



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE

UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA - UAST

CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

FRANCISCO JARDEL MOREIRA DE OLIVEIRA

**Ácido giberélico na conservação pós-colheita de frutos de umbuzeiro
(*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em condição refrigerada**

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL

2019

FRANCISCO JARDEL MOREIRA DE OLIVEIRA

**Ácido giberélico na conservação pós-colheita de frutos de umbuzeiro
(*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em condição refrigerada**

Monografia apresentada ao curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte da exigência para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador (a): Elma Machado Ataíde

SERRA TALHADA
PERNAMBUCO – BRASIL

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

O48a Oliveira, Francisco Jardel Moreira de
Ácido giberélico na conservação pós-colheita de frutos de umbuzeiro
(Spondias tuberosa Arruda Câmara) em condição refrigerada / Francisco Jardel
Moreira de Oliveira. – Serra Talhada, 2019.
51 f. : il.
Orientadora: Elma Machado Ataíde
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em bacharelado em
Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade
Acadêmica de Serra Talhada, 2019.
Inclui referência e anexos.

1. Umbuzeiro. 2. Umbu - conservação. 3. Hormônio vegetal - Ácido
giberélico. I. Ataíde, Elma Machado, orient. II. Título.

CDD 630



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

**Ácido giberélico na conservação pós-colheita de frutos de umbuzeiro
(*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em condição refrigerada**

Francisco Jardel Moreira de Oliveira

Monografia defendida e aprovada pela Banca Examinadora composta pela seguinte banca:

Profa. Dra. Elma Machado Ataíde

Orientador UFRPE/UAST/PE

Prof. Dr. Marcelo Batista de Lima

Avaliador UFRPE/UAST/PE

Prof. Dr. Marcelo de Souza Silva

Avaliador FAEF/SP

Monografia aprovada no dia 09/06/2019, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, PE

DEDICATÓRIA

A minha mãe e meu pai,

Marinalva Moreira de Oliveira (Nalvinha) e José Borge Moreira de Oliveira,
Por tanto esforço, apoio e incentivo para minha formação como humano e como agrônomo.

A Dona Estelita,

pelos conselhos fornecidos, por todo apoio moral e financeiro e pelo exemplo de ser humano.

A minha namorada,

Maria Simone Gomes de Lima,
por todo amor, apoio, companheirismo, carinho e paciência.

Aos amigos,

Adriana Nunes, Apolinário, Erison Martins, Patrícia Apolinário, Simone, Tamires Eduvirgem,
Tamires Keila e Yuri Rafael,
por resgatarem em mim a vontade de continuar, por todo apoio, companheirismo e pelos
momentos únicos que passamos juntos.

A minha orientadora,

Dr. Elma Machado Ataíde,
pelo imenso aprendizado adquirido, pela paciência e pela excelente profissional.

Aos amigos do apartamento,

Abdias Costa, Geferson Melo e Júnior,
pelo amparo recebido aqui em serra, pela confiança, companheirismo e pelas risadas juntos.

Aos demais amigos e familiares,

por acreditarem em mim, por me darem força, por estarem feliz com minha vitória e
principalmente por sempre lembrarem de mim.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pelo amparo em todas as horas e pela perseverança obtida na fé.

A minha mãe Marinalva Moreira e meu pai José Borge por me permitir ir cada vez mais longe, por sempre me apoiar e acreditar em mim, pela formação ética e moral que me proporcionaram e por toda a força que o vosso amor me forneceu.

A dona Estelita, por ter sido uma mãe nos momentos de dificuldade, pela ajuda financeira, pelo carinho fornecido, pelos conselhos e ensinamentos dados até hoje.

A dona Cordeira, por ter literalmente me adotado, pela confiança, carinho, conselhos e toda ajuda fornecida.

A minha namorada Simone Gomes de Lima, por todo apoio, companheirismo, por toda paciência quando eu me dedicava só aos estudos e por todo amor oferecido.

A turma do “centrão”, em nome de Patrícia Apolinário, Yure Rafael, Adriana Nunes, Tamires Keila, Tamires Eduvirgem, Simone Andrea e Erison Martins pelo imenso carinho, pela amizade sincera, pelos conselhos, ensinamentos e ajudas na montagem do experimento.

Ao professor Marcelo Batista, por ter fornecido as soluções padrão para análise de pH, pois sem elas não seria possível esta análise.

Ao amigo Antônio Apolinário, por todos os conselhos, pelo exemplo imensurável de ética e profissionalismo e pelo exemplo de ser humano.

A minha orientadora, Elma Machado Ataíde, pelo imenso conhecimento transmitido, por toda paciência na correção da escrita e por ter acreditado em meu potencial.

Aos técnicos do laboratório de química da UAST/UFRPE, em especial a Felipe, Jaqueline e Everson por toda ajuda e suporte técnico.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada pela oportunidade de cursar e concluir essa graduação e por todo suporte técnico e estrutural por ela fornecido.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	5
AGRADECIMENTOS.....	6
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1. Ecofisiologia e aspectos gerais.....	14
2.2. Importância Socioeconômica	16
2.3. Pós-colheita	17
2.4. Armazenamento refrigerado.....	18
2.5. Ácido Giberélico (GA ₃).....	19
3. OBJETIVOS	21
3.1. Objetivo Geral.....	21
3.2. Objetivos específicos	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1. Avaliação dos atributos de qualidade pós-colheita dos frutos	23
4.1.1. Avaliações físicas dos frutos.....	23
4.1.2. Avaliações físico-químicas	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5.1. Atributos físicos.....	26
5.2. Atributos químicos	37
6. CONCLUSÃO	44
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Processo de lavagem (A), seleção (B) e sanitização em hipoclorito de sódio a 2% (C) em frutos de umbuzeiro. Serra Talhada, PE, 2019.....	22
Figura 2. Preparo da solução com ácido giberélico para imersão dos frutos (A) e montagem dos tratamentos (B). Serra Talhada, PE, 2019.....	23
Figura 3. Determinação do teor de sólidos solúveis com auxílio de refratômetro digital. Serra Talhada, PE, 2019.....	25
Figura 4. Titulação com NaOH a 0,1 M (A) e início do ponto de viragem (B) para a avaliação da acidez titulável. Serra Talhada, PE, 2019.....	25
Figura 5. Perda de massa de frutos (%) de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	28
Figura 6. Rendimento de polpa de frutos (%) de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA ₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada – PE. 2019.....	29
Figura 7. Massa da polpa de frutos (g) de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA ₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	30
Figura 8. Massa da casca de frutos (g) de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA ₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	31
Figura 9. Rendimento de casca de frutos (%) de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA ₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	33
Figura 10. Massa da semente de frutos (g) de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA ₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	34

Figura 11. Comprimento dos frutos (mm) de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	35
Figura 12. Diâmetro dos frutos (mm) de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	36
Figura 13. Formato de frutos de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	37
Figura 14. pH de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA ₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	38
Figura 15. Teor de Sólidos solúveis de frutos (°Brix) de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	40
Figura 16. Acidez titulável de frutos (%) de umbuzeiro armazenados em condição refrigerada em função do tempo de armazenamento. Serra Talhada, PE, 2019.....	41
Figura 17. Relação sólidos solúveis/acidez titulável (“ratio”) de frutos de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	42
Figura 18. Índice tecnológico de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA ₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	43
Figura 19. Índice tecnológico de frutos de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....	43

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Valores de F da análise de variância, médias e coeficientes de variação (CV) de comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), formato do fruto (FF), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), massa da semente (MS), rendimento de casca (RC) e rendimento de polpa (RP) de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ e tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....26
- Tabela 2.** Valores de F da análise de variância, médias e coeficientes de variação (CV) de perda de massa (PM) de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ e tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....27
- Tabela 3.** Comparação das médias das variáveis comprimento do fruto, perda de massa, massa da casca, massa da semente, rendimento de polpa e rendimento de casca de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....27
- Tabela 4.** Valores de F da análise de variância, médias e coeficientes de variação (CV) das variáveis pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), “ratio” (RT) e índice tecnológico (IT) de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ e ao longo do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....37
- Tabela 5.** Comparação de média das variáveis pH, e “ratio” (RT) de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.....38

RESUMO

O umbuzeiro é uma espécie nativa da Caatinga, possui como fruto o umbu, com grande importância social e econômica para a região Nordeste do Brasil. O umbu tem grande aceitação no mercado para consumo *in natura* e de derivados como picolés, geleia e doces, contudo, a ausência de tecnologias pós-colheita para conservação desse fruto faz com que grande parte da safra seja perdida. Uma alternativa para elevar o tempo de prateleira do umbu é o uso de refrigeração associada a reguladores como o ácido giberélico (GA₃), que atua na redução da taxa de respiração e na inibição da síntese de etileno na pós-colheita. Nesse sentido, objetivou-se com o presente estudo avaliar diferentes concentrações de GA₃ na conservação pós-colheita de umbu em condição refrigerada, baseado nos atributos de qualidade dos frutos. Os frutos foram colhidos manualmente no estágio de maturação “de vez”, imediatamente lavados e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 2% (m/v), secos em condição ambiente e selecionados quanto ao tamanho, aparência e danos físicos. Em seguida foram submetidos aos seguintes tratamentos: T₁: 0 mgL⁻¹ (Testemunha), T₂: 10 mgL⁻¹ de GA₃, T₃: 20 mgL⁻¹ de GA₃ e T₄: 30 mgL⁻¹ de GA₃. Os frutos foram imersos por 60 segundos, secos em condição ambiente e acondicionados em condição refrigerada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no tempo, sendo as parcelas constituídas pelas quatro concentrações de GA₃ e as subparcelas pelo tempo de armazenamento (0, 5, 10 e 15 dias), exceto para perda de massa, com avaliação a cada três dias. Utilizou-se 5 repetições com 5 frutos para cada subparcela, totalizando 100 frutos por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos, aplicado o teste de Tukey a 5% para as concentrações de GA₃ e a análise de regressão às subparcelas. Os atributos de qualidade avaliados foram: comprimento, diâmetro e formato do fruto; perda de massa; peso e rendimento de polpa; massa do fruto, casca e semente; rendimento de polpa e semente; sólidos solúveis, acidez titulável; pH; “ratio” e índice tecnológico. As concentrações de ácido giberélico não apresentaram interferência significativa quanto aos atributos físicos de frutos de umbuzeiro em condição refrigerada, com exceção para a massa da polpa e rendimento de polpa que apresentaram melhores resultados para as concentrações de 20 e 30 mgL⁻¹ de GA₃. A perda de massa dos frutos não diferiu da testemunha entre os tratamentos aplicados, sendo a maior perda obtida na concentração de 30 mgL⁻¹ de GA₃. O tempo de armazenamento foi o fator de maior interferência sobre os atributos físico-químicos, contudo, para o “ratio” há interferência das concentrações de GA₃ até o 10º dia de armazenamento. Existe a necessidade de mais investigações quanto ao emprego de GA₃ na conservação pós-colheita do umbu, com teste de outras concentrações e tempo de imersão afim de comprovar a eficiência deste regulador na manutenção da vida pós-colheita de umbu em condição refrigerada.

Palavras chave: armazenamento, “de vez”, GA₃, umbu.

