “ameixas dos trópicos” (KIILL et al., 2016). Atualmente, são agrupados no mesmo gênero, além do umbuzeiro, a cajazeira (*S. mombim*), a cirigueleira (*S. purpurea*) e os híbridos de ocorrência natural, cajá-umbu ou umbu-cajá (*S. mombim* x *S. tuberosa*) e umbuguela (*S. tuberosa* × *S. purpurea*) (SILVA et al., 2014).

O umbuzeiro é uma planta xerófila, tipicamente da Caatinga, nativa e endêmica da Região Semiárida brasileira, não existindo relatos da sua ocorrência em outras regiões do planeta. Em suas raízes são encontradas estruturas tuberosas (xilopódios), popularmente conhecidas como “batatas” (LIMA et al., 2018; LIMA FILHO, 2011).

A copa da planta é ampla e umbeliforme. Suas folhas são pecioladas e alternas, com folíolos curtos, e de hábito caducifólio. A inflorescência é do tipo panícula, as flores são pentâmeras, estrutural e funcionalmente hermafroditas, com dicogamia protândrica (as estruturas sexuais masculinas tem sua maturação precedente à das estruturas femininas) (BATISTA, 2015; KIILL et al., 2016).

O ovário é súpero, e os frutos são do tipo drupa, arredondados, ovoides e oblongos, com presença ou não de tricomas e/ou protuberâncias (BATISTA, 2015). O fruto possui padrão de crescimento sigmoidal simples, caracterizado por três fases distintas: inicial e de crescimento rápido (da abertura dos botões florais até o início da degradação dos pigmentos); crescimento lento (até a maturação fisiológica); e a fase final (LIMA e SILVA, 2016).

2.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

Segundo Barreto e Castro (2010), o nome do fruto tem origem no tupi-guarani “y-mb-u”, que significava “árvore que dá de beber”. Popularmente, também pode ser

conhecido pelas diversas variantes da palavra indígena: “umbu”, “imbu”, “ambu” ou ainda “ombu”.

Um dos relatos mais antigos sobre a espécie é datado de 1905, e encontra-se na obra “Os sertões”, de Euclides da Cunha. Nele, o sertanista descreve, desde então, a importância do umbuzeiro para a região semiárida:

“[...] E’ a arvore sagrada do sertão. Socia fiel das rapidas horas felizes e longos dias amargos dos vaqueiros. [...] Alimenta-o e mitiga-lhe a sede. Abre-lhe o seio acariciador e amigo, onde os ramos recurvos e entrelaçados parecem de proposito feitos para a armação das rêdes bamboantes. [...] E ao chegarem os tempos felizes dá-lhe os fructos de sabor exquisito para o preparo da umbusada tradicional. O gado, mesmo nos dias de abastança, cobiça o sumo acidulado das suas folhas [...]” (CUNHA, 1905, p.46 e 47, transcrito do texto original).

Os frutos de umbuzeiro são bastante apreciados no Nordeste brasileiro, consumidos *in natura* ou processados na forma de doces, geleias, sucos, umbuzada, etc. Além disso, os xilopódios são utilizados pelos vaqueiros para matar a sede durante o trabalho na Caatinga (BARRETO e CASTRO, 2010).

Para Araújo et al. (2016), o uso dos recursos naturais da Caatinga sempre foi um desafio, sobretudo em áreas dependentes de chuva. Com isso, os autores enfatizam a importância da colheita do umbu, à qual se referem como uma atividade de expressivo valor comercial, utilizada por pequenos agricultores para complementação da sua renda.

A venda dos frutos normalmente acontece em feiras livres ou às margens de rodovias. Como medida, utiliza-se o “litro”, que é a quantidade de frutos que cabe em uma lata de óleo vazia. Ou seja, a quantidade de frutos varia de acordo com o tamanho, o que inviabiliza a comparação do volume vendido, preços pagos, etc. (BATISTA et al., 2015).

De acordo com dados do IBGE (2019), a produção de umbu em 2017 foi de 7465 toneladas, e a receita de R\$ 7,76 milhões de reais. No mesmo ano, o estado da Bahia destacou-se como o maior produtor, correspondendo a 77,8% da produção nacional.

Em estudos realizados por Araújo et al. (2016), em uma comunidade rural do município de Uauá, Bahia, verificou-se que mesmo em áreas de desmatamento, a

densidade de plantas de umbuzeiro se manteve. Isso indica a importância da espécie para as famílias, que na ocasião estimaram a renda oriunda da safra do umbu em 91% do salário mínimo vigente.

Segundo Batista et al. (2015), em pequenas comunidades rurais da Paraíba, existem unidades de processamento, as quais comercializam polpa de umbu por meio de programas governamentais, como o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar) e PAA (Programa de Aquisição de Alimentos).

A exploração extrativista do umbu permitiu também o desenvolvimento de cooperativas agroindustriais, tornando-se fonte de renda nas comunidades onde estão inseridas (ARAÚJO et al., 2016). Um exemplo é a Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (COOPERCUC), localizada no município de Uauá, Bahia. A cooperativa reúne 450 famílias de 18 comunidades. Alguns dos seus produtos são exportados para a Itália, França e Áustria, e possuem selos como *Fair Trade* (FLO) e Certificação Orgânica (COOPERCUC, 2019).

2.3 ECOFISIOLOGIA

O umbuzeiro ocorre por toda a Caatinga e adapta-se perfeitamente a períodos prolongados de seca, devido à queda das folhas e acúmulo de água nos xilopódios. A planta se desenvolve sob clima quente, em temperaturas de até 38 °C, umidade relativa do ar entre 30 e 80%, precipitação anual de 400 a 800 mm e fotoperíodo entre 2.000 e 3.000 horas (BARRETO e CASTRO, 2010; LIMA FILHO, 2011).

De acordo com Lima Filho (2001), a planta utiliza duas estratégias para manutenção do balanço hídrico interno. No período chuvoso, o ajuste osmótico, e em condições de seca, a utilização da água armazenada nos xilopódios, associada à baixa transpiração.

Outros estudos reforçam ainda mais essa teoria. Em período de seca, observou-se baixa condutância estomática em plantas de umbuzeiro, logo no início do dia, enquanto que no período chuvoso os valores são significativamente maiores, com picos de trocas gasosas às 8 h e às 16 h (LIMA FILHO, 2004).

Comprovando a importância da água armazenada nos xilopódios, Lima Filho (2007) verificou que as plantas propagadas por semente mantêm o potencial hídrico e condutância estomática maior, sob condições de baixa disponibilidade hídrica, quando comparadas com plantas propagadas por estaquia. Segundo o autor, plantas

propagadas por estaquia dificilmente apresentam os xilopódios, o que praticamente inviabiliza esse tipo de propagação para o umbuzeiro.

Durante o período seco, que ocorre após o segundo trimestre do ano, o umbuzeiro perde suas folhas e permanece em estado de dormência. A abscisão se dá entre 30 e 60 dias após a última chuva. Utilizando as reservas acumuladas no ciclo anterior, a planta floresce ainda no final do período seco, 36 dias após a queda das folhas. A frutificação, por sua vez, ocorre cerca de 25 dias após a floração, que compreende o período de outubro a dezembro (LIMA FILHO e AIDAR, 2016).

Embora seja uma planta adaptada às condições semiáridas, a produção dos frutos é dependente das chuvas. Em virtude disso, a produção anual pode variar de 65 a 300 kg por planta (ARAÚJO et al., 2016). Entretanto, a variação pode decorrer de outros fatores, entre eles a variabilidade genética.

2.4 VARIABILIDADE GENÉTICA

O bioma Caatinga ocupa cerca de 845 mil quilômetros quadrados, o equivalente a 11% do território nacional (MMA, 2019). Ocorre exclusivamente no Brasil, e por esse motivo, grande parte da sua biodiversidade não é encontrada em nenhum outro lugar do mundo (SILVA et al., 2003). Por causa disso, quando bem explorados, os recursos genéticos poderão contribuir para o desenvolvimento da região e do país (MMA, 2019).

Segundo Oliveira et al. (2016), o umbuzeiro é um bom exemplo de recurso genético a ser explorado, dada a sua estratégia adaptativa e reprodutiva. Contudo, faz-se necessário conhecer a variabilidade genética da espécie, para fins de prospecção, coleta e caracterização de genótipos (COSTA et al., 2015).

Estudos demonstram que a variabilidade genética ocorre em toda a região semiárida. Santos et al. (2008), em estudos com marcadores AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), avaliaram 68 indivíduos de 15 regiões ecogeográficas e observaram maior divergência genética nos indivíduos de regiões diferentes. Costa et al. (2015) caracterizaram fenotipicamente 58 acessos de 9 municípios (Paraíba e Rio Grande do Norte), e observaram variação tanto para os acessos em diferentes municípios quanto para os acessos de um mesmo município.

A elevada variabilidade genética pode influenciar características físicas do fruto, tais como diâmetro, rendimento de polpa, tamanho da semente, entre outras

(COSTA et al., 2015). Além disso, Lima et al. (2018) relataram a variação de matéria seca por fruto entre 88 e 100 g; sólidos solúveis entre 8 e 15%; acidez entre 0,5 e 1,5% de ácido cítrico; e concentração de ácido ascórbico entre 10 e 40 mg 100g⁻¹.

Diante da diversidade genética do umbuzeiro, os bancos ativos de germoplasma (BAG) são formas de conservação *ex situ*, para uso imediato ou futuro. Nesse sentido, a Embrapa Semiárido é a instituição de pesquisa pioneira na formação de um Banco de Germoplasma do Umbuzeiro (BGU), o qual foi instalado em 1994. O BGU possui 80 genótipos diferentes, procedentes dos estados de Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte e Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2016).

Nascimento et al. (2002), após 8 anos de implantação do BGU da Embrapa Semiárido, avaliaram 69 genótipos. Na ocasião, observaram variação entre 2,8 e 120 g, e entre 8 e 13,6%, para as variáveis massa do fruto e sólidos solúveis, respectivamente.

Santos et al. (2002) avaliaram experimento de competição de clones, após 5 anos de implantação. O experimento foi instalado na Embrapa Semiárido, selecionando os genótipos do BGU com maior diâmetro. Foram observados frutos com massa de 37, 42, 87, 85, 41, 51 e 97 g, para os genótipos BGU30, BGU37, BGU44, BGU48, BGU52, BGU55 e BGU68, respectivamente.

Dos sete genótipos citados, 4 foram registrados como cultivares, junto ao Ministério da Agricultura, com a denominação de BRS 48, BRS 52, BRS 55 e BRS 68 (MAPA, 2019). Contudo, estudos quanto à caracterização física e físico-química dos genótipos/cultivares ainda são incipientes.

2.5 FATORES QUE AFETAM A VIDA ÚTIL DOS FRUTOS

2.5.1 Estádio de maturação

O estágio de maturação, associado à variabilidade genética são fatores determinantes para a vida útil dos frutos. O umbu é um fruto de elevada perecibilidade, devido ao seu comportamento climatérico. Em decorrência disso, os frutos colhidos em maturação pouco avançada possuem vida útil maior. Contudo, antecipar a colheita limita a produção de diversos compostos e o acúmulo de carboidratos (GALVÃO et al., 2010; MOURA et al., 2013; VIEIRA et al., 2011).

Estudo realizado por Moura et al. (2013) demonstrou que a vida útil dos frutos pode aumentar de 2 a 3 vezes, a depender do estágio de maturação na colheita e

das condições de armazenamento. Menezes et al. (2017) observaram que frutos colhidos na maturidade fisiológica apresentaram maior rendimento de polpa do que frutos totalmente maduros. Outros estudos apontaram diminuição da firmeza, da acidez titulável, do teor de ácido ascórbico e aumento dos sólidos solúveis ao longo do amadurecimento (CAMPOS, 2007; LIMA e SILVA, 2016)

Campos (2007) propôs seis estádios de maturação para os frutos de umbu: 1FTV-F, no qual o fruto apresenta epiderme totalmente verde e o endocarpo em formação; 2FTV-D, caracterizado como a maturidade fisiológica, em que a epiderme está totalmente verde e o endocarpo firme; 3FTV-In, a cor do fruto ainda é verde, com início da mudança de pigmentação, correspondendo ao que se denomina popularmente de “inchado”; 4FPA-M-1, no qual a coloração da epiderme é predominantemente amarela, e tem-se o fruto caracteristicamente maduro; os frutos com casca totalmente amarela e ainda aptos ao consumo foram denominados de 5FTA-M-2; os frutos totalmente amarelos e sobremaduros foram denominados de 6FTA-P. Nesta escala, a maturação de colheita recomendada é quando os frutos atingem o estágio 3FTV-In, conhecido como inchado.

2.5.2 Temperatura de armazenamento

O armazenamento sob baixas temperaturas é uma das estratégias utilizadas para manter a qualidade dos frutos e prolongar a vida útil, uma vez que variados processos metabólicos são controlados pela temperatura (BENICHOU et al., 2018).

Diversos trabalhos comprovam uma melhor manutenção da qualidade dos frutos, quando armazenados em baixas temperaturas. Campos (2007) observou que a temperatura de 12 °C preservou a qualidade de consumo por 14 dias. Resultado semelhante foi verificado por Galvão et al. (2010), em frutos armazenados a 9 °C. Silva et al. (2009) concluíram que a temperatura de 11°C manteve maior firmeza de polpa e coloração da epiderme dos frutos, quando comparados ao armazenados a 25 °C.

Por outro lado, vale salientar que os frutos tropicais são sensíveis a temperaturas abaixo da ideal, podendo apresentar sintomas de injúria por frio, resultando em perdas (LIMA e SILVA, 2016). Em frutos de umbuzeiro, foi relatada injúria por frio quando armazenados entre 5 e 11°C, dependendo principalmente do estágio de maturação e tempo de exposição dos frutos à baixa temperatura (LIMA e

SILVA, 2016), assim como de características genéticas (MALDONADO-ASTUDILLO et al., 2014; MARTINS et al., 2003). Entretanto, todos os trabalhos realizados para identificar a temperatura ideal de armazenamento do umbu foram realizados com frutos colhidos de forma extrativista, sem identificação dos genótipos, o que pode resultar na recomendação de diferentes temperaturas de armazenamento.

2.5.3 Embalagens

O uso de filmes e polímeros de cobertura apresenta uma série de vantagens, tais como proteção contra danos, desidratação e patógenos, além de funcionar como uma barreira à difusão dos gases. Essa última, modifica a atmosfera de armazenamento dos frutos, induz o acúmulo de CO₂ e redução dos níveis de O₂, e consequentemente há redução da respiração e do metabolismo, aumentando a vida útil dos frutos (AZEREDO et al., 2012; HOJO et al., 2011; MUSTAFA et al., 2014).

São poucos os estudos utilizando atmosfera modificada (AM) em frutos de umbuzeiro. Contudo, os resultados se mostram promissores. Moura et al. (2013) observaram que o uso de filme de PVC diminuiu a perda de massa dos frutos, independente do estágio de maturação. Lima e Silva (2016) relataram uso de bandejas de poliestireno expandido e filme PVC, que diminuiu a perda de água dos frutos. Contudo, nesse tipo de AM os frutos perderam 71% da firmeza em 7 dias de armazenamento. Lopes (2007) constatou que o uso de filmes de PVC manteve a qualidade dos frutos por 15 dias. Pouco se conhece a respeito do armazenamento de umbu sob AM, e os relatos presentes na literatura referem-se a genótipos não identificados. Diante disso, outros trabalhos se fazem necessários para determinar o tipo de embalagem mais adequado para cada genótipo.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. P.; AIDAR, S. T.; MATTA, V. M.; MONTEIRO, R. P.; MELO, N. F. **Extrativismo do umbu e alternativas para a manutenção de áreas preservadas por agricultores familiares em Uauá, BA**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. 21 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 272).
- AZEREDO, H. M. C.; MIRANDA, K. W. E.; RIBEIRO, H. L.; ROSA, M. F.; NASCIMENTO, D. M. Nanoreinforced alginate-acerola puree coatings on acerola fruit. **Journal of Food Engineering**, v. 113, n. 4, p. 505-510, 2012.
- BARRETO, L. S.; CASTRO, M. S. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do umbu**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 64 p.
- BATISTA, F. R. C. Umbu e seus aspectos de produção. In: BATISTA, F. R. C; SILVA, S. M.; SANTANA, M. F. S.; CAVALCANTE, A. R. **O umbuzeiro e o semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2015. p. 8-31.
- BATISTA, F. R. C; SILVA, S. M.; SANTANA, M. F. S.; CAVALCANTE, A. R. Importância socioeconômica, qualidade, colheita, conservação pós-colheita e processamento do umbu. In: BATISTA, F. R. C; SILVA, S. M.; SANTANA, M. F. S.; CAVALCANTE, A. R. **O umbuzeiro e o semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2015. p. 32-61.
- BENICHOU, M.; AYOUB, J.; SAGAR, M.; ALAHYYANE, A.; ELATERI, I.; AITOUBAHO, A. Postharvest technologies for shelf life enhancement of temperate fruits. In: MIR, S. A.; SHAH, M. A.; MIR, M. M. (Eds.). **Postharvest biology and technology of temperate fruits**. Cham: Springer, 2018. p. 77-100.
- CAMPOS, C. O. **Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): Características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita**. 2007. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrônômicas). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu. Botucatu, SP, 2007.
- COOPERCUC - Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá. **Crescimento & Produção**. Disponível em: www.coopercuc.com.br. Acesso em: 20/06/2019.
- COSTA, F. R.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; NEDER, D. G.; SILVA, S. M.; SCHUNEMANN, A. P. P. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 682-690, 2015.
- CUNHA, E. **Os sertões** (campanha de canudos), 3 ed. Rio de Janeiro: Laemert & C, 1905. Disponível em: www.digital.bbm.usp.br. Acesso em 20/06/2019.
- GALVÃO, M. S.; NARAIN, N.; CARNELOSSI, M. A. G. Evaluación de la calidad postcosecha de las características físico-químicas y químicas en el fruto de umbu a diferentes condiciones de almacenamiento. **Journal of Food**, v. 8, n. 2, p. 103-108, 2010.