ABSTRACT

The umbuzeiro is a native species of Caatinga, it has as fruit the umbu, with great social and economic importance for the Northeastern region of Brazil. The umbu has great acceptance in the market for in natura consumption and of products such as popsicles, jellies and sweets, however, the absence of post-harvest technologies to preserve this fruit causes that much of the harvest is lost. An alternative to increasing the shelf life of umbu is the use of refrigeration associated with regulators such as gibberellic acid (GA_3), which acts to reduce the rate of respiration and inhibit the synthesis of ethylene in post-harvest. In this sense, the objective of this study was to evaluate different concentrations of GA_3 in the post-harvest conservation of umbu in refrigerated conditions, based on the attributes of fruit quality. The fruits were harvested manually at maturation stage " for once", immediately washed and sanitized in 2% (w/v) sodium hypochlorite solution, dried in ambient condition and selected for size, appearance and physical damage. Then, the following treatments were performed: T₁: 0 mgL⁻¹ (Witness), T₂: 10 mgL⁻¹ of GA_3 , T₃: 20 mgL⁻¹ of GA_3 and T₄: 30 mgL⁻¹ of GA_3 . The fruits were immersed for 60 seconds, dried in ambient condition and conditioned in refrigerated condition. The experimental design was completely randomized, with plots subdivided in time, the plots consisted of the four concentrations of GA_3 and the subplots for storage time (0, 5, 10 and 15 days), except for mass loss, with evaluation three days. Five replicates with 5 fruits were used for each subplot, totaling 100 fruits per plot. The data were submitted to analysis of variance and when significant, the Tukey test was applied at 5% for the concentrations of GA_3 and the regression analysis to the subplots. The attributes of quality evaluated were: length, diameter and shape of the fruit; weight loss; weight and yield of pulp; fruit mass, bark and seed; yield of pulp and seed; soluble solids, titratable acidity; pH; ratio and technological index. The concentrations of gibberellic acid did not present significant interference with the physical attributes of umbuzeiro fruits in refrigerated conditions, except for pulp mass and pulp yield, which presented the best results for GA_3 20 and 30 mgL⁻¹ concentrations. The weight loss of the fruits did not differ from the control among the applied treatments, being the highest loss obtained in the concentration of 30 mgL⁻¹ of GA_3 . The storage time was the factor of greater interference on the physical-chemical attributes, however, for the ratio, there is interference of GA_3 concentrations up to the 10th day of storage. There is a need for further investigation regarding the use of GA_3 in the post-harvest conservation of umbu, with test of other concentrations and immersion time in order to prove the efficiency of this regulator in the maintenance of post-harvest life of umbu in refrigerated condition.

Keywords: storage, "de vez", GA_3 , umbu.

1. INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Camara) é uma espécie endêmica do Brasil, de ocorrência no Bioma Caatinga, possui frutos carnosos, conhecido popularmente como ‘umbu’, de sabor ácido e com grande importância social e econômica para a região Nordeste, podendo ser aproveitado na alimentação humana e suplementação alimentar de animais (CAVALCANTI et al., 2009).

O umbu é rico em vitamina C, faz parte da culinária típica do semiárido nordestino, tanto para o consumo “*in natura*” como processado na forma de umbuzada, geleias, doces, sorvetes, licores, sucos e picolés (CAMPOS, 1994). A raiz tuberosa ‘xilopódio’, conhecida popularmente como cafofa, pode ser utilizada como ingrediente para doces e as folhas para alimentação de caprinos na época de estiagem.

A sua exploração é extrativista, o agronegócio do umbu envolve a colheita, o beneficiamento e a comercialização, apresenta crescente uso agroindustrial, mas ainda com potencial inexplorado. É uma Cultura com grande importância econômica para o semiárido como fonte de renda extra aos agricultores familiares, com elevada absorção de mão de obra, na época de safra, enriquecimento nutricional e propriedades medicinais (FONSECA, 2015).

Apesar da importância desta cultura, a cadeia produtiva ainda é rudimentar, sujeita a sazonalidade e com baixo investimento em tecnologia. Fato comprovado pelas grandes perdas de frutos na época da safra, de dezembro a março. A vida útil do umbu sob condição ambiente é de no máximo três dias para os frutos colhidos com maturidade fisiológica, cujas perdas são provenientes da precariedade estrutural da colheita e pós-colheita (MOURA et al., 2013).

O desenvolvimento de estudos visando a preservação desta espécie é de suma importância, assim como o aproveitamento do seu potencial, especialmente voltado para a conservação pós-colheita de frutos, cuja pesquisa ainda é incipiente (SOUZA et al., 2001). Tal conhecimento é necessário para obter maior qualidade pós-colheita de frutos e atender as exigências do mercado consumidor.

Os principais processos envolvidos com a maturação dos frutos na pós-colheita é a respiração e transpiração, estando diretamente relacionados com a temperatura de armazenamento (KAYS, 1997). Para Chitarra & Chitarra (2005) a refrigeração é um dos procedimentos mais eficientes no controle das desordens fisiológicas ocorridas na pós-

colheita. Frutos de umbuzeiro em condição refrigerada mantêm coloração até o 14º dia de armazenamento, enquanto que, ao 4º dia em condição ambiente apresentam amarelecimento (LOPES et al., 2007).

O balanço hormonal é também fator fundamental no tempo de vida útil de frutos na pós-colheita, sendo a interação entre hormônios promotores e inibidores do amadurecimento o elemento chave no processo de maturação. Dentre esses hormônios o etileno e o ácido abscísico são os mais atuantes no amadurecimento, em contrapartida, as giberelinas, principalmente GA₃, é um potencial inibidor da síntese desses dois hormônios (VENDRELL & PALOMER, 1997).

Segundo Danieli et al. (2002), aplicações de GA₃ em caqui ‘Fuyu’ retardou a colheita em 15 dias e promoveu aos frutos na pós-colheita maior firmeza de polpa, maior teor de clorofila e menor perda de massa durante 20 dias de armazenamento. Já Biasi & Zanette (2000), observaram redução em cerca de 33% na degradação de clorofila em frutos de limeira tratados com GA₃.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o uso de ácido giberélico na conservação pós-colheita do umbu em condição refrigerada, mediante atributos de qualidade dos frutos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Ecofisiologia e aspectos gerais

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Camara), planta xerófita, nativa do semiárido brasileiro, pertencente à família Anacardiaceae, gênero *Spondias* e apresenta vasta diversidade genética espalhada pelos estados do Piauí, Paraíba, Pernambuco e Bahia (SANTOS et al., 2008).

A família Anacardiaceae é composta por cerca de 80 gêneros e 600 espécies, sendo o gênero *Spondias* formado por 18 espécies frutíferas com vasta exploração pelo extrativismo, espalhadas pela América Tropical e Indo-Malásia (LEDERMAN et al., 2008). Dentre as espécies frutíferas desta família, podemos citar o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Camara), o cajazeiro (*Spondias mombin* L.), a

cajaraneira (*Spondias cytherea* Sonn.), a serigueleira (*Spondia purpurea* L.), entre outras (JOLY, 1985).

A planta de umbuzeiro pode atingir até 7 metros de altura, apresentando diâmetro de copa entre 10 e 15 metros, possui frutos do tipo drupa, com formato variando entre ovóides arredondados e oblongos (CAVALCANTI & RESENDE 2006; NEVES & CARVALHO 2005). Devido sua diversidade genética apresenta características fenotípicas variadas do fruto, como coloração da casca variando de amarelada a esverdeada, esbranquiçada e avermelhada, com presença ou não de pelos (LOPES, 2007).

Quanto as diversas características físicas químicas do umbu, Nascimento et al. (2002) observaram em 78 acessos grandes variações para massa do fruto “de vez”, cujas médias variaram de 2,80 a 120 g, e para o comprimento 1,60 a 56,70 mm. Obtiveram teor de sólidos solúveis variando de 8 a 13,60 °Brix. Para o umbu maduro, Oliveira et al. (2014) encontraram massa média de 10 a 100 g, sendo 22% de casca, 68% de polpa e 10% de semente. Para o pH, Costa et al. (2004) encontraram variação de 2,08 a 2,27 para umbu no estado de maturação “de vez” e maduro, respectivamente.

Conforme Braga (1960), as folhas do umbuzeiro são tipo pinada, glabra quando adultas, com folíolos ovalados ou elipsoides, obtusos no ápice, com cerca de 4 centímetros de comprimento e 2 centímetros de largura. No período de seca, na região do semiárido, as folhas senescem e a planta entra em estado de dormência (ARAÚJO et al., 2000).

Os umbuzeiros em estágio de dormência, totalmente sem folhas tem início a floração, antes das primeiras chuvas, e a frutificação ocorre no período das chuvas, com duração de cerca de dois meses, levando em média 125 dias para a maturação completa dos frutos (BARRETO, 2010). No período de floração, o umbuzeiro apresenta cerca de 50% de flores hermafroditas e 50% de flores masculinas. Ambas apresentam 10 estames, sendo 5 longos e 5 curtos, com filetes brancos e anteras amarelas, definidas como flores pentâmeras (INSA, 2015).

Conforme Nadia et al. (2007), a antese tem início às cinco horas da manhã, sendo que 100% das flores encontram-se abertas às seis horas. O tempo médio que permanecem abertas é 24 horas para as flores masculinas e de até 72 horas para as flores hermafroditas. A polinização principal é a entomófila, a abelha é o principal polinizador e a vespa é o secundário (AIMEIDA, 2011).

O sistema radicular do umbuzeiro atinge profundidade média de 1e 1,5 m, formado por raízes espalhadas, superficiais e longas na projeção da copa. Sendo o sistema radicular, graças a capacidade de armazenamento de água e nutrientes dos xilopódios, que garante a sobrevivência desta espécie no período de seca, assim como disponibiliza as substâncias essenciais à floração (CAVALCANTI et al., 2006).

2.2. Importância Socioeconômica

O umbuzeiro (*S. tuberosa* Arruda Camara) é considerado a “árvore sagrada do Sertão”, apresenta como símbolo de resistência cultural pelos agricultores familiares da região semiárida do Brasil (GOMES & GONZAGA, 2018). Os frutos de sabor agradável, elevado teor de polpa e água, são ricos em compostos bioativos, com potencial antioxidante, o que agrega valor e atrai consumidores dentro e fora do território nacional (LIMA et al., 2018).

Seu potencial e utilidade vai além da capacidade frutífera, sendo ainda aproveitado quanto a sua madeira, para fabricação de carvão, na medicina caseira local, para higiene corporal, como criadouro de abelhas, para ornamentação, forragem e sombreamento, além dos xilopódios que são usados para alimentação, como fonte de água e como ingrediente para doces (MAIA, 2004).

Os frutos desta frutífera no Nordeste representam uma fonte de renda extra indispensável para as comunidades e agricultores familiares, sendo explorado na forma “in natura” e na forma processada como polpa congelada, suco, umbuzada, xarope, pasta concentrada, licores, doces, geleias, sorvetes, entre outros (RIBEIRO et al., 2017; INSA, 2015). De acordo com Dutra et al. (2017), o fruto do umbuzeiro detém parte significativa do agronegócio regional, sendo comercializado em feiras livres, nas ruas da cidade e estradas, com grande importância socioeconômica para a agricultura familiar.

O maior produtor mundial de umbu é o Brasil, com produção de 7465 toneladas em 2017, destas 6699 toneladas foram produzidas na região Nordeste e 766 toneladas na região Sudeste (IBGE, 2017). Contudo, ainda é um produto sujeito aos efeitos da sazonalidade e perecibilidade, obtido quase 100% por ação extrativista, o que gera excesso de oferta e perdas na época de produção (MAIA et al., 1998).

2.3. Pós-colheita

Um dos entraves para a comercialização do fruto do umbuzeiro é a elevada perecibilidade (MOURA et al., 2013), o que gera a indisponibilidade deste para consumo direto em outras regiões do Brasil (TURINI, 2010). Esse comportamento, está ligado ao fato que, na pós-colheita, a estrutura do fruto se torna mais susceptível á degradação, devido, principalmente a uma série de modificações metabólicas que culminam com a solubilidade da lamela média e da parede celular (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Outro ponto crucial na pós-colheita do umbu é a degradação da clorofila, desencadeada em função das mudanças de pH, de ácidos, aumento dos processos oxidativos e a ação das clorofilases (WILLS et al., 1998). Concomitantemente a degeneração da parede celular, há redução da firmeza da polpa durante o amadurecimento do fruto em virtude da degradação das moléculas poliméricas constituintes da parede celular, como celulose, hemicelulose e pectina. Nesse processo de envelhecimento, a biossíntese e a ação de etileno são complexos e de suma importância, podendo promover diferentes respostas em função do estágio de desenvolvimento das condições ambientais e da espécie ou mesmo da variedade da cultura.

Para o umbu, tecnologias que aumente o tempo de prateleira com técnicas de conservação pós-colheita ainda são pouco estudadas. Para Alves et al. (2008), serão necessários mais estudos sobre qualidade, principalmente voltados desde o ponto de maturação até a colheita, assim como estratégias tecnológicas acessíveis e viáveis para a manutenção da qualidade pós-colheita de frutos sob condição ambiente, atualmente a principal forma de comercialização. Podendo esta técnica ser testada em condição refrigerada, principalmente para destino dos mercados mais distantes.

Na pós-colheita dos frutos, segundo Vendrell & Palomer (1997), dos hormônios existentes promotores do amadurecimento, o etileno e o ácido abscísico se destacam, mas é possível que as citocininas e as giberelinas sejam inibidores desses hormônios. Para melhor controle do amadurecimento pós-colheita, é necessário que o fruto esteja em condição de balanço hormonal. Fluhr & Mattoo (1996) ressaltam que a sensibilidade de tecidos ou células vegetais ao hormônio está relacionado ao estágio de desenvolvimento do fruto e aos inúmeros fatores ambientais.

Na pós-colheita do umbu, segundo Araújo et al. (2008), a aplicação de revestimentos a base de dextrina e carboximetilcelulose (CMC) na conservação do fruto em armazenamento refrigerado, foi eficiente para o brilho do fruto e perda de massa até 22 dias. Já Moura et al.

(2003), verificaram aumento gradativo do teor de sólidos solúveis e acidez titulável em umbu armazenado em condição ambiente e atmosfera modificada com a temperatura de 23 °C e 83% UR.

Segundo Lopes et al. (2007), o pico respiratório de acesso de umbu-laranja depende do estágio de maturação, para os frutos colhidos totalmente verde apresentaram pico respiratório 2,5 dias após a colheita, enquanto frutos com maturação verde-claro, o pico respiratório foi ocorreu 24h após a colheita, já os frutos verde-amarelados, 12 h após a colheita. Os de coloração amarelo-esverdeado não apresentaram pico respiratório. Enquanto Granja & Cunha (2015), observaram que em umbu revestido com quitosana houve redução da perda de massa 60%, quando armazenado em câmara fria a 8°C durante 15 dias. Resultado semelhante foi obtido por Siqueira & Cunha (2015), com revestimento a base de quitosana e alginato, obtendo redução de 50% na perda de massa do umbu.

Silva et al. (2008) testando diferentes temperaturas (25 °C, 14 °C e 11 °C) em diferentes tempos de armazenamento (0; 4; 8; 10, 12 e 13 dias) para umbu, constataram perda de massa de 18% a 25 °C, 9,6 e 10,04% em 14 e 11 °C, respectivamente. Enquanto, Souza et al (2015) avaliaram a cera de carnaúba e o ácido giberélico combinado ou isolado na conservação da lima ‘Tahiti’ e verificaram que o uso isolado destes produtos conservou a cor verde da casca dos frutos e obteve boa aceitação do suco, aos 40 dias de armazenamento.

Júnior et al. (2007) testaram fécula de mandioca em frutos de mangueira Surpresa, constataram aumento no tempo de vida útil do fruto de 7 (testemunha) para 8, 9 e 12 dias em tratamentos com 1, 2 e 3% de fécula de mandioca, respectivamente. Já Hojo et al. (2009), trabalhando com manga Palmer, aplicaram concentrações de cloreto de cálcio a 0, 2, 3,5, 5 e 6,5% em 3 aplicações pré-colheita para todos os tratamentos (35, 65 e 95 dias do início da floração) e observaram menor perda de massa a partir do 28º dia nos tratamentos de maior concentração de cloreto de cálcio, assim como obtiveram menores valores de sólidos solúveis nos tratamentos a 5 e 6,5%, indicando maior manutenção na estrutura das paredes celulares.

2.4. Armazenamento refrigerado

Os frutos durante o armazenamento estão sujeitos a alterações fisiológicas induzidas pelo processo de respiração, como oxidação de substâncias de reserva, perda de água, concentração de sólidos solúveis e ácidos orgânicos e síntese de etileno (BRACKMANN et al., 2004).

Segundo Marchal & Nolin (1990), a refrigeração é o meio mais eficiente de redução das atividades metabólicas em frutos na pós-colheita, principalmente pela redução da taxa de respiração do fruto e conseqüente prolongamento do período-climatérico, retardando o amadurecimento.

Na pós-colheita um aumento na temperatura de 10° C causa ao fruto elevação na taxa respiratória em cerca de duas ou mais vezes, reduzindo o tempo de prateleira (KLUGE et al., 2002). Em decorrência, principalmente, da perda de água devido a diferença de pressão entre o fruto e o ar circundante, com comportamento linear crescente ao longo do tempo, podendo ser inibida com a redução da temperatura no ambiente de armazenamento (GRIERSON & WARDOWSKI, 1978).

O umbu é um fruto climatérico e apresenta elevada perecibilidade na pós-colheita, quando mantido em condição ambiente (23° C) tem vida útil de, no máximo, três dias (MOURA et al., 2013). Em contrapartida, segundo Silva et al. (2018), frutos de umbuzeiro mantidos a 14° C apresentaram tempo de prateleira de 13 dias. Os mesmos autores observaram que frutos armazenados a 18° C apresentaram perda de massa 9% maior que frutos mantidos a 14° C.

Segundo Lopes (2007), frutos do acesso ‘umbu-laranja’ em diferentes estádios de maturação apresentaram menor degradação de clorofila e maior manutenção de açúcares em armazenamento a 10° C, com incremento positivo nos resultados quando associado a atmosfera modificada. Já Silva et al. (2018), avaliaram a perda de massa em frutos do genótipo BGU37, pertencente a Embrapa Semiárido, colhidos no estágio “de vez” e armazenados a 8° C, 10° C e 12° C, e verificaram que durante 35 dias de armazenamento as temperaturas não diferiram, contudo, promoveram maior tempo de vida útil ao fruto.

2.5. Ácido Giberélico (GA₃)

Ácido Giberélico (GA₃) é um hormônio vegetal com grande importância para o crescimento da planta, floração e formação dos frutos. Conforme reportado por Castro & Vieira (2001), os hormônios vegetais são compostos orgânicos, produzidos naturalmente nas plantas, em baixas concentrações, que promovem, inibem ou modificam processos fisiológicos e morfológicos do vegetal, sem serem considerados nutrientes.

Quando aplicado de forma exógena é caracterizado como um composto natural ou sintético com influência em diversos processos fisiológicos, modificando o crescimento e/ou desenvolvimento da planta. Para Taiz & Zeiger (2011) o GA₃ está entre o grupo dos principais reguladores com potencial de uso exógeno.

Para a pós-colheita o GA₃ tem potencial de manutenção da qualidade, retardo do amadurecimento e aumento da vida útil dos frutos. Conforme Modesto et al. (2006) obtido pela inibição da ação das clorofilases, impedimento da síntese de etileno e retardo no acúmulo de carotenoides.

Teaotia et al. (1972) verificaram que o ácido giberélico reduziu a taxa de respiração e mudanças na coloração dos frutos de goiabeira, retardando o amadurecimento. Diferindo de Lima et al. (2002) que ao aplicar solução de ácido giberélico de forma exógena em frutos de goiaba “Paluma” não verificou efeito no retardo da degradação da clorofila.

Já Barros et al. (1991), trabalhando com lima ‘Tahiti’ verificaram retardo na perda de clorofila dos frutos de 7 para 35 dias após aplicação de ácido giberélico em condições de refrigeração. Resultados semelhantes foram relatados por Jomori et al. (2003) com menor perda de coloração verde em frutos de lima “Tahiti” submetidas ao ácido giberélico e armazenadas por 30 dias em condições de refrigeração.

Efeito positivo no uso de giberelina foi mencionado por Brackmann et al. (2002), aplicando em frutos de Caqui “Kyoto” colhidos, armazenados em atmosfera controlada, verificando menor perda de clorofila, menor incidência de podridões, maior firmeza de polpa e maior índice de sólidos solúveis. Conforme o mesmo autor esse efeito é devido a inibição parcial da ação do etileno pelo GA₃, retardando o acúmulo de carotenoides.

Segundo Steffens et al. (2011) a aplicação em pré-colheita de GA₃ pode inibir parcialmente a degradação da clorofila, diminuir a frequência da síntese de pigmentos amarelados e/ou avermelhados e retardar a redução da firmeza de polpa. Mesmo ainda havendo desconhecimento sobre o mecanismo de ação e a forma de atuação nas vias bioquímicas, esse efeito seria decorrente da inibição da ação de clorofilases e da produção de etileno (PECH et al., 1994).

Barro & Rodrigues (1994) já recomendavam a aplicação de GA₃ na pré-colheita em tangerinas, atentando para as pulverizações ocorrerem nas fases de crescimento e expansão celular, podendo funcionar como forma de controle da maturação, da qualidade pós-colheita e do processo de senescência dos frutos.

Aquino et al. (2016) observaram efeito positivo na aplicação de ácido giberélico (GA₃) em “banana maçã” com menor perda de massa de matéria fresca nas doses de 25 e 50 mgL⁻¹ de GA₃. Os mesmos autores relataram que nos frutos sem aplicação de GA₃ houve maior degradação da clorofila o que promoveu a revelação dos carotenoides existentes. Rafael et al. (2018) aplicaram apenas água (T₁ - controle), 90 mgL⁻¹ de GA₃ (T₂) e 90 mgL⁻¹ de GA₃ + Etileno (T₃) em tomate italiano em cacho mantidos a condições ambiente, verificaram menor perda de cor do sexto ao décimo dia em condição ambiente pós-colheita em T₂, todavia, sem diferença estatisticamente significativa para a variável perda de massa.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar diferentes concentrações de ácido giberélico na conservação pós-colheita de frutos de umbuzeiro (*S. tuberosa* Arruda Câmara) em condição refrigerada.

3.2. Objetivos específicos

- Verificar se as diferentes concentrações de GA₃ e o armazenamento refrigerado influenciam na manutenção dos atributos de qualidade dos frutos;
- Verificar influência do ácido giberélico e do armazenamento refrigerado sobre a perda de massa do umbu na pós-colheita;
- Contribuir com a cadeia produtiva do umbu indicando um tratamento alternativo para prolongar a vida pós-colheita dos frutos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), no município de Serra Talhada-PE, localizada na mesorregião do Sertão do Alto Pajeú, sob as coordenadas

geográficas 7° 59' 7'' de latitude Sul e 38° 17' 34'' de longitude Oeste e altitude média de 443 m.

Os frutos foram obtidos de uma única planta localizada no município de Parnamirim-PE, Sertão Central pernambucano, colhidos manualmente quando atingiram o estágio de maturação para o mercado de fruta fresca, “de vez”. Após a colheita, os frutos foram transportados imediatamente para o laboratório sendo realizada a sanitização, seleção e aplicação dos tratamentos. Inicialmente os frutos passaram por processo de lavagem em água destilada e desinfestação em solução de hipoclorito de sódio (NaCl) a 2% (mv^{-1}), secos à temperatura ambiente e selecionados quanto ao tamanho (Figura 1 A, B e C). Foram eliminados frutos com rachaduras, manchas na casca, doença e danos físicos.



Figura 1. Processo de lavagem (A), seleção (B) e sanitização em hipoclorito de sódio a 2% (C) em frutos de umbuzeiro. Serra Talhada, PE, 2019.

Em seguida os frutos foram submetidos a aplicação dos tratamentos: T₁, 0 mgL^{-1} (controle – água destilada), T₂, 10 mgL^{-1} de ácido giberélico (GA₃), T₃ 20 mgL^{-1} de ácido giberélico (GA₃) e T₄ 30 mgL^{-1} de ácido giberélico (GA₃). O tempo de imersão foi de 60 segundos em seguida secos em condição ambiente e acondicionados em condição refrigerada, 5-12° C, (Figura 2 A e B).



Figura 2. Preparo da solução com ácido giberélico para imersão dos frutos (A) e montagem dos tratamentos (B). Serra Talhada, PE, 2019.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com arranjo em parcelas subdivididas no tempo, sendo as parcelas constituídas pelos quatro tratamentos, testemunha (aplicação de água destilada), e ácido giberélico (GA_3) 10, 20 e 30 mgL^{-1} e as subparcelas pelo tempo de armazenamento (0, 5, 10 e 15 dias), com exceção para a perda de massa com avaliação a cada 3 dias após aplicação dos tratamentos. Utilizou-se cinco repetições de cinco frutos por subparcela, totalizando 25 por subparcela e 100 frutos por parcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos, aplicado o teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para as concentrações de GA_3 e análise de regressão para as subparcelas. Para todas as análises foi utilizado o Programa Computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (FERREIRA et al., 2011).

4.1. Avaliação dos atributos de qualidade pós-colheita dos frutos

A avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos de umbuzeiro foi realizada mediante avaliação das características físicas e químicas, aos 0, 5, 10 e 15 dias após aplicação dos tratamentos.