HOJO, E. T. D.; DURIGAN, J. F.; HOJO, R. H. Uso de embalagens plásticas e cobertura de quitosana na conservação pós-colheita de lichias. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 33, n. 1, p. 377-383, 2011.

IBGE - Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 20/06/2019.

KIILL, L. H. P.; ARAÚJO, F. P.; OLIVEIRA, V. R.; RIBEIRO, M. F. Caracterização botânica e biologia reprodutiva. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 53-79.

LIMA FILHO, J. M. P. Internal water relations of the umbu tree under semi-arid conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n.3, p. 518-521, 2001.

LIMA FILHO, J. M. P. Gas exchange of the umbu tree under semi-arid conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.2, p. 206-208, 2004.

LIMA FILHO, J. M. P. Water status and gas exchange of umbu plants (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) propagated by seeds and stem cuttings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n.2, p. 355-358, 2007.

LIMA FILHO, J. M. P. **Ecofisiologia do umbuzeiro** (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 24 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 240).

LIMA FILHO, J. M. P.; AIDAR, S. T. Ecofisiologia. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 117-145.

LIMA, M. A. C; SILVA, S. M. Qualidade e conservação pós-colheita. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 177-215.

LIMA, M. A. C; SILVA, S. M.; OLIVEIRA, V. R. Umbu - *Spondias tuberosa*. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E. O.; BRITO, E. S. **Exotic fruits reference guide**. Londres: Academic press, 2018. p. 427-433.

LOPES, M. F. **Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita do aceso umbu-laranja** (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara). João Pessoa. CT/UFPB, 2007. 123p. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos).

MALDONADO-ASTUDILLO, Y. I.; ALIA-TEJACAL, I.; NÚÑEZ-COLÍN, C. A.; JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ, J.; PELAYO-ZALDÍVAR, C.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.; ANDRADE-RODRIGUEZ, M.; BAUTISTA-BANOS, S.; VALLE-GUADARRAMA, S. Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. **Scientia Horticulturae**, v. 174, p. 193-206, 2014.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro nacional de cultivares**. Disponível em: www.sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/. Acesso em: 30/06/2019.

MARTINS, L. P.; SILVA, S. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Fisiologia do dano pelo frio em ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Revista brasileira de fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 23-26, 2003.

MENEZES, P. H. S. M.; SOUZA, A. A.; SILVA, E. S.; MEDEIROS, R. D.; BARBOSA, N. C.; SORIA, D. G. Influência do estágio de maturação na qualidade físico-química de frutos de umbu (*Spondias tuberosa*). **Scientia Agropecuaria**, v. 8, n. 1, p. 73-78, 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga**. Disponível em: www.mma.gov.br/biomas/caatinga. Acesso em: 30/06/2019.

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

MUSTAFA, M. A.; ALI, A.; MANICKAM, S.; SIDDIQUI, Y. Ultrasound-assisted chitosan-surfactant nanostructure assemblies: Towards maintaining postharvest quality of tomatoes. **Food Bioprocess Technology**, v. 7, n. 7, p. 2102-2111, 2014.

NASCIMENTO, C. E. S.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; DRUMOND, M. A. Banco de Germoplasma do Umbuzeiro: novos acessos e avaliações preliminares aos oito anos de idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002.

OLIVEIRA, V. R.; SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; DRUMOND, M. A. Recursos genéticos. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 82-116.

PELL, S. K.; MITCHELL, J. D.; MILLER, A. J.; LOBOVA, T. A. Anacardiaceae. In: KUBITZKI, K. (Ed.) **The Families and Genera of Vascular Plants**, v. 10. Berlin: Springer Verlag, 2011. p. 7-50.

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; ARAUJO, F. P. Competição de clones do umbuzeiro: cinco anos após. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 16., 2002, São Luís. **Resumos...** São Luís: SBG, 2002.

SANTOS, C. A. F.; RODRIGUES, M. A.; ZUCCI, M. I. Variabilidade genética do umbuzeiro no semiárido brasileiro, por meio de marcadores AFLP. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1037-1043, 2008.

SILVA, G. A.; BRITO, N. J. N.; SANTOS, E. C. G.; LÓPEZ, J. A.; ALMEIDA, M. G. Gênero *Spondias*: aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. **Biofarm**, v. 10, n. 01. p. 27-41, 2014.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V (Orgs.). **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003. 382 p.

SILVA, R. P.; LIMA, M. A. C.; SANTOS, A. C. N.; COSTA, A. C. S.; LIMA, C. B. S. **Conservação pós-colheita de umbu sob diferentes temperaturas de armazenamento.** In: Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 4., 2009. Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009.

VIEIRA, M. M. S.; BEZERRA, J. M.; MEDEIROS, L. L.; SANTOS, A. F.; VENCESLAU, W. C. D. Conservação dos frutos do umbuzeiro em três estádios de maturação e sob duas temperaturas de refrigeração. Semana Acadêmica da Engenharia de Alimentos de Pombal, I, 2011. **Resumos...** UFCG. 2011. 1CD-ROM.

3. BANCO DE GERMOPLASMA DO UMBUZEIRO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO: CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS PROMISSORES AO CONSUMO *IN NATURA*

RESUMO: O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma espécie que se constitui em uma importante fonte de renda para os agricultores da região semiárida. Estudos comprovam que sua variabilidade genética é elevada, e pode influenciar as características dos frutos, tais como: diâmetro, rendimento de polpa, sólidos solúveis, etc. Diante do exposto, objetivou-se neste estudo, caracterizar os frutos de 69 genótipos de umbuzeiro, do Banco de Germoplasma do Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido, e identificar os promissores para o consumo *in natura*. Colheu-se os frutos no estágio de maturação "inchado". Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, da Embrapa Semiárido, onde foram analisados para as características fenotípicas: massa do fruto (g), massa da casca (g), massa da semente (g), massa da polpa (g), diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT), relação DL/DT, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH. Com os resultados, obteve-se uma matriz de similaridade, e em seguida um dendograma. Também foi realizada a análise multivariada de componentes principais, a fim de identificar os caracteres fenotípicos que mais influenciam a variabilidade. Com base nos resultados, observou-se que a variabilidade fenotípica está uniformemente distribuída nas regiões de procedência. Houve a separação de dois grandes grupos, um influenciado pela massa do fruto e outro pela relação SS/AT, ambas características desejáveis para o consumo *in natura*. Os genótipos de maior massa: BGU56, BGU60, BGU52, BGU55, BGU42, BGU66, BGU48, BGU65, BGU46, BGU59, BGU25, BGU30, BGU57, BGU37 e BGU68, possuem potencial para o consumo *in natura*, uma vez que esta característica é atrativa ao consumidor.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa* Arr.; variabilidade fenotípica; BGU

Embrapa Semi-arid Umbu Germplasm Bank: phenotypic characterization and identification of promising genotypes for *in natura* consumption

ABSTRACT: The umbu tree (*Spondias tuberosa* Arruda) is an important source of income for farmers in the semi-arid region. Studies have shown that its genetic variability is high, which has a strong effect on fruit characteristics, such as diameter, yield flesh, soluble solids, etc. The objective of this study was to characterize the fruit of 69 genotypes of umbuzeiro, from Embrapa Semi-arid Umbuzeiro Germplasm Bank (UGB), and to identify the most promising ones for *in natura* consumption. The fruit of 69 genotypes of umbuzeiro were harvested at the "swollen" maturity stage. After harvest, fruit were taken to the Postharvest Physiology Laboratory at Embrapa Semi-arid and analyzed for the phenotypic characteristics: fruit mass (g), skin mass

(g), seed mass (g), flesh mass (g), longitudinal (DL) and transverse (DT) diameter, DL/DT ratio, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/AT ratio and pH. The results obtained were presented in a similarity matrix and in a dendrogram. Principal component analysis was also performed to identify the phenotypic traits that have the most influence on fruit traits variability. According to the results, phenotypic variability is uniformly distributed in all regions. There were two large groups, one influenced by the fruit mass and the other by the SS/TA ratio, which are desirable characteristics for *in natura* consumption. The genotypes with the highest fruit mass were BGU56, BGU52, BGU55, BGU42, BGU66, BGU48, BGU65, BGU46, BGU46, BGU59, BGU25, BGU30, BGU57, BGU37 and BGU68, which show high potential for *in natura* consumption, since this characteristic is attractive to the consumer.

Keywords: *Spondias tuberosa* Arr.; phenotypic variability; UGB

INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma espécie endêmica do bioma Caatinga, pertencente à família Anacardiaceae, que se constitui em uma importante fonte de renda para os agricultores da região semiárida (ARAÚJO et al., 2016). De acordo com dados do IBGE (2019), no ano de 2017 a produção foi aproximadamente 7,5 toneladas, o que gerou uma receita de aproximadamente R\$ 7,76 milhões de reais.

Atualmente, plantios comerciais de umbuzeiro estão se expandindo (SEAGRI, 2012; CAR, 2019) por meio de ações governamentais, mas a produção ainda é predominantemente extrativista. Alguns agricultores selecionam os frutos pelo tamanho, estágio de maturação, e predominância de sabor doce (ARAÚJO et al., 2016; BARRETO e CASTRO, 2010). Entretanto, na maioria dos casos, os frutos chegam ao consumidor de maneira desuniforme, o que dificulta a padronização do preço e as estratégias para manutenção da qualidade.

Estudos comprovam que a variabilidade genética do umbuzeiro é elevada (SANTOS et al., 2008; COSTA et al., 2015) e, por causa disso, os frutos podem apresentar diferenças quanto ao diâmetro, rendimento de polpa, tamanho da semente, matéria seca, sólidos solúveis, acidez titulável, etc. (COSTA et al., 2015, LIMA et al., 2018). Nesse sentido, são necessários estudos de caracterização dos genótipos, a fim de identificar aqueles com potencial para consumo *in natura*.

O Banco de Germoplasma do Umbuzeiro (BGU), da Embrapa Semiárido, possui atualmente 80 genótipos, procedentes dos estados de Pernambuco, Bahia,

Rio Grande do Norte e Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2016). Estudos preliminares confirmaram a diversidade genética do BGU (NASCIMENTO et al., 2002), bem como o potencial produtivo de alguns genótipos (SANTOS et al., 2002). Nesse sentido, a partir do BGU pode-se selecionar genótipos com qualidade e potencial para o consumo *in natura*, disponibilizar matrizes para o plantio de novas áreas produtivas, recuperação de áreas degradadas, recaatingamento, entre outras.

Além disso, a identificação de genótipos para o cultivo possibilita oportunidades para definir práticas de manejo, que podem aumentar a produtividade e a qualidade dos frutos. Diante do exposto, objetivou-se neste estudo, caracterizar os frutos de 69 genótipos de umbuzeiro, do BGU da Embrapa Semiárido, e identificar os mais promissores para o consumo *in natura*.

MATERIAL E MÉTODOS

O Banco de Germoplasma do Umbuzeiro (BGU) está implantado na Estação Experimental da Caatinga, da Embrapa Semiárido, Município de Petrolina-PE (9°03'39" S e 40°18'49" W), altitude de 365,5m. O clima da região é classificado como BSh, segundo a classificação climática de Köppen (ALVARES et al., 2014). A região semiárida encontra-se destacada no mapa, conforme Figura 1. O solo da área experimental é um Argissolo Amarelo, com baixa retenção de água e de pobre fertilidade (OLIVEIRA et al., 2006).



Figura 1 - Localização da região semiárida.

A implantação do BGU ocorreu em 1994, a partir de plantas coletados em diferentes procedências, nos estados da Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Minas Gerais. Na época, foram contatadas empresas de assistência técnica, associações, agricultores, etc. e coletado material propagativo das plantas consideradas “excêntricas”, ou seja, plantas que se destacavam por alguma característica fenotípica, tais como frutos grandes, presença de tricomas nos frutos e folhas, frutos dispostos em cachos, entre outras (SANTOS et al., 1999).

O BGU possui atualmente 80 genótipos, dos quais 70 estão em fase de produção. As plantas estão espaçadas entre si em 8,0 x 8,0 m, no delineamento em blocos casualizados (DBC), com duas repetições e duas plantas por parcela.

Na Figura 2 são apresentados os dados meteorológicos, no período de um ano, anterior a cada colheita. Com exceção do mês de janeiro de 2016, em que houve um volume de precipitação atípico, não houve muitas variações quanto às demais variáveis climatológicas. Nos dois anos é possível observar o período seco entre maio e outubro, característico da região, bem como o aumento da temperatura no segundo semestre do ano.

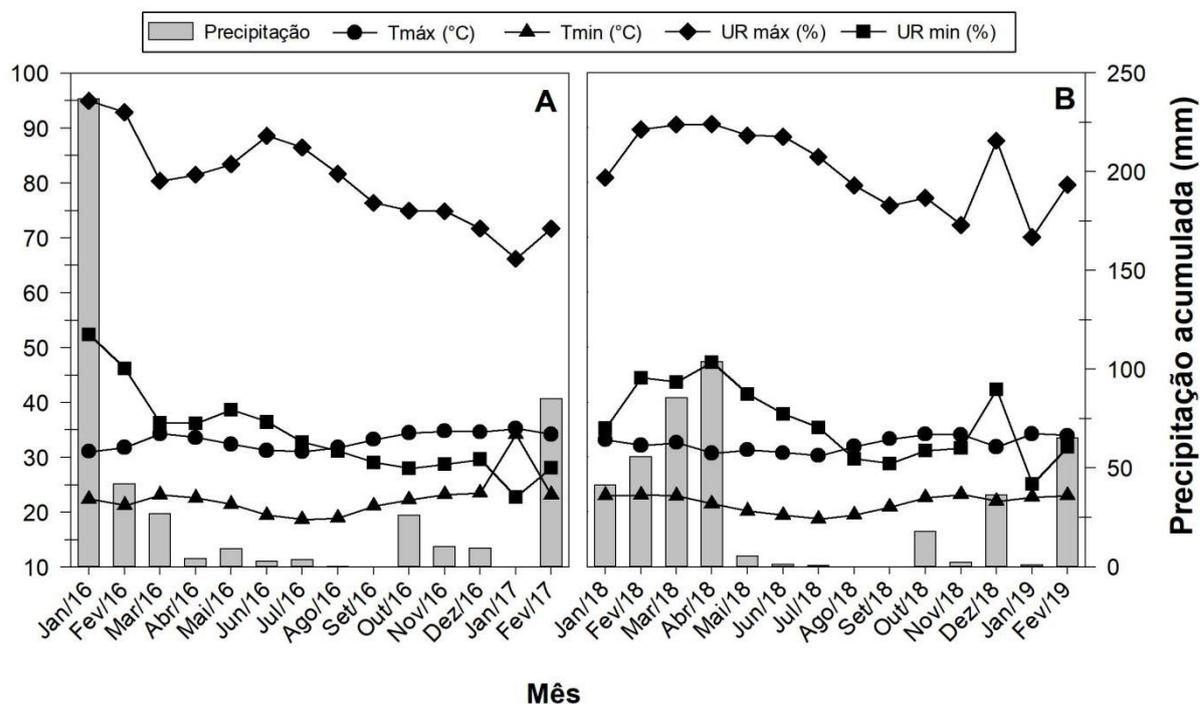


Figura 2 - Médias mensais da temperatura do ar (máxima e mínima), umidade relativa do ar (máxima e mínima) e precipitação pluviométrica nos períodos de janeiro de 2016 a fevereiro de 2017 (A) e janeiro de 2018 a fevereiro de 2019 (B). Dados da Estação Agrometeorológica Automática - Embrapa Caatinga, cedidos pelo Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Semiárido.

A colheita ocorreu quando os frutos atingiram a maturidade fisiológica. Nesse estágio os frutos apresentam epiderme brilhante, coloração verde e firmeza elevada (fruto cedendo pouco ao ser pressionado). Popularmente, diz-se que o fruto está “inchado”. Foram colhidos os frutos de 69 genótipos, e utilizados 10 frutos para cada repetição. As colheitas aconteceram nos meses de janeiro/fevereiro de 2017 e janeiro/fevereiro de 2019.