4.1.1. Avaliações físicas dos frutos

Foram avaliadas as seguintes características físicas:

- **Comprimento do fruto:** obtido através de medição direta, com auxílio de paquímetro, colocando-o do pedúnculo ao ápice do fruto, resultados expressos em milímetros (cm);

- **Diâmetro do fruto:** obtido através de medição direta, com auxílio de paquímetro, aferindo-se na região central em posição paralela ao eixo do fruto, e expresso em milímetros (mm);

- **Formato do fruto:** obtido mediante a relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto. Valores <1 – frutos achatados, valores = 1 – frutos arredondados e valores > 1 – frutos alongados.

- **Perda de massa fresca:** sendo determinada, através de balança analítica, pela diferença em gramas (g) entre a massa do fruto inicial e a massa do fruto após tratamento e armazenamento;

- **Massa da polpa:** medida de massa da polpa de cada fruto, em balança analítica, resultados expressos em gramas (g);

- **Rendimento de polpa (%)**: obtido pela equação $R = (\text{massa da polpa} / \text{massa do fruto}) \times 100$;

- **Massa da casca:** obtida pela medida de massa, em balança analítica, da casca do fruto sem polpa, resultados em gramas (g);

- **Rendimento da casca (%)**: obtida através da equação $R = (\text{massa da casca} / \text{massa do fruto}) \times 100$;

- **Peso de sementes:** obtida mediante medida de massa das sementes em balança analítica, resultado expresso em gramas (g);

4.1.2. Avaliações físico-químicas

Foram avaliadas as seguintes características químicas:

- **Sólidos solúveis (SS):** realizado através de leitura refratométrica de uma alíquota de polpa homogeneizada com auxílio de refratômetro digital, expresso em °Brix (Figura 3);



Figura 3. Determinação do teor de sólidos solúveis com auxílio de refratômetro digital. Serra Talhada, PE, 2019.

- **Acidez titulável (AT):** expressa em porcentagem de ácido cítrico (%), obtida através da titulação de NaOH a 0,1M em uma alíquota de 1 g de polpa homogeneizada (Figura 4 A e B) utilizando-se solução de fenolftaleína a 1% (v/v) como indicador (Instituto Adolfo Lutz, 2008);

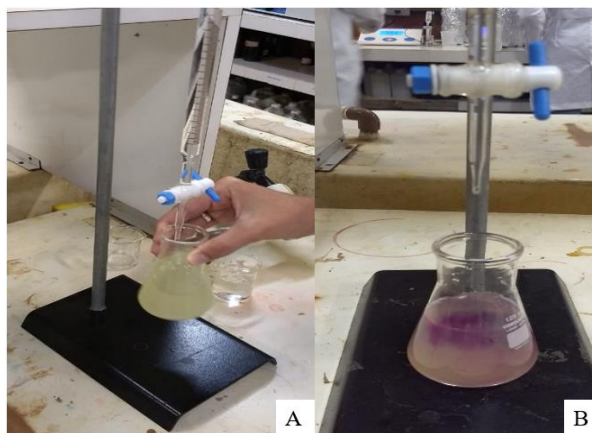


Figura 4. Titulação com NaOH a 0,1 M (A) e início do ponto de viragem (B) para a avaliação da acidez titulável. Serra Talhada, PE, 2019.

- **pH:** aferido com auxílio de potenciômetro, com eletrodo de membrana de vidro calibrado com soluções de pH 4,0 e 7,0, conforme Association of Official Analytical Chemists (2005);

- “ratio” (**SS/AT**): obtido pela relação entre sólidos solúveis e acidez titulável;

- **Índice tecnológico:** obtido através da equação $R = SS \times \text{Rendimento de polpa}$ (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Atributos físicos

Com os dados obtidos para as variáveis físicas verificou-se interação significativa para massa da casca, massa da polpa, massa da semente, rendimento de casca e rendimento de polpa. Ao passo que os tratamentos de forma isolada foram significativos para comprimento do fruto, massa da casca, massa da semente, rendimento de casca e rendimento de polpa, enquanto que o tempo apresentou significância para todas as variáveis, exceto, massa da casca (Tabela 1).

Para a variável perda de massa de frutos (%) não houve significância quanto a interação entre os tratamentos com ácido giberélico (GA₃) e o tempo de armazenamento, mas quando avaliados separadamente os tratamentos e o tempo apresentaram significância ao nível de 5% (Tabela 2).

Tabela 1. Valores de F da análise de variância, médias e coeficientes de variação (CV) de comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), formato do fruto (FF), massa da casca (MC), massa da polpa (MP), massa da semente (MS), rendimento de casca (RC) e rendimento de polpa (RP) de frutos de umbuzeiro com diferentes concentrações de GA₃ e tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

FV	GL	CF (mm)	DF (mm)	FF	MC (g)	MP (g)	MS (g)	RC (%)	RP (%)
Tratamentos (A)	3	3,09*	1,04 ^{ns}	0,95 ^{ns}	4,62**	0,82 ^{ns}	3,02*	9,54**	2,95*
Tempo (B)	3	107,15**	174,52**	35,34**	0,20 ^{ns}	75,71**	22,50**	19,84**	23,14**
A x B	9	1,56 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,69 ^{ns}	3,04**	3,15**	6,29**	9,09**	6,03**
Média		33,36	32,95	1,01	4,83	13,85	3,07	21,92	63,32
CV (%)		1,90	2,38	2,20	12,94	8,50	7,72	12,6	5,11

^{ns}= não significativo; * = significativo a 5%; ** = significativo a 1% pelo teste F.

Tabela 2. Valores de F da análise de variância, médias e coeficientes de variação (CV) de perda de massa (PM) de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ e tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

FV	GL	PM
Tratamentos (A)	3	3,78**
Tempo (B)	5	1422,22**
A x B	15	0,26 ^{ns}
Média		10,14
CV (%)		8,77

^{ns}= não significativo; *= significativo a 5%; **= significativo a 1% pelo teste F.

O tratamento com maior perda de massa de frutos (10,53%) foi observado para a concentração de 30 mgL⁻¹ de GA₃, diferindo estatisticamente quando utilizado a concentração de 10 mgL⁻¹, cuja perda de massa encontrada foi 9,78%, contudo, ambos não diferiram da concentração de 20 mgL⁻¹ e da testemunha. Apesar do tratamento de 10 mgL⁻¹ apresentar menor perda de massa dos frutos em valores absolutos, não diferiu da testemunha (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação das médias das variáveis comprimento do fruto, perda de massa, massa da casca, massa da semente, rendimento de polpa e rendimento de casca de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Variáveis	Concentrações de GA ₃ (mgL ⁻¹)				CV
	0	10	20	30	
Comprimento do fruto (mm)	33,51 ab	33,00 b	33,37 ab	33,55 a	1,9
Perda de massa (%)	10,21 ab	9,78 b	10,04 ab	10,53 a	8,77
Massa da casca (g)	5,23 a	4,61 b	4,59 b	4,91 ab	12,94
Massa da semente (g)	3,07 ab	2,98 b	3,04 ab	3,19 a	7,72
Rendimento de polpa (%)	61,60 b	63,98 ab	64,43 a	63,27 ab	5,11
Rendimento de casca (%)	24,27 a	19,66 c	21,49 bc	22,25 ab	12,6

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A perda de massa dos frutos, segundo Chitarra e Chitarra (2005), está entre os principais distúrbios fisiológicos na pós-colheita, e está diretamente relacionada a transpiração e respiração durante o armazenamento. De acordo com Lopes et al. (2007), a respiração utiliza açúcares, ácidos orgânicos e lipídios, em seguida ocorre a senescência e morte dos tecidos.

No presente trabalho, o GA₃ independente da concentração não foi efetivo para a perda de massa dos frutos, no período de armazenamento de 15 dias. Segundo Lopes et al. (2007), a respiração e transpiração são os principais processos envolvidos na perda de massa de fruto, os quais são influenciados diretamente pela temperatura e a atmosfera do ambiente de armazenamento. Os mesmos autores verificaram maior perda de massa, apresentando comportamento linear, em frutos de umbu-laranja em condição ambiente, quando comparado a condição refrigerada. Conforme Moura et al. (2013) a atmosfera modificada foi fator determinante na redução da perda de massa em frutos de umbuzeiro em condição ambiente.

Quanto ao tempo de avaliação, verificou-se comportamento linear crescente. Esse comportamento, segundo Leliève et al. (1997), pode ser observado para frutos climatéricos, que aumentam bruscamente a respiração após a colheita. Como observado para o umbu, no presente estudo, cuja perda de massa elevou-se ao longo do período de armazenamento, independente das concentrações de GA₃ (Figura 5).

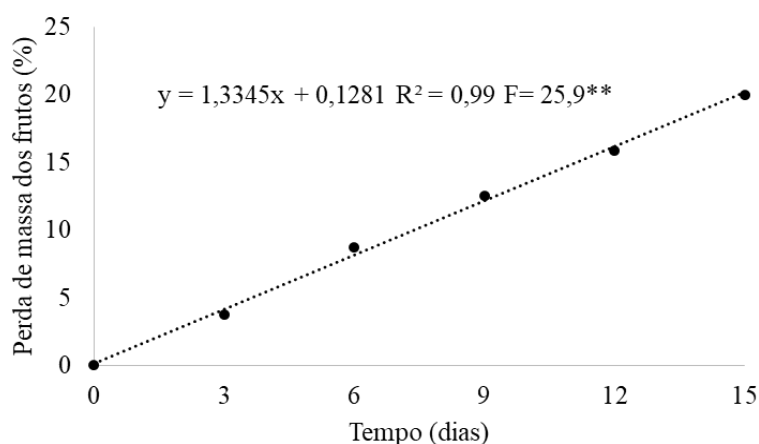
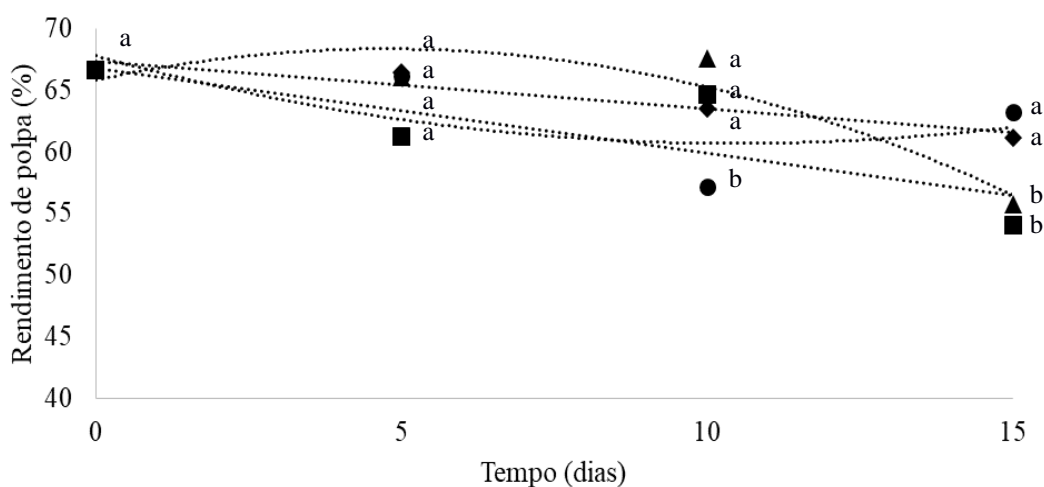


Figura 5. Perda de massa de frutos (%) de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Para o rendimento de polpa do umbu, os tratamentos com diferentes concentrações de GA₃ foram significativos a 1%. Enquanto, para o tempo de armazenamento e a interação, verificou-se diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. Os tratamentos não diferiram aos 0 e 5 dias de armazenamento, sendo que ao 10º dia, a concentração de 30 mgL⁻¹ de GA₃ apresentou menor rendimento de polpa, diferindo dos demais tratamentos (Figura 6).

Quando avaliado o rendimento de polpa aos 15 dias de armazenamento, a concentração de 10 mgL⁻¹ e a testemunha apresentaram menores rendimentos de polpa, sem diferir entre si, com redução média de rendimento de 11,7% quando comparado com a avaliação inicial para os respectivos tratamentos. Como observado para os tratamentos com concentrações de 20 e 30 mgL⁻¹ de GA₃ com valores médios de rendimento de polpa de 61,17 e 63,17%, respectivamente, diferindo apenas em relação a testemunha e na concentração de 10 mgL⁻¹. Estes dados evidenciam que as concentrações de 20 e 30 mgL⁻¹ de GA₃ influenciaram positivamente no rendimento de polpa dos frutos armazenados em condição refrigerada (Figura 6).

Resultados semelhantes em rendimento de polpa foram obtidos por Costa et al. (2004), para o rendimento de polpa de umbu no estágio “de vez”, cultivados em Juazeirinho, PB, cuja média de rendimento foi 66,09 %. Assim como observado por Santos et al. (2015), para abacate Manteiga com uso de recobrimentos comestíveis a base de cera de carnaúba e extratos de própolis alcoólico e aquoso, com redução do rendimento de polpa com o avanço da senescência dos frutos.



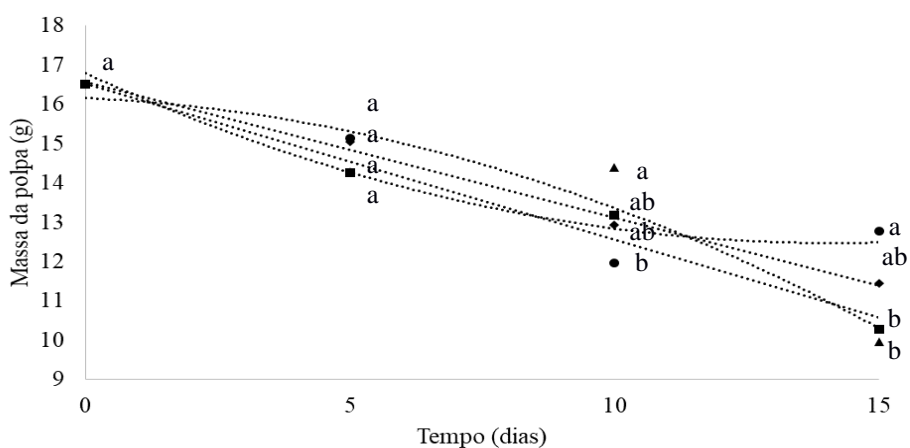
- Testemunha (y = -0,6872x + 66,754 - R² = 0,64 F= 14,59**)
- ▲ 10 mgL⁻¹ (y = -0,1123x² + 1,0639x + 65,825 - R² = 0,87 F= 14,54**)
- ◆ 20 mgL⁻¹ (y = -0,383x + 67,305 - R² = 0,91 F= 3,20*)
- 30 mgL⁻¹ (y = 0,0645x² - 1,3509x + 67,756 - R² = 0,51 F= 8,89**)

Figura 6. Rendimento de polpa de frutos (%) de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada – PE. 2019.

Para massa da polpa do umbu, não houve diferença significativa entre os tratamentos com diferentes concentrações de GA₃ pelo teste de Tukey, enquanto que o tempo de armazenamento e a interação foram significativos a 5% (Tabela 2). Quanto avaliado no tempo, a massa da polpa apresentou comportamento linear, com redução da massa de 16,50 g na avaliação dia 0 para valor médio de 11,12 g no armazenamento final (15 dias). Para a interação verificou-se o mesmo comportamento, sendo que as doses só influenciaram no tempo aos 10 e 15 de armazenamento, com maiores médias nos tratamentos testemunha, 10 e 20 mgL⁻¹ de GA₃ ao 10º dia e 20 e 30 mgL⁻¹ de GA₃ ao 15º dia (Figura 7).

O comportamento linear decrescente da massa de polpa do umbu verificado no presente estudo, pode estar relacionado a perda de água dos frutos em função do tempo de armazenamento, processo comum com a evolução do amadurecimento e senescência na pós-colheita de frutos climatéricos (Silva et al. 2004). Os resultados não significativos para os tratamentos avaliados de forma isolada evidenciam a necessidade de mais estudos com outras concentrações e tempos de imersão. De acordo com Rossetto et al. (2004), o GA₃ influencia nas desordens fisiológicas no armazenamento por estar diretamente ligado a inibição da síntese de etileno.

Na interação os tratamentos com concentração de 20 e 30 mgL⁻¹ de GA₃ apresentaram significância, diferindo dos demais tratamentos, aos 15 dias de armazenamento, com maior conservação da massa da polpa. Esse comportamento pode estar associado a ação do GA₃ na conservação dos tecidos por ação sobre as enzimas e etileno que atuam na senescência e maturação dos frutos. Segundo Ozkaya et al. (2006), aplicações pré-colheita de 10 mgL⁻¹ de GA₃ em cerejas resultaram em menor perda de massa durante 28 de armazenamento refrigerado.



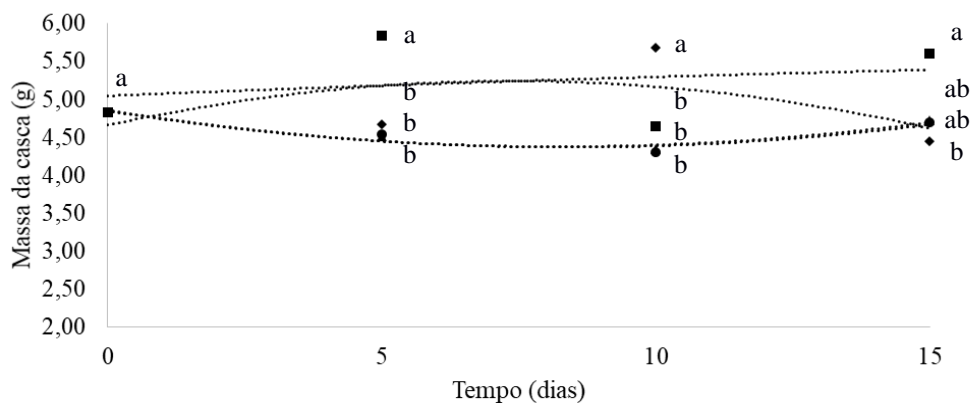
- Testemunha ($y = -0,3958x + 16,521 - R^2 = 0,97 F= 24,19^{**}$)
- ▲ 10 mgL^{-1} ($y = -0,022x^2 - 0,0596x + 16,157 - R^2 = 0,89 F= 27,14^{**}$)
- ◆ 20 mgL^{-1} ($y = -0,3454x + 16,573 - R^2 = 0,99 F= 18,05$)
- 30 mgL^{-1} ($y = 0,0217x^2 - 0,6121x + 16,79 - R^2 = 0,87 F= 15,79$)

Figura 7. Massa da polpa de frutos (g) de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Houve diferença significativa isolada para massa da casaca dos frutos em função da aplicação das diferentes concentrações de GA₃ com maiores valores médios para a testemunha (5,23g) e a concentração de 30 mg L⁻¹ de GA₃ (4,91g), sem diferir entre si (Tabela 3). Enquanto que os dias de armazenamento não afetaram significativamente esta variável.

Já a interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento foi significativa, mas o tempo não interferiu estatisticamente nos tratamentos. Em relação aos tratamentos no tempo, foi significativo aos 5, 10 e 15 dias, observando-se maior média (5,61g) para a testemunha, ao 15º dia de armazenamento (Figura 8). Nesse sentido não houve influência do GA₃ na variável massa da casaca dos frutos de umbuzeiro.

Segundo Campos et al. (2007), a temperatura de armazenamento tem maior influência nos distúrbios da pós-colheita de frutos de umbuzeiro. Os mesmos autores observaram que frutos de umbuzeiro armazenados a 12 °C tinham vida útil de 14 dias sem perda de massa e/ou demais alterações fisiológicas e de cor. Corroborando com Moura et al. (2013), que verificaram aumento da podridão de umbu maduro armazenado em temperatura ambiente (23 °C) quando comparados com refrigeração.



- Testemunha ($y = -0,0004x^2 + 0,0288x + 5,049$ $R^2 = 0,06$ $F = 4,39^{**}$)
- ▲ 10 mgL⁻¹ ($y = 0,007x^2 - 0,115x + 4,85$ $R^2 = 0,94$ $F = 0,55^{ns}$)
- 20 mgL⁻¹ ($y = 0,0069x^2 - 0,1161x + 4,8595$ $R^2 = 0,89$ $F = 0,66^{ns}$)
- ◆ 30 mgL⁻¹ ($y = -0,0107x^2 + 0,1579x + 4,6595$ $R^2 = 0,33$ $F = 3,74^*$)

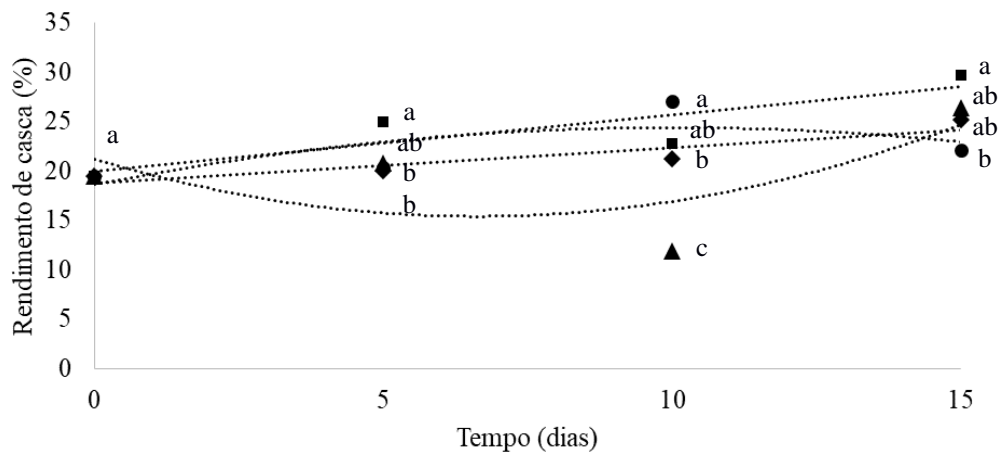
Figura 8. Massa da casca de frutos (g) de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Quando avaliado o rendimento de casca dos frutos, observou-se significância para os tratamentos, tempo de armazenamento e para a interação. A interação foi significativa ao nível de 5%, sendo que os tratamentos não diferiram da testemunha aos 5, 10 e 15 dias de armazenamento (Figura 9).

Segundo Mendes (1990), a porcentagem de casca do umbu foi 22%, assim como encontrado por Silva et al. (1987). Ao passo que Melo et al. (2012), encontraram rendimento de casca de 16,60 e 28,08% para frutos “de vez”.

Já Lopes et al. (2007), relataram redução da porcentagem de casca a medida que os frutos estavam em estágio mais avançado de maturação. O que indica que o comportamento quadrático observado ao longo do tempo de armazenamento no presente estudo pode estar relacionado à senescência dos frutos. Podendo a casca ter menor perda devido alta concentração de pectina (EMBRAPA, 2015).

Pereira et al. (2014) aplicando diferentes doses de GA₃ na pré-colheita de atemoia “Gefner” verificou redução do rendimento de casca e aumento do rendimento de polpa a medida que aumentava as doses de GA₃. Isso ocorre devido a ação do GA₃ na formação e desenvolvimento dos frutos ainda ligados à planta mãe, sendo que na pós-colheita ainda não há relatos precisos da ação desse regulador.