A análise dos frutos ocorreu no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido. Foram analisadas as seguintes características fenotípicas: massa do fruto (g), massa da casca (g), massa da semente (g), utilizando-se balança semianalítica (Marte AD500, Brasil); a massa da polpa (g) foi determinada por diferença; diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) (cm); relação DL/DT; sólidos solúveis (SS), medido por um refratômetro digital (Pocket refractometer Pal-1 Atago, Brasil) e expresso em porcentagem; acidez titulável (AT), pelo método potenciométrico, utilizando titulador automático modelo 848 Titrino Plus (Metrohm, São Paulo, Brasil) e expresso em porcentagem de ácido cítrico; relação SS/AT; e pH.

Com os resultados, obteve-se uma matriz de similaridade, por meio da distância euclidiana média entre as variáveis. Com a matriz, os genótipos foram agrupados em dendograma, utilizando-se para isto o método da Ligação Média Entre Grupo (UPGMA). Considerou-se a região de corte, baseada na sugestão do software (Genes, versão 1990.2019.15), que leva em consideração a significância dos agrupamentos de acordo com o método de Mogená (1977).

Também foi realizada a análise multivariada de componentes principais (ACP) (Software Statistica 10.0), a fim de identificar os caracteres fenotípicos que mais influenciam a variabilidade, e quais genótipos se relacionam aos componentes de variação.

Elaborou-se também, um mapa de classes (Software QGIS 2.18), com os caracteres massa do fruto, SS, AT e SS/AT, a fim de identificar visualmente a distribuição fenotípica nas regiões de procedência dos genótipos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distribuição da variabilidade fenotípica

A variabilidade fenotípica foi observada para todos os caracteres estudados (Tabela 1): diâmetro longitudinal (1,6 a 4,5 cm); diâmetro transversal (1,3 a 4,5 cm); relação DL/DT (0,8 a 1,2); massa do fruto (6,4 a 44,1 g); massa da semente (0,8 a 5,4

g); massa da casca (1,4 a 10,3 g); massa da polpa (2,8 a 33,1 g); acidez titulável (0,4 a 1,6 %); sólidos solúveis (8,3 a 14,1 %); relação SS/AT (6,7 a 27,9); pH (2,2 a 4,0).

Tabela 1 - Características e procedência dos genótipos do Banco de Germoplasma do Umbu (BGU) da Embrapa Semiárido. Valores médios das colheitas de dois anos (2017 e 2019). [DL = diâmetro longitudinal; DT = diâmetro transversal; DL/DT = relação entre os diâmetros; MF = massa do fruto; Msm = massa da semente; Mcs = massa da casca; MP = massa da polpa; AT = acidez titulável; SS = sólidos solúveis; SS/AT = relação sólidos solúveis/acidez].

BGU	Procedência*	DL (cm)	DT (cm)	DL/ DT	MF (g)	Msm (g)	Mcs (g)	MP (g)	AT (%)	SS (%)	SS/ AT	pH
01	Juazeiro, BA	2,5	2,3	1,1	7,5	1,4	1,9	4,3	0,8	10,4	13,8	2,4
02	Juazeiro, BA	3,5	3,1	1,1	20,0	2,4	5,1	12,6	0,5	11,3	23,8	3,0
03	Juazeiro, BA	3,1	2,7	1,2	14,2	1,5	4,9	7,8	0,5	12,6	24,2	2,9
04	Juazeiro, BA	3,3	3,1	1,1	18,5	2,0	4,1	12,4	0,7	11,1	17,2	3,0
05	Juazeiro, BA	3,5	3,1	1,1	21,4	2,8	5,2	13,4	0,8	10,3	12,6	3,0
06	Juazeiro, BA	3,4	3,1	1,1	20,0	2,3	5,7	12,0	0,7	10,8	16,2	2,5
07	Juazeiro, BA	3,1	2,9	1,1	15,9	2,1	4,6	9,3	0,4	12,0	27,9	2,7
08	Juazeiro, BA	3,1	3,0	1,1	15,7	1,7	4,7	9,4	0,5	13,5	25,5	3,4
09	Afrânio, PE	2,4	2,2	1,1	6,4	1,3	2,1	3,1	0,7	13,6	18,7	2,5
10	Afrânio, PE	3,9	3,2	1,2	22,7	3,0	5,8	13,9	0,8	12,5	15,6	3,0
11	Afrânio, PE	3,1	3,0	1,1	17,5	2,4	3,8	11,3	1,0	13,1	13,8	2,8
12	Petrolina, PE	3,1	3,1	1,0	18,1	2,7	5,1	10,3	1,0	11,6	12,0	2,8
13	Petrolina, PE	3,8	3,6	1,1	26,5	3,1	7,4	16,0	0,7	11,6	15,7	3,8
14	Petrolina, PE	3,5	2,9	1,2	17,2	2,6	3,9	10,7	0,6	11,4	19,3	2,9
15	Juazeiro, BA	3,2	3,9	0,8	15,3	2,3	5,6	7,5	0,8	12,1	14,8	2,8
16	Juazeiro, BA	3,4	3,2	1,1	20,3	2,3	5,7	12,2	0,5	11,8	22,3	3,1
17	Juazeiro, BA	3,9	3,5	1,1	25,0	3,4	6,0	15,7	0,6	10,9	17,5	3,4
18	Casa Nova, BA	3,2	3,0	1,1	16,9	2,3	4,5	10,0	0,6	10,1	16,5	3,0
19	Casa Nova, BA	3,6	3,3	1,1	22,2	2,8	5,2	14,2	0,7	11,6	15,9	2,9
20	Casa Nova, BA	3,6	3,5	1,0	25,1	2,7	6,5	15,9	0,7	13,0	20,3	2,7
21	Santa M. da B. Vista, PE	3,4	3,1	1,1	17,4	1,9	5,2	10,3	0,6	12,1	19,2	4,0
22	Petrolina, PE	3,2	3,2	1,0	18,9	2,3	5,9	10,8	0,7	10,7	17,1	2,8
23	Juazeiro, BA	3,5	3,1	1,1	18,8	2,8	5,5	10,5	0,7	11,2	15,9	2,8
24	Petrolina, PE	3,8	3,3	1,2	22,4	2,7	6,2	13,4	0,5	10,2	20,3	3,2
25	Casa Nova, BA	3,8	3,6	1,1	29,3	3,2	7,5	18,7	0,7	10,5	15,1	3,0
26	Casa Nova, BA	3,4	3,0	1,1	17,9	2,4	4,5	11,1	0,7	10,1	15,6	2,8
27	Lagoa Grande, PE	3,5	3,4	1,0	21,2	3,0	5,1	13,1	0,5	10,9	24,2	3,7
28	Uauá, BA	3,4	3,0	1,2	17,9	2,3	4,3	11,3	0,6	11,0	17,8	2,9
29	Uauá, BA	3,1	3,1	1,0	22,5	3,1	6,5	13,0	0,6	11,8	19,7	3,1
30	Afrânio, PE	3,8	4,0	1,0	31,4	4,0	6,0	21,4	0,7	10,3	15,3	3,0
31	Uauá, BA	2,6	2,3	1,1	7,5	2,0	2,7	2,8	1,6	11,0	6,7	2,2
32	Uauá, BA	3,4	3,3	1,0	23,4	4,6	5,9	13,0	0,7	10,5	15,9	2,6
33	Uauá, BA	3,9	3,5	1,1	27,3	3,2	6,6	17,5	0,8	11,9	14,6	2,7
34	Uauá, BA	3,7	3,2	1,1	23,1	2,2	4,3	16,6	0,6	10,4	17,6	3,2
35	Uauá, BA	3,3	3,6	0,9	19,3	2,3	5,3	11,7	0,6	12,0	24,3	3,1
36	Uauá, BA	3,0	2,8	1,1	12,8	2,5	3,6	6,7	1,1	11,8	11,2	2,8
37	Uauá, BA	4,4	3,7	1,2	31,5	3,9	8,3	19,3	0,8	11,4	15,0	2,9
38	Uauá, BA	3,4	3,2	1,1	20,0	2,6	4,9	12,5	0,6	12,9	21,5	3,3
39	Petrolina, PE	3,4	3,1	1,1	19,7	2,5	5,1	12,1	0,8	11,3	14,8	3,0

Continua...

Tabela 1 - Continuação.

BGU	Procedência*	DL (cm)	DT (cm)	DL/ DT	MF (g)	Msm (g)	Mcs (g)	MP (g)	AT (%)	SS (%)	SS/ AT	pH
40	Petrolina, PE	3,8	3,3	1,2	20,1	2,1	3,9	14,2	1,0	11,9	12,4	3,0
41	Juazeiro, BA	3,2	2,9	1,1	14,7	1,9	3,6	9,3	0,6	12,9	22,1	3,2
42	Juazeiro, BA	3,7	3,7	1,0	30,6	4,0	6,4	20,2	1,1	11,3	9,9	2,7
43	Uauá, BA	3,2	3,4	1,0	20,9	2,8	5,1	13,0	0,6	11,9	20,5	3,0
44	Anajé, BA	4,1	4,0	1,0	35,6	5,1	6,5	24,0	1,1	8,3	7,3	2,6
45	Brumado, BA	2,9	2,9	1,0	12,2	1,4	3,6	7,2	1,0	10,4	10,1	2,2
46	Guanambi, BA	3,9	3,8	1,0	31,7	2,4	6,6	22,7	0,7	9,8	14,2	2,5
47	São Gabriel, BA	1,6	1,3	1,3	8,7	0,8	1,4	6,4	0,7	11,5	16,2	2,9
48	América Dourada, BA	4,1	4,1	1,0	36,1	4,9	6,9	24,3	1,1	11,7	11,0	2,4
49	Miguel Calmon, BA	3,7	3,3	1,1	22,1	3,5	4,9	13,7	1,2	12,3	9,9	2,3
50	Santana, BA	3,3	3,1	1,1	17,4	2,8	4,1	10,6	0,7	11,2	17,0	3,4
51	Santana, BA	4,3	3,7	1,2	28,4	3,5	6,6	18,3	0,5	12,7	25,9	3,4
52	Parnamirim, PE	4,2	3,9	1,1	37,3	4,3	7,2	25,8	0,6	12,1	19,6	3,0
53	Petrolina, PE	3,5	3,4	1,0	25,3	2,7	6,1	16,6	0,7	11,2	16,1	3,2
54	Caiçara, RN	3,0	2,9	1,0	14,9	2,3	3,7	8,9	0,8	12,8	15,2	3,2
55	Lagoa Grande, PE	4,4	4,2	1,0	44,1	4,6	10,3	29,2	0,7	12,7	17,6	2,7
56	Januária, MG	4,0	3,8	1,1	36,3	5,4	8,9	22,1	0,6	11,9	20,9	3,1
57	Januária, MG	4,1	3,9	1,1	37,3	4,7	7,6	25,1	0,7	10,1	14,0	2,8
58	Januária, MG	4,3	3,6	1,2	32,3	5,2	5,7	21,3	1,1	9,0	8,6	2,7
59	Januária, MG	3,9	3,9	1,0	31,8	2,6	6,2	23,0	1,0	10,4	10,4	2,4
60	Januária, MG	4,1	4,0	1,0	37,3	5,2	8,7	23,4	0,7	11,4	16,8	2,8
61	Januária, MG	3,1	2,8	1,1	14,4	2,3	3,0	9,1	0,8	10,0	12,8	3,0
62	Januária, MG	3,3	3,0	1,1	18,0	2,9	4,5	10,6	0,6	14,1	25,2	3,2
63	Janaúba, MG	2,9	2,9	1,0	12,1	3,5	3,2	5,4	0,9	11,7	12,6	3,0
64	Janaúba, MG	2,9	2,7	1,1	12,1	1,5	3,4	7,2	0,9	11,9	13,5	2,8
65	Sta. M. da Vitória, BA	4,3	4,1	1,1	37,2	5,0	7,5	24,7	1,1	11,3	10,5	2,8
66	Ibipitanga, BA	3,9	3,9	1,0	32,0	4,1	7,1	20,8	1,1	10,2	9,5	2,8
67	Ibipitanga, BA**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	Lontra, MG	4,5	4,5	1,0	42,9	3,2	6,6	33,1	0,9	9,9	10,6	2,9
69	Lontra, MG	3,2	3,2	1,0	24,2	2,6	5,2	16,4	0,7	11,5	17,4	2,8
70	Paulo Afonso, BA	2,7	2,4	1,1	9,1	1,5	2,9	4,7	1,2	9,8	9,7	2,3

*Descrito por Oliveira et al. (2016)

**O genótipo BGU67 não frutificou nos dois anos de avaliação do experimento.

A amplitude dos valores de cada característica indica uma alta variabilidade fenotípica do umbuzeiro. Essa variabilidade também foi identificada por Santos et al. (1999) e Nascimento et al. (2002), com os mesmos genótipos do BGU da Embrapa Semiárido, aos 5 e 8 anos após a sua implantação, respectivamente.

Ao correlacionar as características: massa do fruto, sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável, observou-se que a variabilidade fenotípica distribui-se entre as procedências (Figura 3). Contudo, nas procedências de Juazeiro, Casa Nova e Uauá, na Bahia e Petrolina, Afrânio, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista, em Pernambuco, todas situadas próximo à divisa dos dois estados, observou-se alta concentração de genótipos com baixa acidez, elevado teor de sólidos solúveis e, em decorrência disso, maior relação SS/AT.

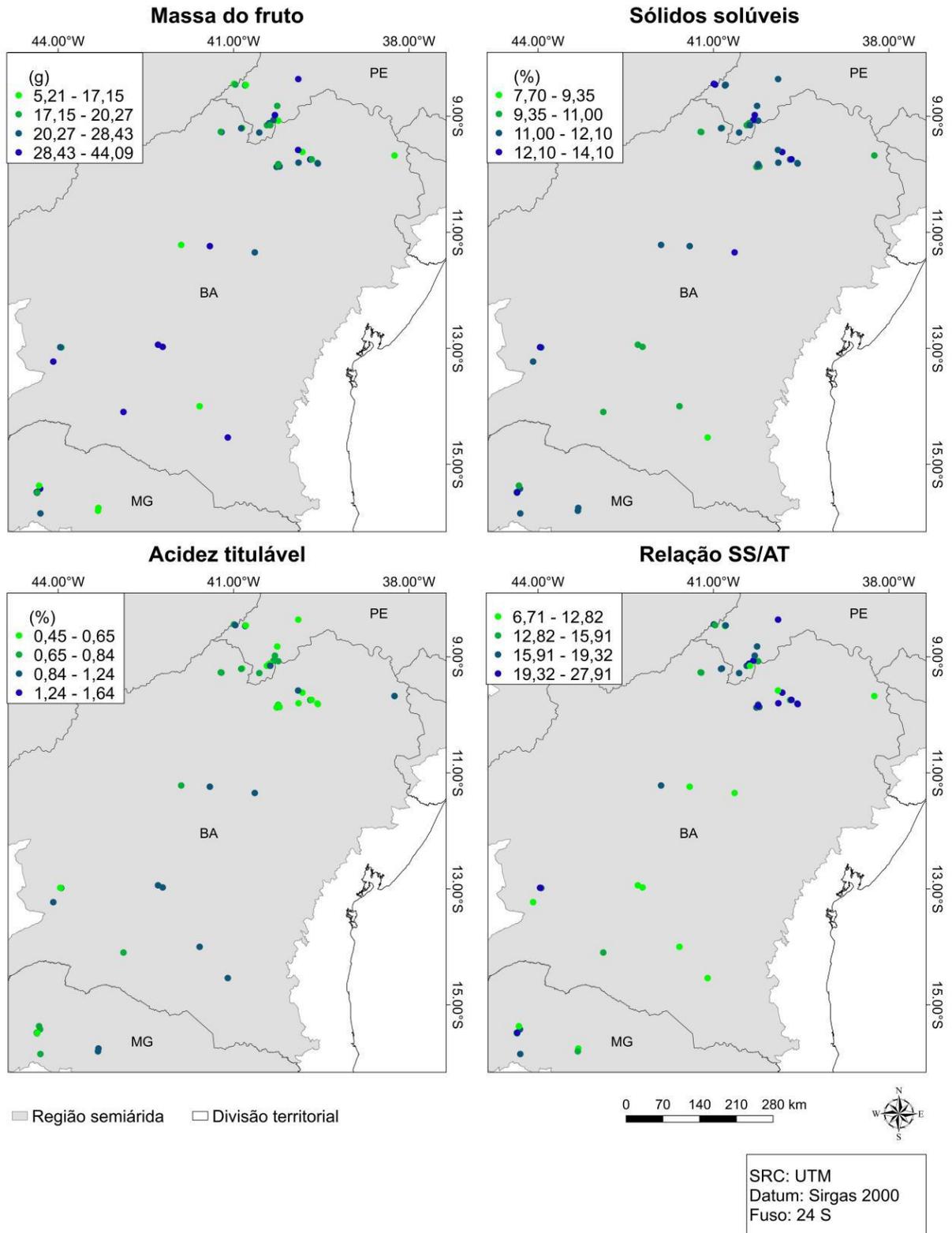


Figura 3 - Mapa de distribuição dos genótipos em suas procedências, para as variáveis: massa do fruto (g), sólidos solúveis (%), acidez titulável (% de ácido cítrico) e relação sólidos solúveis/acidez titulável.