- Testemunha $(y = 0,567x + 20,02 - R^2 = 0,73 F= 11,95^{**})$
- ▲ 10 mgL⁻¹ $(y = 0,1322x^2 - 1,7486x + 21,207 - R^2 = 0,47 F= 23,47^{**})$
- ◆ 20 mgL⁻¹ $(y = 0,3614x + 18,782 - R^2 = 0,83 F= 4,25^{**})$
- 30 mgL⁻¹ $(y = -0,0576x^2 + 1,1532x + 18,646 - R^2 = 0,55 F= 7,43^{**})$

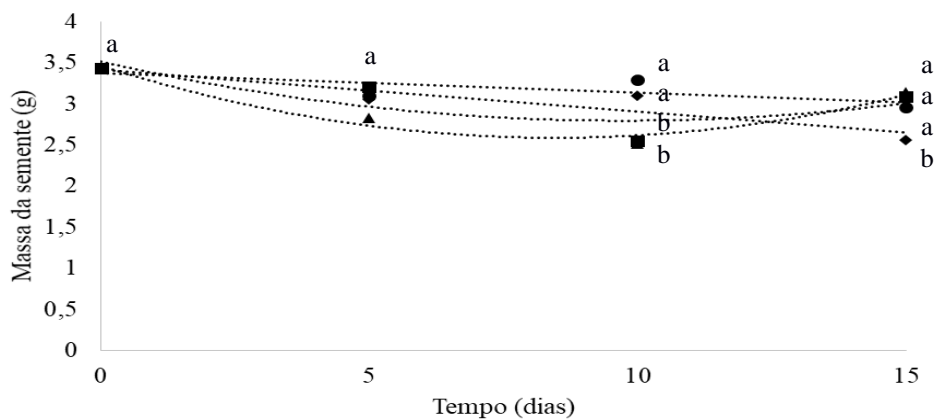
Figura 9. Rendimento de casca de frutos (%) de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Quanto a massa da semente verificou-se significância para os tratamentos, tempo de armazenamento e para a interação. Os tratamentos influenciaram no tempo de armazenamento apenas aos 10 e 15 dias, com maior massa da semente nos tratamentos de 20 e 30 mgL⁻¹ de GA₃ em 10 dias de armazenamento. No 15º dia, os tratamentos com concentração de 10 e 30 mgL⁻¹ de GA₃ apresentaram maiores valores em massa da semente, contudo não diferiram da testemunha (Figura 10).

Quando avaliado o tempo de forma isolada para a variável massa da semente, verificou-se comportamento quadrático, com perda até ao 10º dia e tendência a uniformização do 10º ao 15º de armazenamento (Figura 10). Possivelmente, houve perda de reservas da semente ao longo do tempo de armazenamento, podendo a penetração na semente pelo GA₃ ter sido inibida pela alta lignificação do endocarpo. Todavia, não há relato na literatura sobre a perda de reserva e ação do GA₃ com a semente ainda no fruto.

Quando a semente está desligada do fruto, Azevedo et al. (2003) observaram queda no vigor de sementes de gergelim ao longo do tempo de armazenamento em condições controladas, constatando significância para o tempo. Segundo Smaniotto et al. (2014), sementes de soja armazenadas em condição de 20 e 27 °C em diferentes umidades ao longo

do tempo de armazenamento, apresentaram perda de vigor, o que ocorre devido a perda de reservas. Ambos os autores atribuem esta redução as trocas de vapor d'água com o ambiente, uma vez que as sementes são hidrocópicas. Contudo, não há estudos que comprovem esses distúrbios com a semente ainda ligada ao fruto.



- Testemunha ($y = 0,0076x^2 - 0,1476x + 3,512 - R^2 = 0,68$ F= 12,42**)
- ▲ 10 mgL⁻¹ ($y = 0,0122x^2 - 0,2066x + 3,462 - R^2 = 0,96$ F= 13,69**)
- ◆ 20 mgL⁻¹ ($y = -0,0512x + 3,419 - R^2 = 0,85$ F= 11,45)
- 30 mgL⁻¹ ($y = -0,0244x + 3,378 - R^2 = 0,58$ F= 3,82*)

Figura 10. Massa da semente de frutos (g) de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Para o comprimento dos frutos, verificou-se diferença significativa de forma isolada em função da aplicação das diferentes concentrações de GA₃ e do tempo de armazenamento. Em relação ao tempo as médias apresentaram comportamento linear decrescente em função do período de armazenamento, com comprimento de 35,11 mm na avaliação inicial e 31,63 mm aos 15 dias de armazenamento, a redução mais acentuada ocorreu do dia 0 para o dia 5, com redução média de 1,32 mm (Figura 11).

Os tratamentos apresentaram valor médio em comprimento do fruto de 30 mm, não havendo diferença estatística entre as concentrações de 20 e 30 mgL⁻¹ de GA₃ e a testemunha, ao passo que a concentração de 10 mgL⁻¹ não diferiu dos tratamentos de 20 mgL⁻¹ e testemunha (Tabela 3).

Conforme Chitarra e Chitarra (2005), o comportamento linear verificado quanto ao tempo de armazenamento está relacionado ao processo de senescência e murchamento dos frutos

pela perda de água e degeneração de tecidos. Observou-se que as diferentes concentrações de GA₃ não interferiu no comprimento dos frutos, uma vez que as maiores médias em comprimento dos frutos foram verificadas na testemunha.

Os dados do presente estudo vão de encontro a Rossetto et al. (2004), que observou atuação do GA₃ na resistência dos tecidos celulares garantido ao fruto maior manutenção do seu formato original. Chitarra e Chitarra (2005) ressalta que a forma de aplicação das giberelinas devem garantir a entrada deste hormônio no citoplasma, dependendo ainda da sensibilidade dos tecidos do fruto e das condições ambientais.

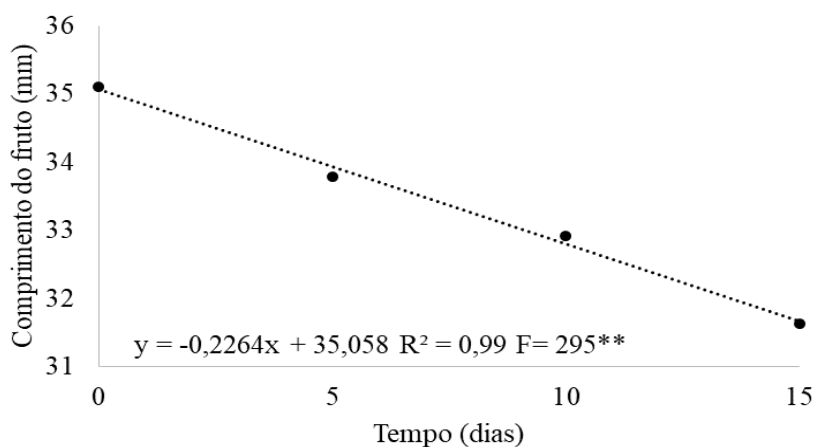


Figura 11. Comprimento dos frutos (mm) de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Para o diâmetro dos frutos apenas para o tempo de armazenamento foi significativo, sendo verificado comportamento linear, com redução média de 5 mm (Figura 12). Segundo Brachmann et al. (2002) a aplicação de giberelina pode inibir parcialmente a ação do etileno e retardar o amolecimento dos frutos. Os mesmos autores verificaram que aplicações de GA₃ em caqui proporcionou valores positivos em firmeza de polpa. A firmeza de polpa esta relacionada ao amolecimento do fruto podendo interferir nos valores de diâmetro pela ocorrência de perda e água e murcha dos tecidos.

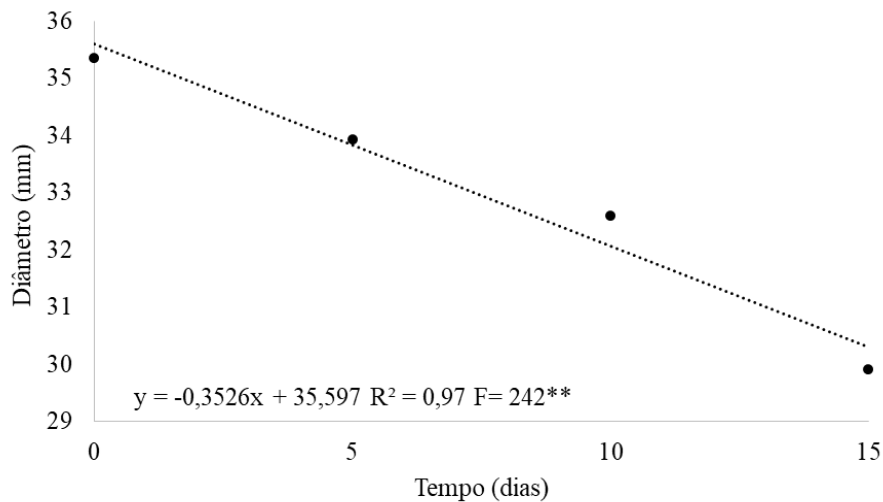


Figura 12. Diâmetro dos frutos (mm) de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Quanto ao formato do fruto apenas o tempo apresentou significância ao nível de 5%, apresentando comportamento quadrático (Tabela 1). O aumento no valor médio do formato dos frutos observado no presente estudo ao longo do tempo de armazenamento esta relacionado a queda em diâmetro dos frutos, visto que o formato é proveniente da relação comprimento/diâmetro (Figura 13).

Na literatura não há estudos de pós-colheita com umbu que tenham analisado esta variável. Todavia, por depender dos valores de diâmetro e comprimento do fruto, possivelmente diferentes concentrações possam apresentar interferência, sendo necessário outros estudos.

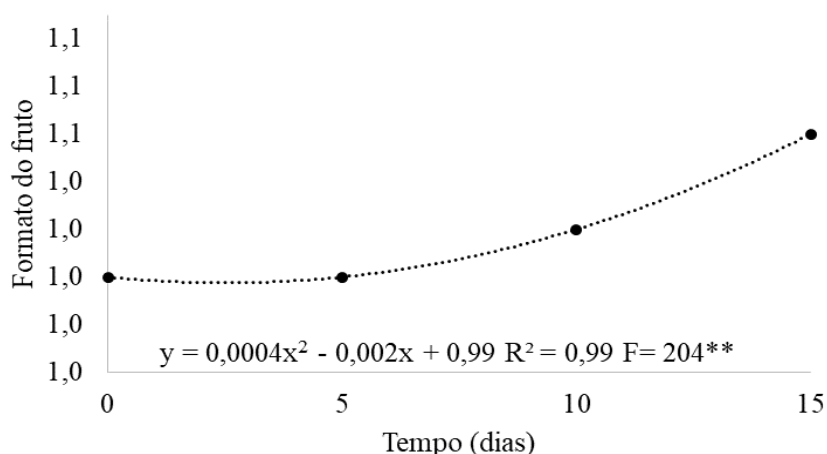


Figura 13. Formato de frutos de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

5.2. Atributos químicos

Para as variáveis químicas pH, “ratio” e índice tecnológico a interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento mostrou-se significativa, já os tratamentos com diferentes concentrações de GA₃ foram significativos apenas para a variável pH e “ratio”. Enquanto que o tempo foi significativo para todas as variáveis químicas (Tabela 4).

Tabela 4. Valores de F da análise de variância, médias e coeficientes de variação (CV) das variáveis pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), “ratio” (RT) e índice tecnológico (IT) de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ e ao longo do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

FV	GL	pH	SS	AT	RT	IT
Tratamentos (A)	3	47,96**	0,92 ^{ns}	0,89 ^{ns}	10,52**	1,57 ^{ns}
Tempo (B)	3	400,09**	14,53**	23,44**	8,56**	4,10**
A x B	9	24,81**	0,43 ^{ns}	0,97 ^{ns}	5,21**	2,28*
Média		2,82	9,97	3,57	2,71	6,29
CV (%)		2,00	10,39	11,98	15,53	11,98

^{ns}= não significativo; *= significativo a 5%; **= significativo a 1% pelo teste F.

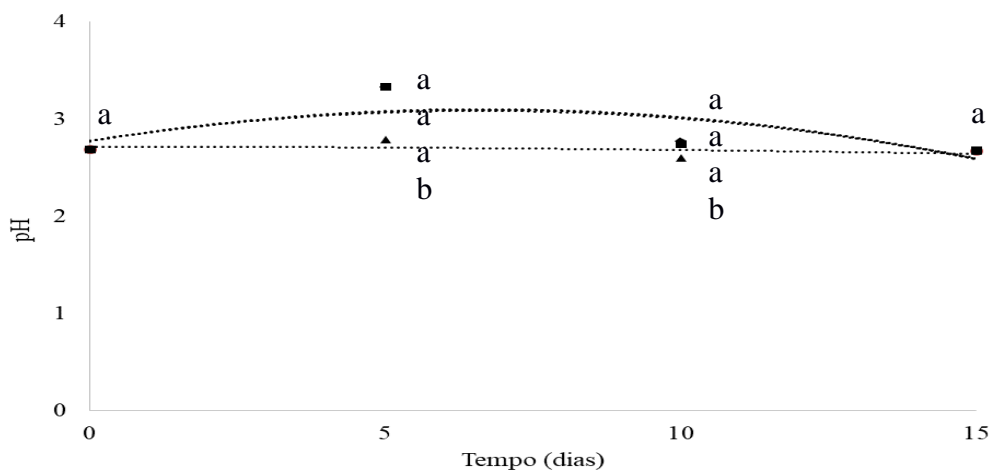
Tabela 5. Comparação de média das variáveis pH, e “ratio” (RT) de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Variáveis	Concentrações de GA ₃ (mgL ⁻¹)				CV
	0	10	20	30	
pH	2,87 a	2,87 a	2,86 a	2,69 b	2,00
RT	2,28 b	2,89 a	2,71 a	2,97 a	15,53

Médias com mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável pH observou-se comportamento em função do tempo de armazenamento. Quando avaliadas as diferentes concentrações de GA₃ de forma isolada verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos de 10 e 20 mgL⁻¹ e a testemunha, com pH médio de 2,87, 2,87 e 2,86, respectivamente. Sendo que o tratamento com concentração de 30 mgL⁻¹ de GA₃ diferiu dos demais com valor médio de pH de 2,69.

Houve diferença significativa para os tratamentos em relação ao tempo apenas nas concentrações de 10 e 20 mgL⁻¹ de GA₃ aos cinco e 10 dias de armazenamento, ao passo que o tempo de armazenamento de 0, 5, 10 e 15 dias influenciaram significativamente nos tratamentos com diferentes concentrações de GA₃. Apenas aos 15 dias não houve modelo matemático ajustável (Figura 14).



- Testemunha ($y = -0,0072x^2 + 0,096x + 2,775$ $R^2 = 0,51$ $F = 152^{**}$)
- ◆ 10 mgL⁻¹ ($y = -0,0074x^2 + 0,0986x + 2,773$ $R^2 = 0,53$ $F = 155^{**}$)
- 20 mgL⁻¹ ($y = -0,007x^2 + 0,0926x + 2,778$ $R^2 = 0,48$ $F = 155^{**}$)
- ▲ 30 mgL⁻¹ ($y = -0,0003x^2 - 0,0005x + 2,7175$ $R^2 = 0,18$ $F = 10,48^{**}$)

Figura 14. pH de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Teodosio (2019), avaliando pós-colheita de umbu recoberto com microalgas e óleo da semente da romã observou que o tempo foi significativo, com valores médios de pH entre 2,60 a 2,24. Siqueira et al. (2015), testando revestimento nanolaminado constituído por alginato e quitosana para umbu armazenado em câmara fria (8° C), verificou tendência de queda do pH até o 5° dia de armazenamento com posterior elevação até o 10° dia e queda até o 18° dia, sendo o pH mais ácido encontrado ao fim do experimento em torno de 2,2.

A ausência de diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos com diferentes concentrações de GA₃ pode estar associado a ineficiência das concentrações de GA₃ na manutenção do pH do fruto, sendo este influenciado pelo processo natural de maturação ao longo do tempo de armazenamento. Verificou-se que os valores de pH do tratamento com 30 mg L⁻¹ de ácido giberélico não se ajustaram a nenhum modelo matemático (Figura 14). De alguma forma o tratamento de 30 mgL⁻¹ promoveu menor pH nos frutos sob condição refrigerada, provavelmente em decorrência de desbalanço hormonal durante o armazenamento. De acordo com Lopes et al. (2007) esse aumento na acidez pode ocorrer em função da ação de enzimas do ciclo de Krebs que em alguns casos aumentam suas atividades durante o amadurecimento, sem conhecimento do que pode provocar este evento.

O comportamento quadrático para o pH obtido neste trabalho difere dos resultados encontrados por Silva et al. (2008) quando avaliou frutos de umbuzeiro armazenados em 3 níveis de temperatura (11, 14 e 25° C), obtendo estabilidade no pH dos frutos até o 13° dia de avaliação. Contudo assemelha-se com os resultados obtidos por Rafael (2018) quando não verificou diferença significativa, em relação ao controle, para o pH de frutos de tomateiro submetidos a aplicação pós-colheita com GA₃ e GA₃ + etileno, até o 10° dia de armazenamento.

Os sólidos solúveis apresentaram comportamento quadrático inversamente proporcional ao pH sendo influenciado significativamente apenas pelo tempo de armazenamento (Tabela 4). A elevação dos sólidos ao longo do período de armazenamento (Figura 15) pode esta associada ao processo de transpiração/respiração do fruto responsável pela perda de água e

aumento da concentração dos açúcares (ATAÍDE et al., 2017). Nesse sentido, pode-se inferir que os tratamentos não interferiram no processo de maturação do fruto, podendo ainda ser testado doses de maior concentração de GA₃ e com tempo de imersão superior ao usado no presente estudo.

Brackmann et al. (2002) avaliando a qualidade pós-colheita de Caqui Kyoto com aplicação pré-colheita de GA₃ e aminoetoxivinilglicina verificaram aumento do teor de sólidos solúveis no tratamento de 600 g.ha⁻¹ de GA₃. Já Ramos (2013) comparando produtos de efeito fisiológico na conservação de frutos de tomate “Giuliana” constatou variação do teor de sólidos solúveis em função da aplicação dos tratamentos, sendo os maiores valores encontrados no tratamento com GA₄₊₇ + benzilaminopurina e o menor para o tratamento controle.

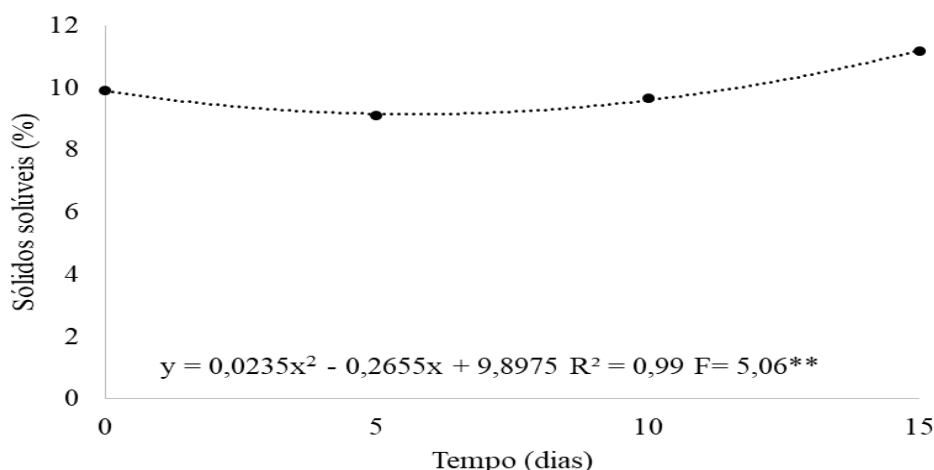


Figura 15. Teor de Sólidos solúveis de frutos (°Brix) de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Para a acidez titulável o tempo de forma isolada foi significativo, apresentando comportamento quadrático, aumentando de 3,27% na avaliação inicial à 4,2% aos 15 dias de armazenamento (Figura 16).

Os dados de acidez titulável do presente estudo corroboram com Antunes et al. (2006), onde verificaram que apenas o tempo de armazenamento interferiu na acidez titulável de frutos de aceroleira armazenados em condição refrigerada e submetido a diferentes concentrações de GA₃ e citocinina (50 e 100 mgL⁻¹). Os mesmos foram observados por

Steffens et al (2011), quando aplicaram GA₃ na pré-colheita de ameixa “Laetitia” e Pereira et al. (2014), em frutos de atemoieira “Gefner”, aplicando GA₃ 14 dias antes da antese e sete, 21 e 35 dias após a antese.

No atual estudo a ação do GA₃ na manutenção da acidez titulável do fruto não foi verificada visto que este possivelmente atuaria como opositor a biossíntese do etileno e com isso reduziria o processo de maturação e elevação da concentração de ácidos. Para o presente estudo os dados de acidez obtidos expressam o comportamento natural de maturação dos frutos de umbuzeiro.

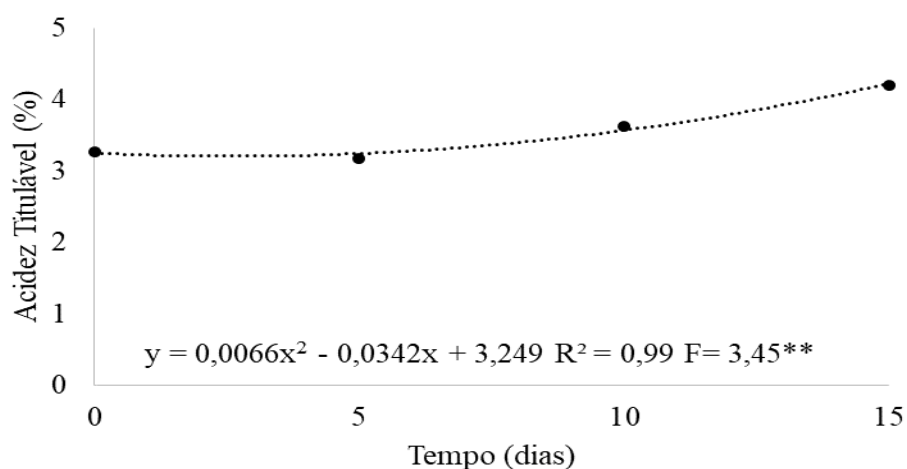
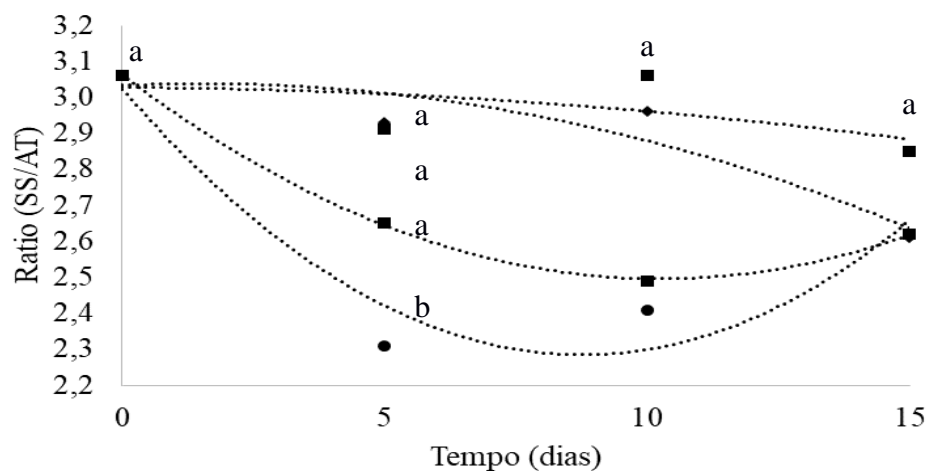


Figura 16. Acidez titulável de frutos (%) de umbuzeiro armazenados em condição refrigerada em função do tempo de armazenamento. Serra Talhada, PE, 2019.

Verificou-se para a relação sólidos solúveis/acidez titulável (“ratio”) que não houve diferença significativa entre as concentrações de 10, 20 e 30 mgL⁻¹ de GA₃, sendo o menor valor (2,28) encontrado para a testemunha, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 5). Quando avaliado no tempo verificou-se comportamento quadrático apresentando redução até o 5º dia e posterior queda do 10º para o 15º dia de armazenamento. Quanto a interação para o “ratio” o tempo não foi significativo, enquanto que as diferentes concentrações de GA₃ foram significativas aos 5 e 10 dias de armazenamento, nesse período a testemunha diferiu dos demais tratamentos e não houve diferença entre as concentrações de 10, 20 e 30 mgL⁻¹ de GA₃ (Figura 17).