Agrupamento dos genótipos

Ao agrupar os genótipos, considerou-se a ligação média entre os grupos, a partir de uma matriz de similaridade (correlação cofenética = 0,7509). A linha

tracejada (Figura 4) representa a região de corte, sugerida pelo software Genes, que leva em consideração a significância dos agrupamentos de acordo com o método de Mogená (1977).

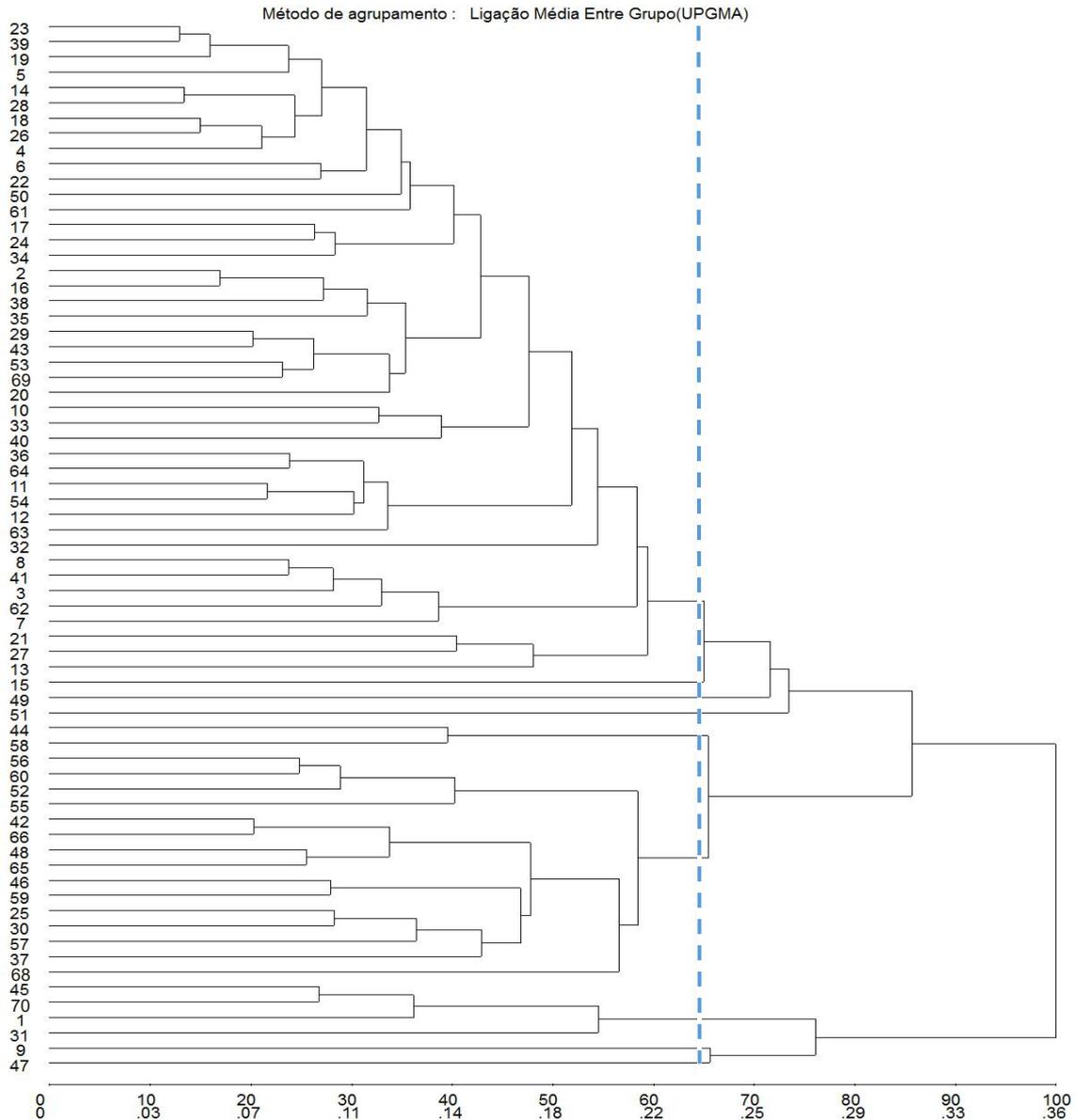


Figura 4 - Dendrograma UPGMA da distância euclidiana média entre os genótipos estudados, com base em onze características fenotípicas. Linha tracejada representa região de corte, sugerido pelo software Genes, com base na significância dos agrupamentos de acordo com o método de Mogená (1977).

Observando-se os genótipos numa escala vertical descendente, e levando-se em consideração a região de corte, percebe-se a formação de um grupo maior, com os genótipos de 23 a 13. Um segundo grupo reuniu os genótipos 56 a 68. Esses,

devido à maior massa, possuem potencial para o consumo *in natura*, tendo em vista que essa característica é atrativa para os consumidores. Os genótipos restantes formaram pequenos grupos ou ficaram separados dos demais. Ambos os grupos são compostos por genótipos de diferentes procedências (Tabela 1).

Resultados similares foram observados por Santos (1997), estudando a variabilidade genética do umbuzeiro com base em caracteres fenotípicos. Santos et al. (2008), por meio de estudos com marcadores AFLP, obtiveram resultados divergentes. Os resultados conflitantes indicam que há variabilidade fenotípica uniformemente distribuída no semiárido, embora a variabilidade genética apresente comportamento distinto.

A partir da análise de componentes principais (ACP), conseguiu-se identificar os caracteres fenotípicos mais influentes. Dos 11 componentes, 7 foram descartados seguindo sugestão do software Genes, baseado no trabalho de JOLLIFFE (1972). Os caracteres fenotípicos foram então agrupados em 4 componentes, com proporção acumulada de 89,28% (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultado da análise de componentes principais e correlação entre as variáveis e cada um dos componentes.

Componentes da variância	Componentes principais (fatores)			
	1	2	3	4
Autovalores	5,4014	2,6005	1,0684	0,7508
Proporção (%)	49,1343	23,6413	9,7130	6,8255
Proporção acumulada (%)	49,1343	72,7457	82,4588	89,2843
Variáveis	Correlação com os componentes principais			
Diâmetro longitudinal (DL)	0,3991	-0,0784	0,1902	0,0617
Diâmetro transversal (DT)	0,4092	-0,0550	-0,1923	-0,0691
Relação DL/DT	-0,1160	-0,0229	0,8973	0,2844
Massa do fruto	0,4214	-0,0349	0,0592	0,0518
Massa da semente	0,3728	0,0389	0,0734	0,1606
Massa da casca	0,3890	-0,1467	-0,0327	0,0999
Massa da polpa	0,4094	0,0155	0,0767	0,0178
Acidez titulável (AT)	0,0347	-0,5560	-0,0577	0,3237
Sólidos solúveis (SS)	-0,1236	-0,3348	-0,2816	0,8335
Relação SS/AT	-0,0890	-0,5735	-0,0454	0,0131
pH	0,0065	-0,4644	0,1459	-0,2684

O primeiro fator contribuiu em 49,13%, e a massa do fruto foi o caractere destaque; o fator 2 contribuiu com 23,64%, e o caractere destaque foi a relação SS/AT (Tabela 2; Figura 5A).

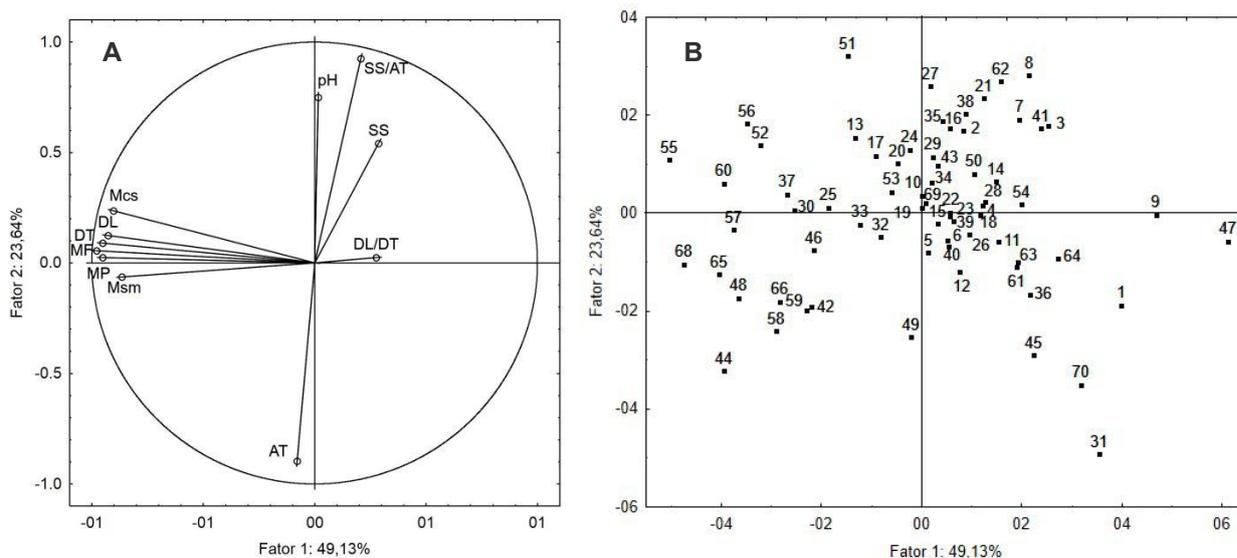


Figura 5 - Análise de componentes principais para 11 caracteres fenotípicos em 69 genótipos de umbuzeiro do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido. [DL = diâmetro longitudinal; DT = diâmetro transversal; DL/DT = relação entre os diâmetros; MF = massa do fruto; Msm = massa da semente; Mcs = massa da casca; MP = massa da polpa; AT = acidez titulável; SS = sólidos solúveis; SS/AT = relação sólidos solúveis/acidez.

Na Figura 5B é possível identificar os genótipos que melhor se relacionaram com cada um dos componentes. O grupo nos quadrantes superiores, pode conter genótipos com potencial para o consumo *in natura*. Frutos maiores, com maior quantidade de polpa e mais doces, costumam ter preferência por parte dos agricultores e consumidores (ARAÚJO et al., 2016).

Além disso, percebe-se que os genótipos dos quadrantes superior direito e inferior esquerdo podem ser usados em trabalhos de melhoramento genético. Aqueles, são mais doces, enquanto esses são maiores e menos doces.

CONCLUSÃO

A variabilidade fenotípica está uniformemente distribuída nas regiões de procedência.

Tanto a análise de agrupamento quanto os componentes principais (ACP) identificaram a separação de dois grupos maiores e distintos.

Pela ACP identificou-se um grupo influenciado pela massa do fruto e outro pela relação SS/AT. Ambas, características desejáveis para o consumo *in natura*.

Os genótipos de maior massa: BGU56, BGU60, BGU52, BGU55, BGU42, BGU66, BGU48, BGU65, BGU46, BGU59, BGU25, BGU30, BGU57, BGU37 e

BGU68, possuem potencial para o consumo *in natura*, uma vez que esta característica é atrativa ao consumidor.

Os dois grupos de genótipos, com maior massa e maior relação SS/AT, têm potencial para trabalhos de melhoramento do umbuzeiro para o consumo *in natura*.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. S.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ARAÚJO, F. P.; AIDAR, S. T.; MATTA, V. M.; MONTEIRO, R. P.; MELO, N. F. **Extrativismo do umbu e alternativas para a manutenção de áreas preservadas por agricultores familiares em Uauá, BA**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. 21 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 272).

BARRETO, L. S.; CASTRO, M. S. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do umbu**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 64 p.

CAR - Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional. Dia de campo sobre o umbu gigante em Anagé. Disponível em: www.car.ba.gov.br. Acesso em: 15/10/2019.

COSTA, F. R.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; NEDER, D. G.; SILVA, S. M.; SCHUNEMANN, A. P. P. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 682-690, 2015.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

IBGE - Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 20/06/2019.

JOLLIFFE I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I: artificial data. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 21, n. 2, p. 160-173, 1972.

LABORATÓRIO DE AGROMETEOROLOGIA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Dados climáticos observados na estação agrometeorológicas da Embrapa Caatinga**. Disponível em: www.cpatsa.embrapa.br. Acesso em: 22/10/2019.

LIMA, M. A. C; SILVA, S. M.; OLIVEIRA, V. R. Umbu - *Spondias tuberosa*. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E. O.; BRITO, E. S. **Exotic fruits reference guide**. Londres: Academic press, 2018. p. 427-433.

MOJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, v. 20, n. 4, p. 359-363, 1977.

OLIVEIRA, M. B. L.; SANTOS, A. J. B.; MANZI, A. O.; ALVALÁ, R. C. S.; CORREIA, M. F.; MOURA, M. S. B. Trocas de energia e fluxo de carbono entre a vegetação de caatinga e atmosfera no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n. 3b, p. 378-386, 2006.

OLIVEIRA, V. R.; SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; DRUMOND, M. A. Recursos genéticos. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 82-116.

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; ARAUJO, F. P. Competição de clones do umbuzeiro: cinco anos após. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 16., 2002, São Luís. **Resumos...** São Luís: SBG, 2002.

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAMPOS, C. O. Preservação da variabilidade genética e melhoramento do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n.2, p. 104-109, 1999.

SANTOS, C. A. F.; RODRIGUES, M. A.; ZUCCI, M. I. Variabilidade genética do umbuzeiro no semiárido brasileiro, por meio de marcadores AFLP. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1037-1043, 2008.

SEAGRI - Secretaria de Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura do Estado da Bahia. Festival de umbu reúne produtores do sudoeste baiano. Disponível em: www.seagri.ba.gov.br/noticias. Acesso em: 15/10/2019.

4. TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO E VIDA ÚTIL DOS FRUTOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arr.)

RESUMO: O armazenamento sob baixas temperaturas é uma das estratégias para manter a qualidade dos frutos. Apesar de estudos anteriores sugerirem temperaturas para o armazenamento do umbu, nesses trabalhos foram utilizados frutos advindos do extrativismo, os quais possuem alta variabilidade genética, podendo resultar na recomendação de uma faixa ampla de temperatura para o armazenamento dos frutos. Diante disso, objetivou-se neste estudo identificar a temperatura de armazenamento ideal para os frutos de cinco genótipos de umbuzeiro, considerados promissores para o consumo *in natura*, a fim de prolongar a sua vida útil. O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido. Os frutos foram colhidos no Banco de Germoplasma de Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido. Por ocasião da colheita, realizou-se a análise inicial dos frutos, e em seguida o armazenamento às temperaturas de 8, 10 e 12 °C. As avaliações ocorreram a cada sete dias, e foram realizadas até a firmeza dos frutos atingir 10 N. Os frutos foram analisados para as seguintes variáveis: taxa respiratória ($\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$); massa (g); diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) (cm); relação DL/DT; firmeza (N); sólidos solúveis (%); acidez titulável (%); e relação SS/AT. De acordo com os resultados, observou-se que os genótipos estudados possuem tempo de vida útil diferente. Foram observados sintomas de injúria em todos os genótipos estudados, exceto para o BGU68 armazenado a 12 °C.

Palavras-chave: Umbu; qualidade; pós-colheita.

STORAGE TEMPERATURE AND SHELF LIFE OF FRUITS OF DIFFERENT GENOTYPES UMBU (*Spondias tuberosa* Arr.)

ABSTRACT: Storage at low temperatures is one of the strategies to maintain fruit quality. Although previous studies have suggested temperatures for umbu storage, these studies were performed with wild genotypes harvested in Caatinga, which have high genetic variability, resulting in the recommendation of a wide temperature range for fruit storage. The objective of this study was to identify the ideal storage temperature for five umbu genotypes in order to prolong the shelf-life of the fruit. The experiment was carried out at Embrapa Semi-arid Postharvest Physiology Laboratory. Fruits of five genotypes from the Umbuzeiro Germplasm Bank (BGU) from Embrapa Semi-arid were used. At harvest, the fruits were initially analyzed and then stored at 8, 10 and 12 °C. Evaluations occurred every seven days and were performed until fruit firmness reached 10 N. The fruit were analyzed for the following variables: respiration rate ($\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$); mass (g); longitudinal (DL) and transverse (DT) diameter (cm); DL/DT ratio; firmness (N); soluble solids (%); titratable acidity (%); and SS/AT ratio.

According to the results, it was observed that the studied genotypes have different shelf-life. Injury symptoms were observed in all studied genotypes except for BGU68 stored at 12 ° C.

Keywords: Umbu; quality; postharvest.

INTRODUÇÃO

O armazenamento sob baixas temperaturas é uma das estratégias utilizadas para manter a qualidade dos frutos e prolongar a sua vida útil, uma vez que diversos processos metabólicos são controlados pela temperatura (BENICHOU et al., 2018).

Diversos trabalhos comprovam a manutenção da qualidade do umbu armazenado em baixas temperaturas. Campos (2007) observou que a temperatura de 12 °C preservou a qualidade de consumo por 14 dias. Resultado semelhante foi verificado por Galvão et al. (2010) em frutos armazenados a 9 °C. Silva et al. (2009) concluíram que a temperatura de 11°C manteve maior firmeza de polpa e coloração da epiderme dos frutos, quando comparados aos frutos armazenados à 25 °C.

Por outro lado, vale salientar que os frutos tropicais são sensíveis a temperaturas abaixo da ideal, podendo apresentar sintomas de injúria por frio, resultando em perdas (LIMA e SILVA, 2016). Em frutos de umbuzeiro, foi relatada injúria por frio no armazenamento sob temperaturas de 5 a 11°C, dependendo principalmente do estágio de maturação, tempo de exposição dos frutos (LIMA e SILVA, 2016) e características genéticas (MALDONADO-ASTUDILLO et al., 2014; MARTINS et al., 2003).

Apesar dos trabalhos mencionados acima sugerirem temperaturas ideais de armazenamento, todos eles foram realizados com frutos do extrativismo, sem identificação dos genótipos, o que pode resultar na recomendação de diferentes temperaturas de armazenamento, que eventualmente não seriam válidas para genótipos específicos. Ademais, não existem trabalhos realizados com o objetivo de identificar a temperatura ideal de armazenamento para os genótipos de umbu do BGU da Embrapa Semiárido.

Diante disto, objetivou-se neste estudo identificar a temperatura de armazenamento ideal para cinco genótipos de umbu do BGU da Embrapa Semiárido, a fim de prolongar a vida útil dos frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento encontra-se instalado em área Experimental da Embrapa Produtos e Mercado, Município de Petrolina-PE (9°03'16" S e 40°17'22" W), altitude de 365,5m. O clima da região é classificado como BSh, segundo a classificação climática de Köppen (ALVARES et al., 2014).

A implantação do experimento ocorreu em 1997, em um Latossolo, utilizando-se genótipos do BGU da Embrapa Semiárido: BGU30, BGU37, BGU44, BGU48, BGU52, BGU55 e BGU68. As plantas estão espaçadas entre si em 10,0 x 10,0 m (OLIVEIRA et al., 2016).

Na Figura 6 são apresentados os dados meteorológicos, no período de um ano, anterior à colheita. É possível observar a concentração das chuvas nos primeiros meses do ano, bem como o período seco e com aumento da temperatura, no início do segundo semestre, quando ocorre a floração das plantas.

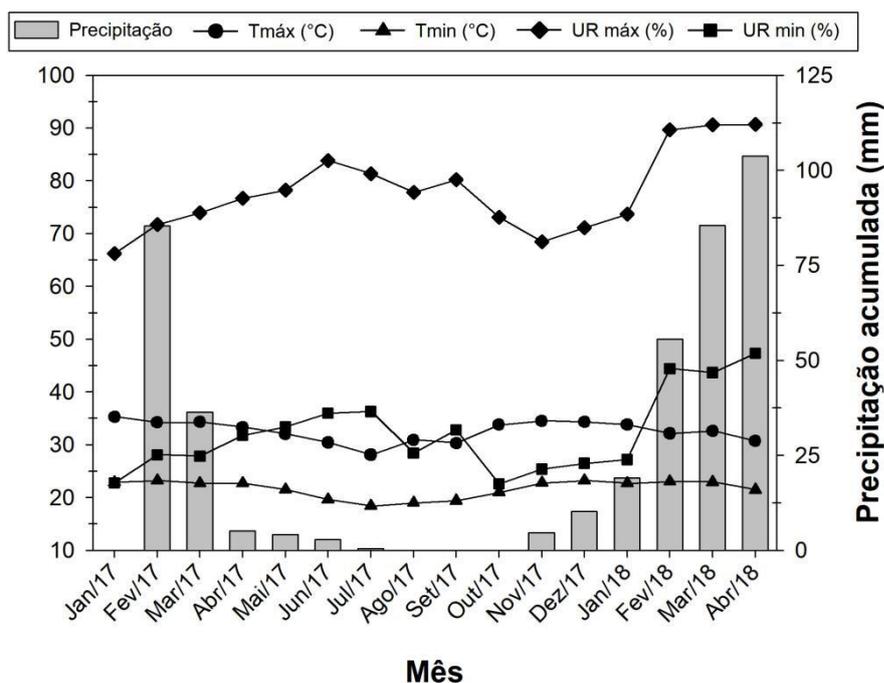


Figura 6 - Médias mensais da temperatura do ar (máxima e mínima), umidade relativa do ar (máxima e mínima) e precipitação pluviométrica no período de janeiro de 2017 a abril de 2018. Dados da Estação Agrometeorológica Automática - Embrapa Caatinga, cedidos pelo Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Semiárido.

A colheita ocorreu quando os frutos atingiram a maturidade fisiológica. Nesse estágio os frutos apresentam epiderme brilhante, coloração verde e firmeza elevada (fruto cedendo pouco ao ser pressionado). Popularmente, diz-se que o fruto está “inchado”. As colheitas aconteceram entre os meses de janeiro e abril de 2018.

Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido. Realizou-se a análise inicial dos frutos, e em seguida o armazenamento às temperaturas de 8, 10 e 12 °C. As avaliações ocorreram a cada sete dias, e foram realizadas até a firmeza dos frutos atingir 10 N (valor utilizado como limite inferior, referenciado a partir de diferentes relatos na literatura).

A taxa respiratória dos frutos foi determinada por meio da produção de CO₂, como descritos nos experimentos de Castellanos e Herrera (2015). Os frutos permaneceram em potes hermeticamente fechados por 1 hora em suas respectivas temperaturas de armazenamento, e em seguida mediu-se a concentração de CO₂ com um analisador de gases, modelo PA 7.0 (Witt, Alcochete, Portugal) (Figura 7).

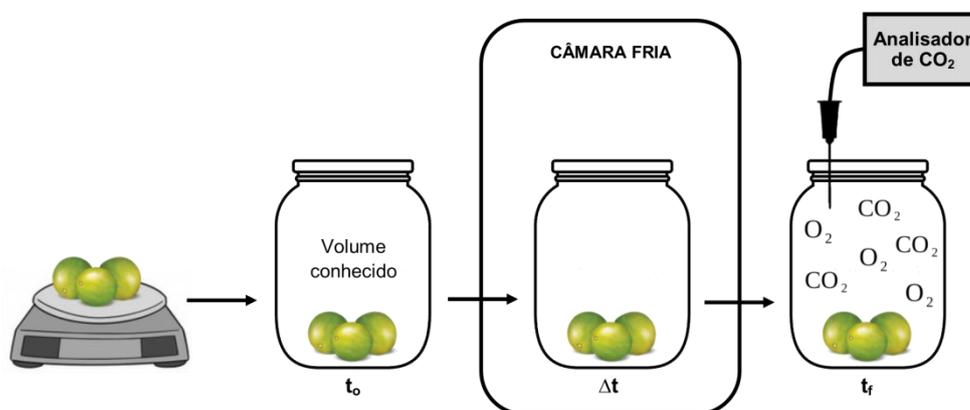


Figura 7 - Fluxograma da análise de respiração dos frutos.

A taxa respiratória foi calculada pela equação:

$$TR = \frac{CO_2 \times 880}{100} \times 0,00189 \div m \div t \times 1000$$

Em que:

TR = taxa respiratória dos frutos (mg CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹);

CO₂ = expresso em porcentagem;

880 = volume do recipiente (mL);

0,00189 = densidade do CO₂ (g mL⁻¹);

m = massa dos frutos (Kg);

t = tempo (h);

1000 = fator de conversão.

Além disso, os frutos foram analisados para as seguintes variáveis: massa (g), utilizando balança semianalítica (Marte AD500, Brasil); diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) (cm); relação DL/DT; firmeza, utilizando-se um texturômetro Ta.XT/plus (Extralab, Brasil); sólidos solúveis (SS), medido por um refratômetro digital (Pocket refractometer Pal-1 Atago, Brasil) e expresso em porcentagem; acidez titulável (AT), pelo método potenciométrico, utilizando titulador automático (848 Titrino plus Metrohm) e expresso em porcentagem de ácido cítrico; e relação SS/AT.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco frutos por repetição. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5x3, com cinco genótipos (BGU37, BGU48, BGU52, BGU55 e BGU68) e três temperaturas de armazenamento (8, 10 e 12 °C). Os frutos foram armazenados em câmaras frias, nas respectivas temperaturas, mantendo-se a umidade relativa entre 90-95%.

Os dados de firmeza dos frutos foram ajustados ao modelo de decaimento exponencial, conforme proposto por Santos Junior et al. (2005):

$$A = A_0 * \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{X}{T}}$$

Em que:

A = firmeza dos frutos depois de X dias (N);

A₀ = firmeza inicial dos frutos (N);

X = número de dias após colheita;

T = meia-vida da firmeza (tempo, em dias, no qual os frutos perdem metade da firmeza inicial);

Como critérios de ajuste ao modelo, considerou-se o coeficiente de determinação (R²>0,8) e o valor-p (<0,05). Para as outras variáveis, verificou-se a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk (p>0,05). Foi utilizada a equação \sqrt{x} , para transformação dos dados de firmeza inicial e taxa respiratória, e $\sqrt[3]{x+0,5}$ para os dados de acidez titulável. Em seguida, as médias foram submetidas à análise de variância (teste F, p<0,05) e comparadas pelo teste de Skott-Knott.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos frutos na colheita

Por ocasião da colheita, constatou-se diferença em algumas variáveis de qualidade, sobretudo na firmeza dos frutos. Para essa variável, o genótipo BGU68 apresentou valor, em média 130% superior aos demais (Tabela 3).

Tabela 3 - Avaliação dos frutos de umbuzeiro oriundos do Banco de Germoplasma de Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido, por ocasião da colheita. Variáveis: taxa respiratória (TR), firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável para o ácido cítrico (AT) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT).

Genótipos	TR (mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	Firmeza (N)	SS (%)	AT (%)	SS/AT
BGU37	104,82 B	70,83 B	9,23 B	0,77 A	12,21 B
BGU48	99,28 B	62,85 B	9,40 B	0,55 B	17,13 A
BGU52	101,59 B	96,64 B	11,05 A	0,87 A	12,67 B
BGU55	162,57 A	79,24 B	11,40 A	0,85 A	13,66 B
BGU68	144,66 A	177,39 A	9,93 B	0,94 A	10,74 B
CV (%)	10,95	18,94	6,67	13,10	11,57

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Firmeza

A firmeza dos frutos diminuiu ao longo do tempo de armazenamento, conforme era esperado, e ajustou-se ao modelo de decaimento exponencial para a maioria dos tratamentos (Figura 8). Somente os tratamentos G₅₂-T₁₀, G₅₅-T₈ e G₅₅-T₁₀ não se ajustaram ao modelo de decaimento exponencial.

Além disso, a firmeza dos frutos diminuiu de maneira diferente em função dos tratamentos, estabelecendo uma relação inversa com o período de armazenamento. Os frutos dos tratamentos G₃₇-T₁₀, G₆₈-T₈, G₆₈-T₁₀ e G₆₈-T₁₂ apresentaram meia-vida de firmeza entre 15 e 17 dias de armazenamento, e sua vida útil variou entre 35 e 40 dias. Por outro lado, nos tratamentos G₅₂-T₁₂ e G₅₅-T₁₂ a meia-vida de firmeza foi atingida aos 4 e 6 dias de armazenamento, respectivamente, e a vida útil foi de 16 dias e entre 20 e 23 dias, respectivamente (Tabela 4).

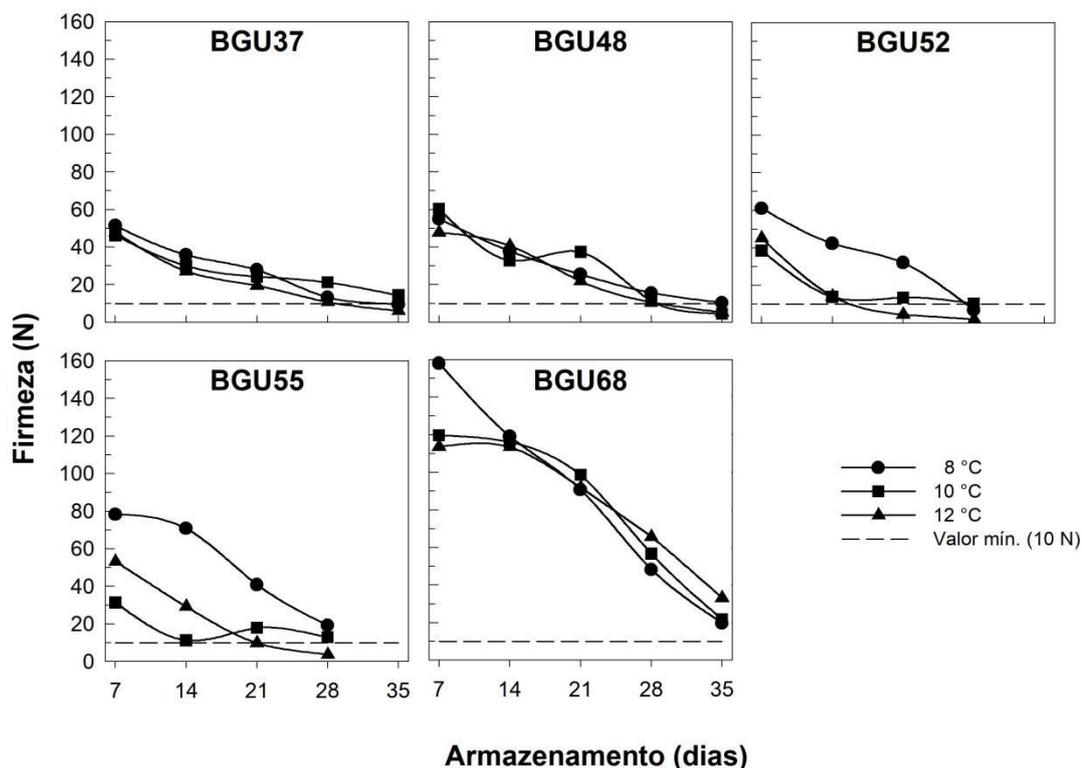


Figura 8 - Firmeza dos frutos de umbuzeiro oriundos do BGU/Embrapa Semiárido, armazenados sob diferentes temperaturas. Dados ajustados ao modelo de decaimento exponencial, conforme proposto por Santos Junior et al. (2005).

Tabela 4 - Equações de regressão para decaimento da firmeza dos frutos, ajustadas a partir do modelo proposto por Santos Junior et al. (2005). [Temp. = Temperatura de armazenamento; R^2 = coeficiente de determinação; PAE = período de armazenamento estimado]

Genótipo	Temp. (°C)	Equação de ajuste*	R^2	Erro padrão	Valor-p	PAE** (dias)
BGU37	8	$77,2338*(1/2)^{(x/12,4198)}$	0,9768	2,9959	0,0015	32-35
	10	$59,1254*(1/2)^{(x/16,9199)}$	0,9646	2,6153	0,0029	35
	12	$77,8307*(1/2)^{(x/9,76776)}$	0,9938	1,5020	0,0002	27-28
BGU48	8	$83,3842*(1/2)^{(x/11,9753)}$	0,9980	0,9238	<0,0001	35
	10	$93,9850*(1/2)^{(x/10,8109)}$	0,8744	9,1110	0,0197	25-35
	12	$79,3864*(1/2)^{(x/11,1206)}$	0,9315	5,5995	0,0078	26-33
BGU52	8	$99,2195*(1/2)^{(x/10,6660)}$	0,9093	8,3135	0,0464	25-35
	10	-	-	-	-	-
	12	$142,2362*(1/2)^{(x/4,2203)}$	0,9997	0,3866	0,0001	16
BGU55	8	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-
	12	$114,6209*(1/2)^{(x/6,4782)}$	0,9849	3,3591	0,0076	20-23
BGU68	8	$250,4989*(1/2)^{(x/11,8829)}$	0,9520	14,5508	0,0009	40
	10	$187,1230*(1/2)^{(x/15,4919)}$	0,8331	22,3204	0,0111	40
	12	$171,8144*(1/2)^{(x/17,3567)}$	0,8297	20,3255	0,0116	40

*Traços indicam que os dados não se ajustaram ao modelo.

**Estimado com base no modelo de regressão ajustado aos dados. Limites superior e inferior estabelecidos com base no erro padrão (quando acima do intervalo da regressão, considerou-se limite superior o valor máximo de x observado).

A perda de firmeza dos frutos pode ocorrer devido a diferentes fatores, tais como influência genética (ANDRADE JÚNIOR et al., 2005), atividade enzimática, alterações químicas nos compostos da parede celular e solubilização de polissacarídeos (MALDONADO-ASTUDILLO et al., 2014), perda da capacidade de retenção de solutos e consequente redução da pressão de turgescência celular (CALBO e CARMELO, 2017).

Aspecto visual dos frutos

Foram identificados sintomas de injúria por frio e podridão, em todos os tratamentos, exceto no BGU68 armazenado a 12 °C. Para os demais genótipos, foram observados sintomas de injúria e de podridão, provavelmente ocasionada por fungos do campo (Figura 9). A fim de evitar as injúrias observadas, trabalhos futuros podem ser desenvolvidos, com o objetivo de identificar métodos de desinfestação dos frutos, bem como o seu revestimento e/ou embalagem.

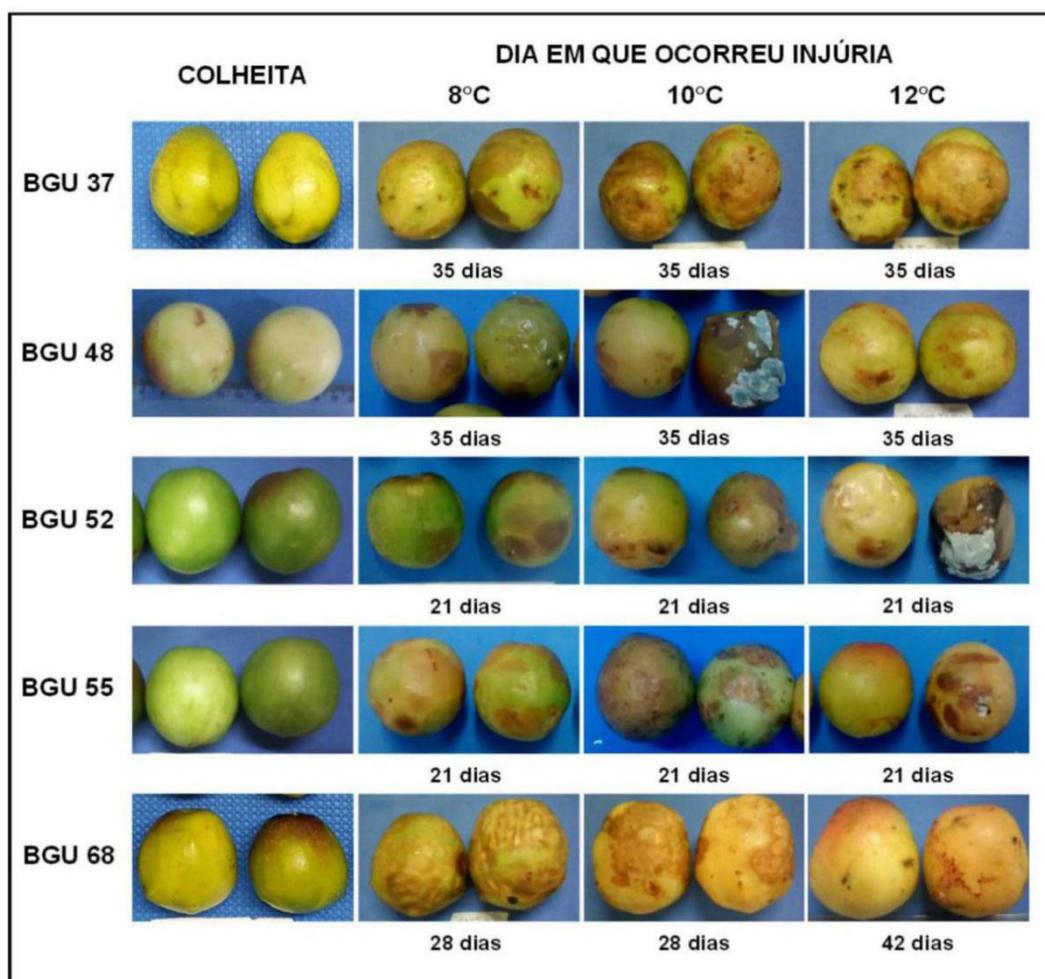


Figura 9 - Injúria por frio, podridão e danos observados em frutos de umbuzeiro armazenados a 8, 10 e 12 °C. Fotos selecionadas quando podridão e/ou injúria atingiram nível crítico para o consumo.

Taxa respiratória

Os genótipos BGU37, BGU48 e BGU68 apresentaram, em geral, os menores valores para taxa respiratória, independente do dia de avaliação e da temperatura de armazenamento (Tabela 5). Por outro lado, o genótipo BGU55 apresentou sempre as maiores médias, independente do dia e da temperatura.

Tabela 5 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Temperatura (Temp.) para a taxa respiratória dos frutos de umbu ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) ao longo do armazenamento.

Temp. (°C)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
7 dias						
8	24,36 cA	47,21 aA	47,94 aB	36,19 bB	22,36 cB	35,61
10	32,98 bA	50,30 aA	50,86 aB	51,28 aA	52,98 aA	47,68
12	32,45 dA	43,12 cA	63,56 aA	52,02 bA	25,05 dB	43,24
Média	29,93	46,88	54,12	46,50	33,46	
CV (%)	16,35					
14 dias						
8	58,04 bB	45,24 cB	46,10 cB	76,68 aB	40,82 cA	53,38
10	83,59 aA	71,26 bA	54,97 cB	92,73 aA	55,14 cA	71,54
12	26,38 dC	42,46 cB	75,57 bA	97,63 aA	40,08 cA	58,02
Média	56,00	52,99	58,88	89,02	48,01	
CV (%)	13,61					
21 dias						
8	58,66 bA	55,10 bA	46,97 bB	78,06 aA	43,07 bA	56,37
10	81,84 aA	70,26 bA	55,27 bB	91,35 aA	58,16 bA	71,38
12	67,85 cA	67,23 cA	131,09 aA	102,30 bA	50,71 cA	83,84
Média	69,45	64,20	77,78	90,57	50,65	
CV (%)	23,20					
28 dias						
8	63,39 cB	53,35 cA	137,95 aA	107,85 bB	53,07 cB	83,13
10	88,27 aA	40,58 bB	49,49 bC	105,48 aB	87,46 aA	74,26
12	80,05 bA	62,33 bA	101,00 bB	149,97 aA	78,95 bA	94,46
Média	77,24	52,08	96,15	121,10	73,16	
CV (%)	21,62					
35 dias						
8	88,98	40,63	**	**	51,13	60,25 B
10	109,10	49,80	**	**	77,40	78,76 A
12	104,38	61,56	**	**	79,39	81,78 A
Média	100,82 a	50,66 b	**	**	69,31 b	
CV (%)	21,62					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas (em cada dia), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

** Período de armazenamento limitado por incidência de podridão, injúrias por frio ou firmeza do fruto menor que 10 N.

Na maioria dos tratamentos, a temperatura de armazenamentos dos frutos influenciou a taxa respiratória. Predominantemente, as temperaturas de 8 e 10 °C reduziram a taxa respiratória dos frutos, mantendo-a abaixo de 100 mg CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹. Comparando-se com dados da literatura, para frutos armazenados em temperatura ambiente, verifica-se que valores acima de 100 mg CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ foram relatados para frutos de umbu (LIMA et al., 2018) e cajá (SAMPAIO et al., 2007) aos 3 e 7 dias de armazenamento, respectivamente.

Ao observar a variação da taxa respiratória ao longo do tempo (Figura 10), foi possível determinar o pico respiratório em cada tratamento. Dos 15 tratamentos, 7 apresentaram o pico respiratório aos 14 dias de armazenamento. Para os demais, o pico respiratório foi observado aos 21 ou 28 dias de armazenamento.

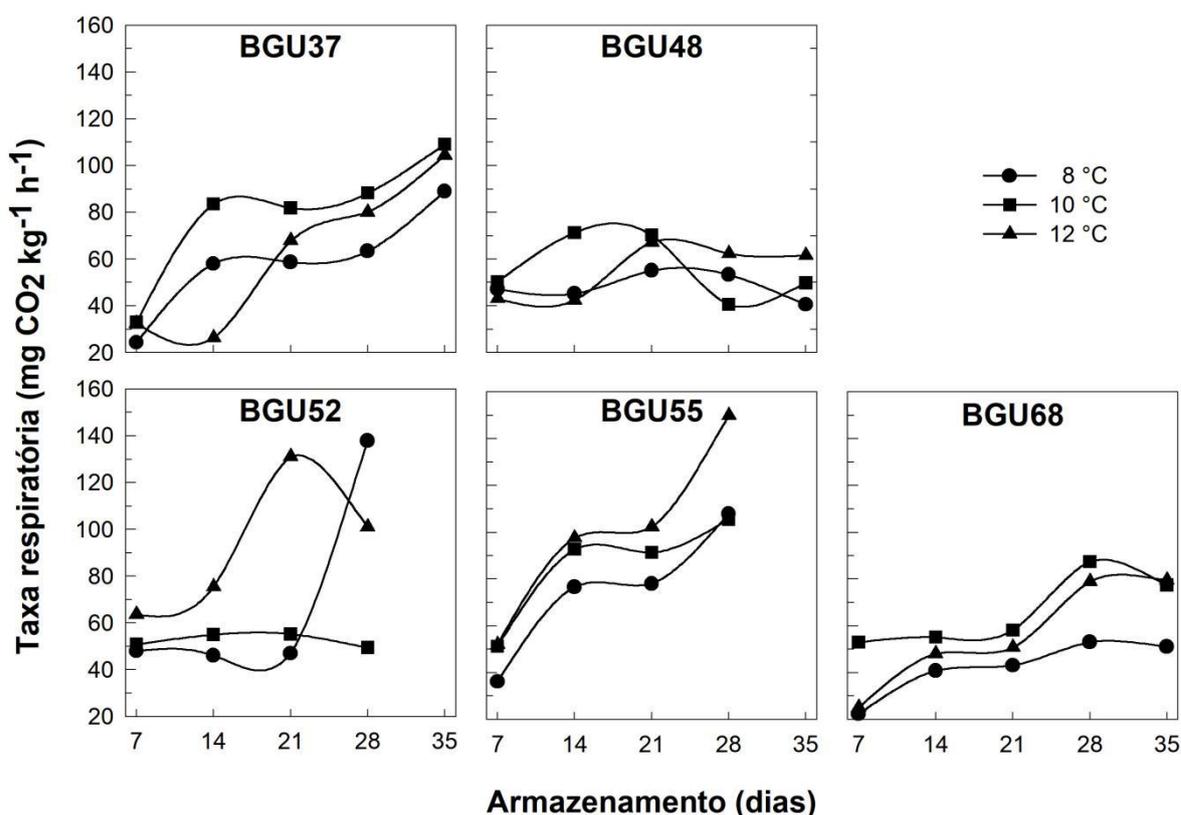


Figura 10 - Taxa respiratória de frutos de umbu oriundos do BGU da Emprapa semiárido, armazenados sob diferentes temperaturas.

Os resultados confirmam o que fora relatado por Batista et al. (2015), que descrevem o umbu como um fruto com padrão respiratório climatérico. Contudo, a taxa respiratória observada neste estudo, bem como o dia em que ocorreram os picos respiratórios, divergem dos resultados de Lopes (2007), cujo pico respiratório

fora atingido entre 12 e 24 h após a colheita, em estudos com umbu-laranja armazenado a 24 °C.

Características físico-químicas

Com relação à variável sólidos solúveis, houve interação significativa entre os fatores apenas aos 14 dias de armazenamento (Tabela 6). Na ocasião, o genótipo BGU52 apresentou as maiores médias, independente da temperatura de armazenamento. Da mesma forma, aos 7, 21 e 28 dias de armazenamento, observou-se as maiores médias em frutos do genótipo BGU52.

Lima e Silva (2016) relataram que, em virtude da variabilidade genética, o teor de sólidos solúveis de frutos de umbuzeiro pode variar entre 7,5 e 14,8%. No presente experimento, a maioria das observações aproxima-se do limite superior relatado, indicando que os genótipos possuem potencial para consumo *in natura*.

Tabela 6 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Temperatura (Temp.) para sólidos solúveis (%) de frutos de umbu ao longo do armazenamento.

Temp. (°C)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
7 dias						
8	9,93	11,18	12,83	11,68	11,18	11,32 A
10	9,93	11,23	12,83	12,33	11,23	11,51 A
12	10,68	11,65	12,68	11,70	11,65	11,67 A
Média	10,18 d	11,35 c	12,78 a	11,83 b	11,35 c	
CV (%)	4,22					
14 dias						
8	10,53 cA	11,85 bA	12,63 aB	11,53 bB	10,63 cA	11,43
10	11,30 cA	12,18 bA	13,13 aB	13,20 aA	10,53 cA	12,07
12	11,00 cA	10,88 cB	14,25 aA	12,85 bA	10,13 dA	11,82
Média	10,94	11,63	12,53	13,33	10,43	
CV (%)	4,59					
21 dias						
8	10,95	11,95	11,93	11,71	10,93	11,69 B
10	11,50	11,49	13,26	12,51	10,30	11,81 B
12	11,15	12,10	13,88	13,36	10,90	12,08 A
Média	11,20 c	11,85 b	13,35 a	12,20 b	10,71 d	
CV (%)	4,17					
28 dias						
8	10,58	12,53	13,23	11,90	10,63	11,77 A
10	10,78	12,65	13,40	11,83	11,15	11,96 A
12	10,63	12,10	13,50	10,88	11,15	11,85 A
Média	10,66 d	12,43 b	13,38 a	11,87 c	10,98 d	
CV (%)	5,55					

Continua...

Tabela 6 - Continuação.

Temp. (°C)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
35 dias						
8	12,13	11,65	**	**	11,58	11,78 A
10	11,20	11,30	**	**	10,95	11,15 A
12	11,25	11,33	**	**	11,93	11,50 A
Média	11,53 a	11,43 a	**	**	11,48 a	
CV (%)	6,87					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (em cada dia), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

** Período de armazenamento limitado por incidência de podridão, injúrias por frio ou firmeza do fruto menor que 10 N.

Aos 7 e 14 dias de armazenamento, a variável acidez titulável não apresentou interação significativa entre os fatores (Tabela 7). Nas referidas datas de avaliação, observou-se as maiores médias em frutos do genótipo BGU55. Nas outras datas de avaliação, os valores permaneceram elevados para o genótipo BGU55, independente da temperatura de armazenamento.

Tabela 7 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Temperatura (Temp.) para acidez titulável (% de ácido cítrico) ao longo do armazenamento.

Temp. (°C)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
7 dias						
8	0,77	0,80	0,88	1,09	0,80	0,87 A
10	0,94	0,77	0,89	1,11	0,77	0,90 A
12	0,83	0,66	0,87	1,04	0,66	0,81 B
Média	0,85 b	0,74 c	0,88 b	1,08 a	0,74 c	
CV (%)	9,02					
14 dias						
8	0,75	0,78	0,91	1,30	1,02	0,95 B
10	0,94	0,86	0,92	1,39	1,14	1,05 A
12	0,86	0,81	1,13	1,35	1,24	1,08 A
Média	0,85 d	0,81 d	0,99 c	1,34 a	1,13 b	
CV (%)	11,71					
21 dias						
8	0,94 cB	0,95 cA	1,10 bA	1,29 aA	1,31 aA	1,11
10	1,17 bA	0,96 cA	1,05 cA	1,36 aA	1,34 aA	1,17
12	1,03 bB	1,00 bA	1,14 bA	1,35 aA	1,11 bB	1,12
Média	1,05	0,97	1,09	1,33	1,25	
CV (%)	9,09					

Continua...

Tabela 7 - Continuação.

Temp. (°C)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
28 dias						
8	1,01 bB	0,89 bA	1,27 aA	1,28 aA	1,42 aB	1,17
10	1,22 bA	1,07 cA	1,17 cA	1,32 bA	1,65 aA	1,29
12	1,13 cA	0,95 dA	1,14 bA	1,35 aA	1,37 aB	1,19
Média	1,12	0,97	1,19	1,31	1,48	
CV (%)	8,34					
35 dias						
8	2,32 aA	1,04 cB	**	**	1,50 bA	1,62
10	2,10 aB	1,85 aA	**	**	1,44 bA	1,80
12	1,61 aB	1,17 bB	**	**	0,93 bB	1,24
Média	1,92	1,43	**	**	1,29	
CV (%)	13,35					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (em cada dia), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

** Período de armazenamento limitado por incidência de podridão, injúrias por frio ou firmeza do fruto menor que 10 N.

Em geral, o genótipo BGU48 apresentou os menores valores de acidez titulável, característica desejável em frutos para o consumo *in natura*. Constatou-se valores menores do que os relatados por Dutra et al. (2017), entre 1,84 e 2,91%, em frutos de umbuzeiro oriundos de genótipos não identificados.

Ao longo do armazenamento, houve aumento na acidez titulável, o que não é comum em frutos do gênero *Spondias*. Maldonado-Astudillo et al. (2014) relataram diversos trabalhos em que houve diminuição da acidez de *S. purpurea* e *S. mombim* ao longo do armazenamento. Em contrapartida, Montalvo-González et al. (2011) citaram aumento na acidez de *S. purpurea*, devido à síntese de ácidos orgânicos, em condições de elevada concentração de O₂ e em casos de anaerobiose ou fermentação.

Quanto à relação SS/AT, houve interação significativa entre os fatores estudados, exceto aos 14 e 21 dias de armazenamento (Tabela 8). Nesses dias de avaliação, observou-se os maiores valores nos frutos dos genótipos BGU48, BGU52 e BGU37. Com relação aos outros dias de avaliação, não foi possível estabelecer um padrão de variação. Observou-se também uma redução da relação SS/AT ao longo do armazenamento, fato que pode ser atribuído ao aumento da acidez titulável no mesmo período.

Tabela 8 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Temperatura (Temp.) para relação sólidos solúveis/acidez titulável de frutos de umbu ao longo do armazenamento.

Temp. (°C)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
7 dias						
8	13,06 aA	14,08 aB	14,86 aA	10,76 bA	14,08 aB	13,37
10	10,65 bB	14,72 aB	14,42 aA	11,09 bA	14,72 aB	13,12
12	12,90 bA	17,70 aA	14,54 bA	11,25 cA	17,70 aA	14,82
Média	12,20	15,50	14,60	11,04	15,50	
CV (%)	8,69					
14 dias						
8	14,08	15,37	14,47	8,96	10,64	12,70 A
10	12,14	14,23	14,42	9,52	9,37	11,93 A
12	13,08	13,77	12,69	9,54	8,22	11,46 A
Média	13,10 a	14,45 a	13,86 a	9,41 b	9,34 b	
CV (%)	13,91					
21 dias						
8	11,69	12,62	11,93	9,11	8,61	10,79 A
10	9,85	12,13	12,74	9,29	7,79	10,36 A
12	10,84	12,17	12,25	9,20	9,89	10,87 A
Média	10,79 b	12,31 a	12,31 a	9,20 c	8,76 c	
CV (%)	9,07					
28 dias						
8	10,49 bA	14,11 aA	10,41 bB	9,30 cA	7,58 dA	10,38
10	8,85 bB	11,88 aB	11,44 aA	9,06 bA	6,79 cA	9,60
12	9,44 bB	12,75 aB	11,95 aA	8,88 bA	8,15 bA	10,23
Média	9,59	12,91	11,27	9,08	7,50	
CV (%)	7,54					
35 dias						
8	5,24 cA	11,24 aA	**	**	8,14 bB	6,20
10	6,09 bA	5,47 bB	**	**	7,59 aB	6,39
12	7,00 cA	9,78 cA	**	**	12,89 aA	9,89
Média	6,11	8,83	**	**	9,54	
CV (%)	12,52					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (em cada dia), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

** Período de armazenamento limitado por incidência de podridão, injúrias por frio ou firmeza do fruto menor que 10 N.

Uma relação SS/AT elevada é desejável em frutos para o consumo *in natura*, pois nessa situação os frutos apresentarão maior sólidos solúveis e menor acidez, evidenciando o sabor doce. Lima e Silva (2016) relataram que a relação SS/AT do umbu pode variar entre 9,8 e 26,6.

CONCLUSÃO

As temperaturas de armazenamento influenciaram a vida útil dos frutos, e mantiveram as características físico-químicas dentro dos padrões referenciados na literatura.

Os genótipos estudados possuem tempo de vida útil diferente. BGU37, BGU48 e BGU 52 entre 25 e 35 dias; BGU55, de 20 a 23 dias; genótipo BGU68, 40 dias.

Foram observados sintomas de injúria em todos os genótipos estudados, exceto para o BGU68 armazenado a 12 °C.

Ao longo do armazenamento, observou-se aumento na acidez titulável dos frutos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR. V. C.; MALUF. W. R.; FARIA. M. V.; BENITES. F. R. G.; SANTOS JÚNIOR. A. M. Produção e qualidade de frutos de tomateiros portadores de alelos mutantes de amadurecimento e coloração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 555-561, 2005.
- BATISTA, F. R. C.; SILVA, S. M.; SANTANA, M. F. S.; CAVALCANTE, A. R. **O umbuzeiro e o semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2015. 72p.
- BENICHO, M.; AYOUB, J.; SAGAR, M.; ALAHYYANE, A.; ELATERI, I.; AITOUBAHO, A. Postharvest technologies for shelf life enhancement of temperate fruits. In: MIR, S. A.; SHAH, M. A.; MIR, M. M. (Eds.). **Postharvest biology and technology of temperate fruits**. Cham: Springer, 2018. p. 77-100.
- CALBO, A. G.; CARMELO, L. G. P. Fisiologia pós-colheita – métodos macroscópicos e instrumentos. In: FERREIRA, M. D. (Ed.). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 16-123.
- CAMPOS, C.O. **Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda):** Características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita. 2007. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrônômicas). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu. Botucatu, SP, 2007.
- CASTELLANOS, D. A.; HERRERA, A. O. Mathematical models for the representation of some physiological and quality changes during fruit storage. **Journal of Post-Harvest Technology**, v. 3, p. 18–35, 2015.
- DUTRA, F. V.; CARDOSO, A. D.; MORAIS, O. M.; VIANA, A. E. S.; MELO, T. L.; CARDOSO JÚNIOR, N. S. Características físicas e químicas de acessos de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arr. Cam). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 814-822, 2017.

GALVÃO, M.S., NARAIN, N., CARNELOSSI, M.A.G. Evaluación de la calidad postcosecha de las características físico-químicas y químicas en el fruto de umbu a diferentes condiciones de almacenamiento. **Journal of Food**, v. 8, p.103-108, 2010.

LABORATÓRIO DE AGROMETEOROLOGIA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Dados climáticos observados na estação agrometeorológicas da Embrapa Caatinga**. Disponível em: www.cpatsa.embrapa.br. Acesso em: 22/10/2019

LIMA, M. A. C; SILVA, S. M.; OLIVEIRA, V. R. Umbu - *Spondias tuberosa*. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E. O.; BRITO, E. S. **Exotic fruits reference guide**. Londres: Academic press, 2018. p. 427-433.

LIMA, M. A. C; SILVA, S. M. Qualidade e conservação pós-colheita. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 177-215.

LOPES, M.F. **Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita do aceso umbu-laranja** (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara). João Pessoa. CT/UFPB, 2007. 123p. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos).

MALDONADO-ASTUDILLO, Y. I.; ALIA-TEJACAL, I.; NÚÑEZ-COLÍN, C. A.; JIMÉNEZ-HERNÁNDEZ, J.; PELAYO-ZALDÍVAR, C.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.; ANDRADE-RODRIGUEZ, M.; BAUTISTA-BANOS, S.; VALLE-GUADARRAMA, S. Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. **Scientia Horticulturae**, v. 174, p. 193-206, 2014.

MARTINS, L. P.; SILVA, S. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Fisiologia do dano pelo frio em ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Revista brasileira de fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 23-26, 2003.

MONTALVO-GONZÁLEZ, E.; GARCÍA, H. S.; MATA-MONTES DE OCA, M.; TOVAR-GÓMEZ, B. Efecto de la luz en ciruela mexicana manejada en diferentes condiciones de almacenamiento. **CyTA – Journal of Food**, v.9, n. 1, p. 65–70, 2011.

OLIVEIRA, V. R.; SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; DRUMOND, M. A. Recursos genéticos. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 82-116.

SAMPAIO, S. A.; BORA, P. S.; HOLSCHUH, H. J.; SILVA, S. M. Postharvest respiratory activity and changes in some chemical constituents during maturation of yellow mombin (*Spondias mombin*) fruit. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 511-515, 2007.

SANTOS JUNIOR, A. M.; MALUF, W. R.; FARIA, M. V.; ANDRADE JUNIOR, V. C.; NASCIMENTO, I. R.; BENITES, F. R. G.; GOMES, L. A. A. Produção, qualidade e

conservação de tomates heterozigotos nos locos alcobaça, nonripening e ripening inhibitor. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.40, n.12, p.1203-1210, 2005.

SILVA, R. P.; LIMA, M. A. C.; SANTOS, A. C. N.; COSTA, A. C. S.; LIMA, C. B. S. **Conservação pós-colheita de umbu sob diferentes temperaturas de armazenamento**. In: Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, 4., 2009. Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009.

5. PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arr.) ARMAZENADOS EM DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGEM

RESUMO: Os frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) apresentam potencial de inserção tanto no mercado interno quanto no mercado externo. Contudo, devido à sua alta perecibilidade, são necessários estudos visando preservar a sua qualidade pós-colheita. Trabalhos com uso de embalagens tem se mostrado promissores para tal finalidade. Diante disso, objetivou-se nesse trabalho, avaliar a qualidade dos frutos de cinco genótipos de umbuzeiro, armazenados em diferentes tipos de embalagens. O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. Foram utilizados frutos de cinco genótipos de umbuzeiro oriundos do Banco de Germoplasma de Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido. Por ocasião da colheita, realizou-se a análise inicial dos frutos, e em seguida o armazenamento sem embalagens e com embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), 20 e 40 μm de espessura. Após serem embalados, os frutos foram armazenados à temperatura de 12 °C. As avaliações ocorreram a cada quinze dias, e foram realizadas até a firmeza dos frutos atingir 10 N. Os frutos foram analisados para as seguintes variáveis: taxa respiratória ($\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$); massa (g); diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) (cm); relação DL/DT; firmeza (N); sólidos solúveis (%); acidez titulável (%); e relação SS/AT. De acordo com os resultados, o uso de embalagens de PEBD mantém a firmeza dos frutos, assim como os valores de SS e SS/AT.

Palavras-chave: Umbu; atmosfera modificada; armazenamento.

POSTHARVEST OF UMBUZEIRO FRUITS (*Spondias tuberosa* Arr.) STORED IN DIFFERENT PACKAGES

ABSTRACT: The fruit of umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) have potential for commercialization in both domestic and foreign markets. However, due to fruit high perishability, studies are needed to preserve their postharvest quality. Studies with packaging have been promising for this purpose. Therefore, the objective of this study was to evaluate the fruit quality of five umbuzeiro genotypes, stored in different types of packaging. The experiment was conducted at the Post Harvest Physiology Laboratory at Embrapa Semi-arid, Petrolina, PE. Fruit of five umbuzeiro genotypes from the Umbuzeiro Germplasm Bank (BGU) were studied. At harvest, the initial analysis of the fruit was performed, followed by storage without packaging and with low density polyethylene (LDPE) packages, 20 and 40 μm thickness. After being packed, the fruit were stored at 12 °C. Evaluations took place every 15 days and were performed until fruit firmness reached 10 N. The fruit were analyzed for the following variables: respiration rate ($\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$); mass (g); longitudinal (DL) and transverse (DT) diameter (cm); DL/DT ratio; firmness (N); soluble solids (%); titratable

acidity (%); and SS/AT ratio. According to the results, the use of LDPE packages maintains fruit firmness, as well SS and SS/AT values.

Keywords: Umbu; modified atmosphere; storage.

INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.), comercializado de forma regional, apresenta potencial de inserção no mercado externo. Contudo, devido à sua perecibilidade, há perda considerável durante a colheita, e o transporte para outras regiões do país se torna inviável (SANTOS et al., 2016).

Dessa maneira, o uso de embalagens apresenta uma série de vantagens, tais como proteção contra danos, desidratação e patógenos, além de funcionar como uma barreira à difusão dos gases. Com a modificação da atmosfera de armazenamento dos frutos, induz-se o acúmulo de CO₂ e há redução dos níveis de O₂. Conseqüentemente, há redução do metabolismo e aumento da vida útil dos frutos (HOJO et al., 2011; AZEREDO et al., 2012; MUSTAFA et al., 2014).

São poucos os estudos utilizando atmosfera modificada (AM) em umbu, embora tenham se mostrado promissores. Moura et al. (2013) observaram que o uso de filme de PVC diminuiu a perda de massa dos frutos, independente do estádios de maturação. Lima e Silva (2016) relataram uso de bandejas de poliestireno expandido e filme PVC, que diminuiu a perda de água dos frutos. Lopes (2007) observou que o uso de filmes de PVC manteve a qualidade dos frutos por 15 dias.

Pouco se conhece a respeito do armazenamento de umbu sob AM. E os relatos presentes na literatura referem-se a genótipos de umbu não identificados. Portanto, são necessários estudos para definir as embalagens adequadas para cada genótipo, a fim de preservar a vida útil dos frutos. Diante disso, objetivou-se nesse trabalho, avaliar a qualidade dos frutos de cinco genótipos de umbuzeiro, armazenados em diferentes tipos de embalagens.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento encontra-se instalado em área Experimental da Embrapa Produtos e Mercado, Município de Petrolina-PE (9°03'16" S e 40°17'22" W), altitude de 365,5m. O clima da região é classificado como BSh, segundo a classificação climática de Köppen (ALVARES et al., 2014).

A implantação do experimento ocorreu em 1997, em um Latossolo, utilizando-se genótipos do BGU da Embrapa Semiárido: BGU30, BGU37, BGU44, BGU48, BGU52, BGU55 e BGU68. As plantas estão espaçadas entre si em 10,0 x 10,0 m (OLIVEIRA et al., 2016).

Na Figura 11 são apresentados os dados meteorológicos, no período de um ano, anterior à colheita. É possível observar a concentração das chuvas nos primeiros meses do ano, bem como o período seco e com aumento da temperatura, no início do segundo semestre, quando ocorre a floração das plantas.

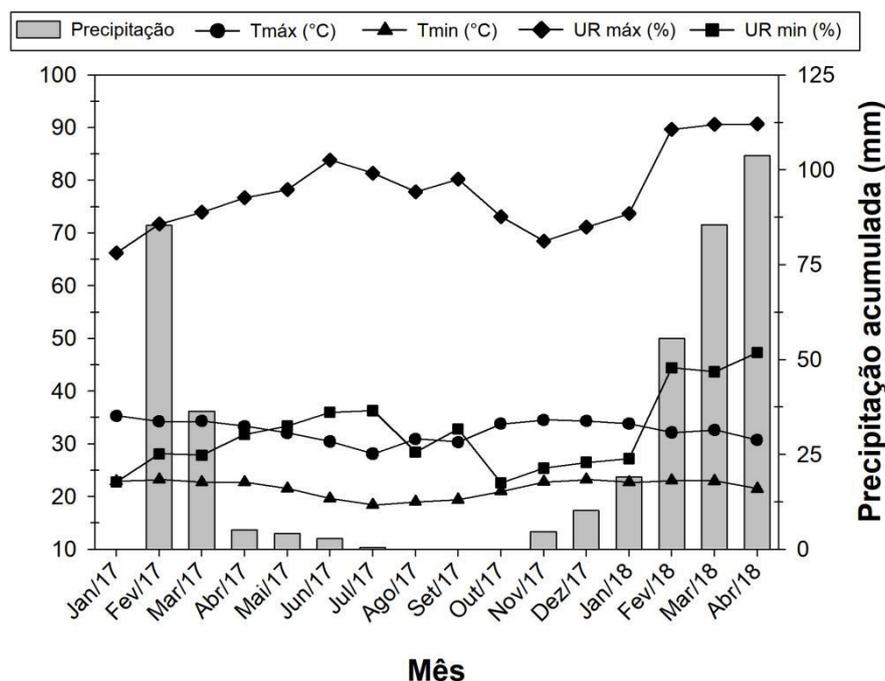


Figura 11 - Médias mensais da temperatura do ar (máxima e mínima), umidade relativa do ar (máxima e mínima) e precipitação pluviométrica no período de janeiro de 2017 a abril de 2018. Dados da Estação Agrometeorológica Automática - Embrapa Caatinga, cedidos pelo Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Semiárido.

A colheita ocorreu quando os frutos atingiram a maturidade fisiológica. Nesse estágio os frutos apresentam epiderme brilhante, coloração verde e firmeza elevada (fruto cedendo pouco ao ser pressionado). Popularmente, diz-se que o fruto está “inchado”. As colheitas aconteceram entre os meses de janeiro e abril de 2018.

Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido. Realizou-se a análise inicial dos frutos, e em seguida o armazenamento sem embalagens e com embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), 20 e 40 μm de espessura. Após serem embalados, os frutos foram armazenados em câmara fria à temperatura de 12 °C e umidade relativa entre 90-95%. As avaliações ocorreram a cada quinze dias, e foram realizadas até a

firmeza dos frutos atingirem 10 N, pois esta firmeza de polpa foi considerada como indicativa do final da vida útil dos frutos.

Determinou-se a taxa respiratória dos frutos por meio da produção de CO₂, como descritos nos experimentos de Castellanos e Herrera (2015). A princípio, foi determinada a concentração de CO₂ e O₂ dentro das embalagens. Em seguida, os frutos foram removidos das embalagens, adicionados em potes hermeticamente fechados, e mantidos por 1 hora em suas respectivas temperaturas de armazenamento. Decorrido o período de uma hora, mediu-se a concentração de CO₂ com um analisador de gases, modelo PA 7.0 (Witt, Alcochete, Portugal). A taxa respiratória foi calculada pela equação:

$$TR = \frac{CO_2 \times 880}{100} \times 0,00189 \div m \div t \times 1000$$

Em que:

TR = taxa respiratória dos frutos (mg CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹);

CO₂ = expresso em porcentagem;

880 = volume do recipiente (mL);

0,00189 = densidade do CO₂ (g mL⁻¹);

m = massa dos frutos (Kg);

t = tempo (h);

1000 = fator de conversão.

Além disso, os frutos foram analisados para as seguintes variáveis: massa (g), utilizando balança semianalítica (Marte AD500, Brasil); diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) (cm); relação DL/DT; firmeza, utilizando-se um texturômetro Ta.XT/plus (Extralab, Brasil); sólidos solúveis (SS), medido por um refratômetro digital (Pocket refractometer Pal-1 Atago, Brasil) e expresso em porcentagem; acidez titulável (AT), pelo método potenciométrico, utilizando titulador automático (848 Titrino plus Metrohm) e expresso em porcentagem de ácido cítrico; e relação SS/AT.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco frutos por repetição. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5x3, com cinco genótipos (BGU37, BGU48, BGU52, BGU55 e BGU68) e três tipos de embalagem: sem embalagem (0 µm) e polietileno de baixa densidade (PEBD) nas espessuras de 20 e 40 µm.

Para todas as variáveis, verificou-se a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$). Utilizou-se transformação dos dados \sqrt{X} para as variáveis firmeza e taxa respiratória. Em seguida, as médias foram submetidas à análise de variância (Teste F, $p < 0,05$) e comparadas pelo Teste de Skott-Knott.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos frutos na colheita

Por ocasião da colheita, observou-se que os genótipos BGU68 e BGU52, apresentaram menor taxa respiratória em comparação com os demais (Tabela 9). Associado a isso, a firmeza do BGU68 apresentou maior valor, razões que davam indícios, desde então, da maior vida útil desse genótipo. A firmeza do BGU52, assim como BGU37 e BGU55 foram os menores valores observados, característica que pode contribuir para uma menor vida útil dos frutos.

Tabela 9 - Avaliação dos frutos de umbuzeiro oriundos do Banco de Germoplasma de Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido, por ocasião da colheita. Variáveis: taxa respiratória (TR), firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável para o ácido cítrico (AT) e relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT).

Genótipos	TR (mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	Firmeza (N)	SS (%)	AT (%)	SS/AT
BGU37	141,85 a	78,32 c	10,75 b	0,81 b	13,58 a
BGU48	159,84 a	117,75 b	10,50 b	0,83 b	12,74 a
BGU52	129,25 b	82,76 c	11,90 a	1,21 a	10,15 b
BGU55	150,44 a	83,99 c	11,47 a	1,37 a	8,40 b
BGU68	113,61 b	185,53 a	8,80 c	0,95 b	9,30 b
CV (%)	8,97	17,88	4,98	13,61	10,83

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Quanto aos SS, embora as maiores médias tenham sido observadas para o BGU52 e BGU55, a acidez dos frutos também apresentou-se elevada, e conseqüentemente a relação SS/AT foi menor. Nos genótipos BGU37 e BGU48, por sua vez, foram observados maiores valores da relação SS/AT, em virtude do menor valor de acidez.

Firmeza

Aos 15 dias de armazenamento, observou-se influência das embalagens somente para o BGU68 (Tabela 10). Os frutos embalados, independente do tratamento, tiveram redução da firmeza em aproximadamente 9%, enquanto os do tratamento controle (0 μm), perderam 48,85% da firmeza inicial. Para os demais tratamentos, não houve efeito das embalagens na referida avaliação. Quanto aos genótipos, o BGU68 manteve os maiores valores de firmeza, comparado aos demais, independentemente do tipo de embalagem utilizado.

Tabela 10 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Embalagem (Emb.) para a firmeza dos frutos de umbu (N) ao longo do armazenamento.

Emb. (μm)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
15 dias						
0	43,59 bA	41,26 bA	20,57 cA	17,52 cA	94,89 aB	43,56
20	66,88 bA	56,96 bA	17,73 cA	17,02 cA	169,02 aA	63,08
40	49,80 bA	48,80 bA	29,39 cA	23,55 cA	163,84 aA	65,52
Média	53,42	49,00	22,56	19,36	142,58	
CV (%)	30,60					
30 dias						
0	12,72 b	15,12 bA	**	**	40,52 aB	22,79
20	**	23,84 bA	**	**	61,16 aB	42,50
40	**	**	**	**	110,88 aA	110,88
Média	12,72	19,48	**	**	70,85	
CV (%)	39,74					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (em cada dia), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

** Período de armazenamento limitado por incidência de podridão, injúrias por frio ou firmeza do fruto menor que 10 N.

Resultados semelhantes foram observados por Vasconcelos et al. (2017), em trabalho com cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), quando o uso de embalagens de PEBD manteve a firmeza inicial dos frutos por 18 dias. A manutenção da firmeza, possivelmente deu-se em função do aumento da concentração de CO_2 no interior das embalagens (Tabela 11). Fator esse que retarda o processo de amadurecimento e senescência, inibe a degradação de substâncias pécticas e mantém a firmeza dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Tabela 11 - Concentração de CO₂ e O₂ em frutos de umbuzeiro do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, determinada no interior das embalagens aos 15 e 30 dias de armazenamento. [AA = atmosfera ambiente].

Genótipo	O ₂			CO ₂		
	0 (µm)	20 (µm)	40 (µm)	0 (µm)	20 (µm)	40 (µm)
15 dias						
BGU37	AA	16,08 ± 0,91	12,60 ± 2,88	AA	1,58 ± 0,22	2,98 ± 0,93
BGU48	AA	14,60 ± 1,07	9,98 ± 2,24	AA	1,95 ± 0,40	5,33 ± 1,67
BGU52	AA	15,60 ± 0,48	9,38 ± 1,16	AA	2,13 ± 0,17	5,75 ± 0,80
BGU55	AA	14,53 ± 0,36	6,83 ± 2,96	AA	3,00 ± 0,38	6,90 ± 0,73
BGU68	AA	15,13 ± 1,81	9,35 ± 5,12	AA	2,18 ± 0,48	3,68 ± 1,69
30 dias						
BGU37	AA	15,60 ± 1,57	8,85 ± 3,46	AA	3,35 ± 1,53	10,48 ± 4,59
BGU48	AA	14,85 ± 1,11	6,50 ± 3,21	AA	2,88 ± 0,80	11,88 ± 6,88
BGU52	AA	16,50 ± 1,33	11,63 ± 3,66	AA	2,18 ± 1,34	10,38 ± 5,37
BGU55	AA	17,43 ± 0,05	17,25 ± 0,06	AA	1,20 ± 0,08	1,33 ± 0,10
BGU68	AA	15,68 ± 1,00	6,75 ± 6,17	AA	2,23 ± 0,19	5,75 ± 1,79

Taxa respiratória

Aos 15 dias de armazenamento, observou-se efeito das embalagens nos frutos do BGU37, BGU48 e BGU52, havendo elevação da taxa respiratória em comparação ao tratamento controle (0 µm). Nos genótipos BGU55 e BGU68, não houve efeito das embalagens nessa avaliação (Tabela 12).

Tabela 12 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Embalagem (Emb.) para a taxa respiratória dos frutos de umbu (mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) ao longo do armazenamento.

Emb. (µm)	Genótipo					
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	Média
15 dias						
0	89,43 bB	74,92 bB	86,30 bB	174,59 aA	68,12 bA	98,67
20	110,18 bA	81,91 cB	103,90 bB	168,03 aA	54,56 dA	103,72
40	133,46 cA	109,36 cA	224,19 aA	163,14 bA	67,47 dA	139,52
Média	111,02	88,73	138,13	168,59	63,38	
CV (%)	21,91					
30 dias						
0	159,50	73,42	**	**	86,48	106,47 B
20	**	81,09	**	**	84,23	82,66 B
40	**	**	**	**	125,89	125,89 A
Média	159,50 a	77,26 b	**	**	98,87 b	
CV (%)	28,19					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (em cada dia), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05).

** Período de armazenamento limitado por incidência de podridão, injúrias por frio ou firmeza do fruto menor que 10 N.

Na avaliação aos 30 dias de armazenamento, não houve interação entre os fatores estudados. O genótipo BGU37 apresentou respiração maior, em comparação

aos demais. Quanto às embalagens, observou-se maior média de respiração no tratamento 40 μm .

O aumento da taxa respiratória pode estar associado à ocorrência de podridão, provavelmente devido a fungos advindos do campo. Em virtude disso, trabalhos futuros podem associar o uso de embalagem e sanitização dos frutos.

Características físico-químicas

Com relação à variável SS, não houve interação significativa entre os fatores estudados. Aos 15 e 30 dias de armazenamento, observou-se maior teor de SS no tratamento controle (Tabela 13). Lopes (2007), em trabalho realizados com umbu-laranja (*Spondias* sp.) também observou menor acúmulo de SS em frutos sob atmosfera modificada (AM). Esse resultado está associado à baixa respiração dos frutos, que diminui o metabolismo e, em consequência, compromete o acúmulo de SS (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Tabela 13 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Embalagem (Emb.) para o teor de sólidos solúveis (%).

Emb. (μm)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
15 dias						
0	12,10	11,33	12,85	12,10	11,20	11,92 A
20	11,00	9,38	12,55	11,83	9,98	10,95 B
40	11,18	9,83	12,65	11,80	9,70	11,03 B
Média	11,43 b	10,18 c	12,68 a	11,91 b	10,29 c	
CV (%)	5,28					
30 dias						
0	11,35	11,45	**	**	11,25	11,35 A
20	**	9,90	**	**	10,45	10,18 B
40	**	**	**	**	10,00	10,00 B
Média	11,35 a	10,68 a	**	**	10,57 a	
CV (%)	7,10					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (em cada dia), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

** Período de armazenamento limitado por incidência de podridão, injúrias por frio ou firmeza do fruto menor que 10 N.

Não houve interação entre os fatores em estudo, para a acidez titulável, aos 15 dias de armazenamento. Na ocasião, constatou-se menor média no tratamento 40 μm (Tabela 14). Moura et al. (2013) também verificaram menor acidez em frutos de umbuzeiro mantidos por seis dias sob atmosfera modificada. Aos 30 dias de armazenamento, também foi observada diminuição da acidez em função das

embalagens, no BGU68. Nos outros genótipos não foi possível maiores conclusões em virtude da deterioração dos frutos.

Tabela 14 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Embalagem (Emb.) para acidez titulável (% de ácido cítrico) ao longo do armazenamento.

Emb. (μm)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
15 dias						
0	0,97	0,91	1,03	1,20	1,27	1,07 A
20	0,78	0,98	0,88	1,18	1,28	1,02 A
40	0,84	0,77	0,95	0,97	1,18	0,94 B
Média	0,86 b	0,88 b	0,95 b	1,11 a	1,24 a	
CV (%)	15,03					
30 dias						
0	1,10 aA	0,98 bB	**	**	1,13 aA	1,07
20	**	1,10 aA	**	**	0,98 bB	1,04
40	**	**	**	**	1,01 aB	1,01
Média	1,10	1,04	**	**	1,04	
CV (%)	7,55					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (em cada dia), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

** Período de armazenamento limitado por incidência de podridão, injúrias por frio ou firmeza do fruto menor que 10 N.

Quanto à relação SS/AT, aos 15 dias de armazenamento, não houve interação significativa entre os fatores estudados. Também não houve efeito significativo das embalagens, aos 15 e 30 dias de armazenamento (Tabela 15). Este resultado é positivo, uma vez que o armazenamento dos frutos em embalagens não deve alterar a qualidade do fruto. Resultados semelhantes foram observados por Pereira-Silva et al. (2019), quando o uso de embalagem de PVC não alterou a relação SS/AT dos frutos de umbuzeiro (genótipo não identificado).

Tabela 15 - Desdobramentos dos fatores Genótipo e Embalagem (Emb.) para relação sólidos solúveis/acidez titulável de frutos de umbu ao longo do armazenamento.

Emb. (μm)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
15 dias						
0	12,67	12,69	12,29	10,20	8,95	11,56 A
20	14,28	9,72	14,79	10,09	8,13	11,40 A
40	13,41	12,86	13,76	12,24	8,32	12,12 A
Média	13,45 a	11,76 b	13,95 a	10,85 c	8,46 d	
CV (%)	16,93					

Continua...

Tabela 15 - Continuação.

Emb. (μm)	Genótipo					Média
	BGU37	BGU48	BGU52	BGU55	BGU68	
	30 dias					
0	10,35 aA	11,80 aA	**	**	10,06 aA	10,73
20	**	9,08 bB	**	**	10,72 aA	9,90
40	**	**	**	**	10,04 aA	10,04
Média	10,35	10,44	**	**	10,27	
CV (%)	10,95					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna (em cada dia), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

** Período de armazenamento limitado por incidência de podridão, injúrias por frio ou firmeza do fruto menor que 10 N.

CONCLUSÃO

O uso de embalagens de PEBD de 20 e 40 μm reduziu a perda de firmeza dos frutos em todos os genótipos estudados.

A qualidade dos frutos do BGU37, BGU48 e BGU68 se manteve por 30 dias.

Os frutos embalados apresentaram alta incidência de podridão e elevada taxa respiratória após removidos da embalagem.

Frutos embalados não apresentaram variação no teor de sólidos solúveis, nem na relação SS/AT.

REFERÊNCIAS

AZEREDO, H. M. C.; MIRANDA, K. W. E.; RIBEIRO, H. L.; ROSA, M. F.; NASCIMENTO, D. M. Nanoreinforced alginate-acerola puree coatings on acerola fruit. **Journal of Food Engineering**, v. 113, n. 4, p. 505-510, 2012.

CAMPOS, C.O. **Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda)**: Características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita. 2007. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrônomicas). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônomicas Campus de Botucatu. Botucatu, SP, 2007.

CASTELLANOS, D. A.; HERRERA, A. O. Mathematical models for the representation of some physiological and quality changes during fruit storage. **Journal of Post-Harvest Technology**, v. 3, p. 18–35, 2015.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio** (2 ed.). Lavras: UFLA, 2005.

HOJO, E. T. D.; DURIGAN, J. F.; HOJO, R. H. Uso de embalagens plásticas e cobertura de quitosana na conservação pós-colheita de lichias. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 33, n. 1, p. 377-383, 2011.

LABORATÓRIO DE AGROMETEOROLOGIA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO. Dados climáticos observados na estação agrometeorológicas da Embrapa Caatinga.

Disponível em: www.cpatsa.embrapa.br. Acesso em: 22/10/2019

LIMA, M. A. C.; SILVA, S. M. Qualidade e conservação pós-colheita. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 177-215.

LOPES, M. F. **Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita do acesso umbu-laranja (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara)**. João Pessoa. CT/UFPB, 2007. 123p. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos).

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

MUSTAFA, M. A.; ALI, A.; MANICKAM, S.; SIDDIQUI, Y. Ultrasound-assisted chitosan-surfactant nanostructure assemblies: Towards maintaining postharvest quality of tomatoes. **Food Bioprocess Technology**, v. 7, n. 7, p. 2102-2111, 2014.

OLIVEIRA, V. R.; SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; DRUMOND, M. A. Recursos genéticos. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. T.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 82-116.

PEREIRA-SILVA, V.; PAZ, M. A.; SOUSA, K. S. M.; FERNANDES, A. K. Qualidade pós-colheita de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) embalados com filme de PVC. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. e7714-7719, 2019.

SANTOS, D. C. ; LEITE, D. D. F. ; DUARTE, D. B. ; MARTINS, J. N. ; FIGUEIREDO, R. M. F. Características de frutas do gênero *Spondias*. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2016, Campina Grande. **Anais... I CONIDIS**, 2016. v.1.

VASCONCELOS, L. H. C.; EVANGELISTA, Z. R.; CAMPOS, A. J.; TEIXEIRA, I. R. Diferentes embalagens na conservação pós-colheita de Cajá-Manga. **Revista Espacios**, v. 38, n. 16, p. 27-35, 2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variabilidade fenotípica do umbuzeiro está uniformemente distribuída nas regiões de procedência dos genótipos estudados.

A análise de componentes principais (ACP) permitiu a separação de dois grandes grupos: o primeiro com frutos de maior massa e o segundo com frutos de maior relação SS/AT. Ambos têm potencial para trabalhos de melhoramento do umbuzeiro para o consumo *in natura*.

A temperatura de armazenamento influenciou a vida útil dos frutos, e manteve as características físico-químicas dentro dos padrões referenciados na literatura. Os genótipos estudados possuem tempo de vida útil diferente: BGU37, BGU48 e BGU52 entre 25 e 35 dias; BGU55, de 20 a 23 dias; genótipo BGU68, 40 dias.

O uso de embalagens de PEBD de 20 e 40 μm diminuiu a perda de firmeza dos frutos em todos os genótipos estudados. A qualidade dos frutos do BGU37, BGU48 e BGU68 se manteve por 30 dias, e não houve alteração na relação SS/AT.