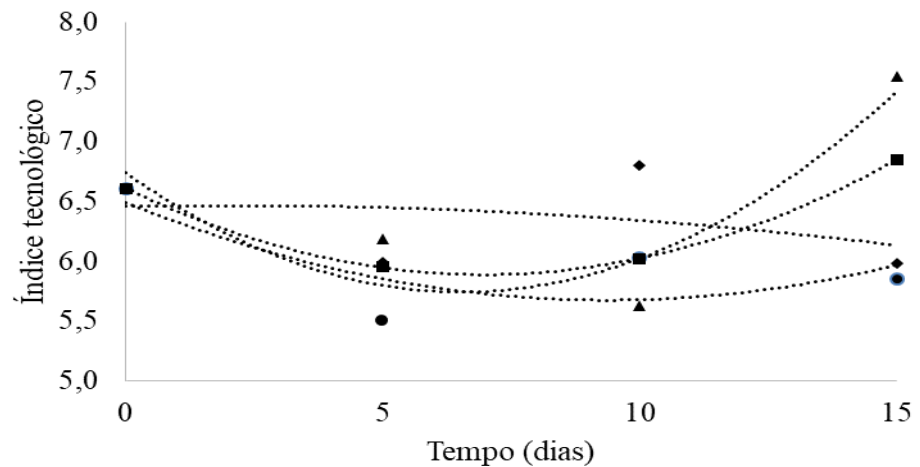
- Testemunha ($y = 0,0096x^2 - 0,1684x + 3,023$ $R^2 = 0,92$ $F = 21,14^{**}$)
- ◆ 10 mgL^{-1} ($y = -0,0022x^2 + 0,0066x + 3,033$ $R^2 = 0,87$ $F = 1,06^{\text{ns}}$)
- 20 mgL^{-1} ($y = 0,0054x^2 - 0,1106x + 3,062$ $R^2 = 0,99$ $F = 1,66^{\text{ns}}$)
- ▲ 30 mgL^{-1} ($y = -0,0006x^2 - 0,0006x + 3,027$ $R^2 = 0,36$ $F = 0,31^{\text{ns}}$)

Figura 17. Relação sólidos solúveis/ácidez titulável (“ratio”) de frutos de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

O valor médio de “ratio” de 2,71 encontrado neste trabalho difere do obtido por Santos et al. (2010), que obtiveram valor médio de 7,57 avaliando atributos de qualidade em frutos de umbu-cajá. Moura et al. (2013) verificaram decréscimo do “ratio” em frutos verdes de umbuzeiro sob atmosfera ambiente, todavia, com média final próxima a cinco, acima da obtida nesta pesquisa.

O “ratio” representa uma proporção que resume o estado de conservação do fruto (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Segundo EMBRAPA (2004), o “ratio” para na cultura da uva (*Vitis vinifera* L.) é um fator determinante do sabor e paladar, muito utilizado para determinação do ponto de maturação. A redução desta variável ao longo do armazenamento, no presente estudo, é devido ao aumento quadrático do °Brix e da acidez titulável dos frutos testados, possivelmente em decorrência do processo de maturação do fruto e senescência de tecidos. Em concordância com Lima et al. (2002), onde verificaram elevação do “ratio” à medida que aumentava o nível de maturação do fruto.

Na interação para o índice tecnológico os tratamentos e o tempo não foram significativos, exceto aos 15 dias de armazenamento com maior média para a concentração de 30 mgL⁻¹ de GA₃ (7,55), não diferindo do tratamento com concentração de 20 mgL⁻¹ (6,85), (Figura 18). Quanto ao tempo de forma isolada o índice tecnológico apresentou comportamento quadrático com médias variando de 6,61 na avaliação inicial para 6,56 aos 15 dias de armazenamento (Figura 19).



- Testemunha (y = 0,0093x² - 0,1745x + 6,4925 R² = 0,57 F= 1,38^{ns})
- ◆ 10 mgL⁻¹ (y = -0,002x² + 0,0084x + 6,457 R² = 0,13 F= 0,29^{ns})
- 20 mgL⁻¹ (y = 0,0149x² - 0,2077x + 6,6115 R² = 0,99 F= 2,21*)
- ▲ 30 mgL⁻¹ (y = 0,0234x² - 0,3058x + 6,741 R² = 0,83 F= 3,47**)

Figura 18. Índice tecnológico de frutos de umbuzeiro submetidos a diferentes concentrações de GA₃ em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

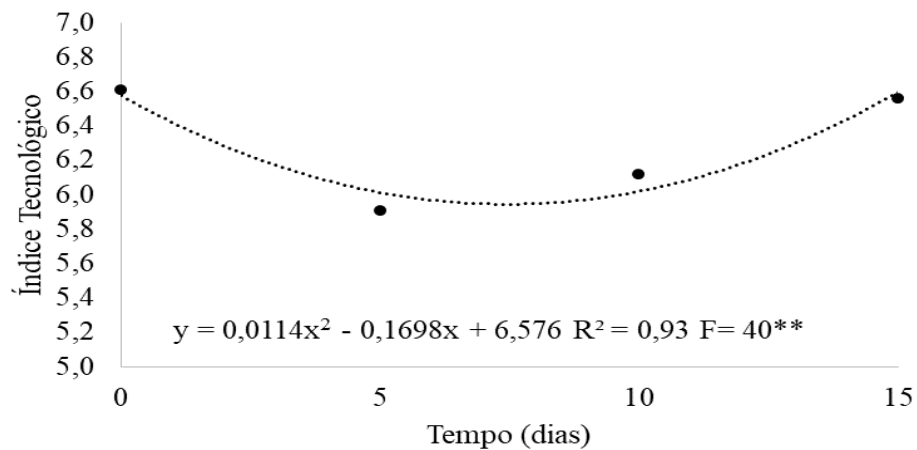


Figura 19. Índice tecnológico de frutos de umbuzeiro em função do tempo de armazenamento em condição refrigerada. Serra Talhada, PE, 2019.

Conforme Santos et al. (2010) o índice tecnológico (IT) expressa o potencial agroindustrial dos frutos, frutos com IT elevado possuem maior potencial de concentração de sólidos solúveis. O mesmo autor caracterizando frutos de umbu-cajá encontrou IT médio de 14,7%, bem acima dos dados obtidos no presente estudo. Lima (2012) trabalhando com seleção e propagação de umbu-cajazeira observou IT médio de 7,91. Para Chitarra & Chitarra (2005) o índice IT acima de 4,4 é o preferível pelas as indústrias de processamento.

6. CONCLUSÃO

As concentrações de ácido giberélico não apresentaram interferência significativa quanto aos atributos físicos de frutos de umbuzeiro em condição refrigerada, com exceção para a massa da polpa e rendimento de polpa que apresentaram melhores resultados para as concentrações de 20 e 30 mgL⁻¹ de GA₃. A perda de massa dos frutos não diferiu da testemunha entre os tratamentos aplicados, sendo a maior perda obtida na concentração de 30 mgL⁻¹ de GA₃. O tempo de armazenamento foi o fator de maior interferência sobre os atributos físico-químicos, contudo, para o “ratio” há interferência das concentrações de GA₃ até o 10º dia de armazenamento. Existe a necessidade de mais investigações quanto ao emprego de GA₃ na conservação pós-colheita do umbu, com teste de outras concentrações e tempo de imersão afim de comprovar a eficiência deste regulador na manutenção da vida pós-colheita de umbu em condição refrigerada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.L.S.; ALBUQUERQUE, U.P.; CASTRO, C.C. **Reproductive biology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), an endemic fructiferous species of the caatinga (dry forest), under different management conditions in northeastern Brazil.** Journal of Arid Environments, vol. 75, n. 4, pag. 330- 337, 2011.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação eco geográfica. **Revista Caminhos da Geografia**, vol. 9, n. 27, p. 143-155, Uberlândia – MG, 2008.

ANTUNES, A. M.; VALMÓRBIDA, J.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Uso de reguladores vegetais na conservação refrigerada de acerolas (*Malpighia glabra* L.). Lavras: **Ciênc. agrotec.**, vol. 30, n. 6, pag. 1241-1245, 2006.

AQUINO, C. F.; SALOMÃO, L. C. C.; AZEVEDO, A. M. Qualidade pós-colheita de banana “Maçã” tratada com ácido giberélico avaliada por redes neurais artificiais. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, vol. 51, n.7, pag. 824-833, 2016.

ARAÚJO, A. A. de; LIMA, M. A. C. De; SILVA, R. P. d; TRINDADE, D. C. G. da; OLIVEIRA, A. B. O. **Utilização de revestimentos para conservação pós-colheita de umbu**. Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. Washington, ed.11^o, pag. 1015, 2005.

AZEVEDO, M. R. de Q. A.; GOUVEIA, J. P. G. de G.; TROVÃO, D. M. de M.; QUEIROGA, V. de P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. Campina grande: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 7, n. 3, pag. 519-524, 2003.

BARRETO, L. S; CASTRO, M. S. de. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do umbu**. Embrapa Recursos genéticos e Biotecnologia, 64 pag., Brasília-DF, 2010.

BARROS, S. A.; RODRIGUES, J. D.; RODRIGUES, S. D.; PEDRAS, J. F. Efeito do ácido giberélico e do uniconazole na fisiologia pós-colheita do limão ‘Tahiti’ (*Citruslatifolia* Tanaka). **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 13, n. 3, pag. 223-226, Cruz das Almas, 1991.

BIASI, L. A.; ZANETTE, F. Ácido giberélico isolado ou associado com cera na conservação pós-colheita da lima ácida “tahiti”. **Scientia Agraria**, vol.1, n^o 1-2, pag. 39-44, 2000.

BRACKMANN, A.; GIRARDI, C. L.; BENDER, R. J.; CARON FILHO, O. R. **Armazenamento refrigerado**. Brasília-DF, IN: Frutas do Brasil – MAPA/EMBRAPA, vol., 39, pag. 58-66, 2004.

BRACKMANN, A.; MELLO, A. M. do; FREITAS, S. T. de. Qualidade pós-colheita de caqui ‘kyoto’, tratados com ácido giberélico e aminoetoxivinilglicina em pré-colheita. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, vol. 9, n. 1, pag. 48-55, 2002.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. Natal: Ed. Universitária UFRN, 540 pag., 1960.

CAMPOS, C. O. **Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita**. 2007. 113 f. IN: Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007.

CAMPOS, C. O.; OLIVEIRA, J. P.; ASSUNÇÃO, M. V.; ALMEIDA, F. C. G.; ARAGÃO, R. G. M. **Efeito do ácido giberélico na germinação de semente e vigor de plântulas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara).** In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS. Anais: UNEB, p.36, Juazeiro–BA, 1994.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicação de Reguladores Vegetais na Agricultura Tropical.** Guaíba: Agropecuária, ag. 131, 2001.

CAVALCANTI, N. de B. R.; RESENDE, G.; MILANEZ, B.; LIMA, L. T. **Desenvolvimento do Imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) na Região SemiÁrida do Nordeste.** EMBRAPA Semiárido, pag. 688–692, Curitiba, 2009.

CAVALCANTI, N.B.; RESENDE, G.M. Ocorrência de xilopódios em plantas nativas de imbuzeiro. **Revista Caatinga**, vol. 19, n. 3, pag. 287-293, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** UFLA – 2ª ed., pag. 543, Lavras - MG, 2005.

COSTA, N. P. da; LUZ, T. L. B.; GONÇALVES E. P.; BRUNO, R. de L. A. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* ARR. CÂM.), colhidos em quatro estádios de maturação. **Biosci. J.**, vol. 20, n. 2, pag. 65-71, Uberlândia, 2004.

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**, vol. 40, n. 4, pag. 140-149, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Potencialidades do fruto do umbuzeiro para a agroindústria de alimentos.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. ISSN 1808-9992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Cultivo da videira.** Embrapa Semiárido, 2004. Disponível em <http://www.cpatas.embrapa.br:8080/sistema_producao/spvideira/colheita.htm>. Acesso em maio de 2019.

FLUHR, R.; MATTOO, A. K. Ethylene-Biosynthesis and Perception. **Critical reviews in Plant Sciences**, vol. 15, n.5/6, pag. 479-523, 1996.

FERREIRA, D.F. Sisvar: Um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, vol. 35, n. 6, pag. 1039-1042, 2011.

FONSECA, N. **Propagação e plantio do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) para a agricultura familiar do Semiárido Baiano.** EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 1ª ed., 23 pag., Cruz das almas-BA, 2015.

GOMES, I. A. S.; GONZAGA, L. F. M. **A relevância econômica, social e educacional do Umbu (*Spondias tuberosa*) para os extrativistas nordestinos e sua família.** IN: 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves-RS, 2018.

GRANJA, R. C. B.; CUNHA, M. G. C. da. **Avaliação do efeito do revestimento a base de quitosana na conservação pós-colheita do umbu.** IN: XXIII CONIC, VII CONITI, IV ENIC, Recife-PE: UFRPE, 2015.

GRIERSON, W.; WARDOWSKI, W. F. Relative humidity effects on the postharvest life of fruits and vegetables. **Hort Science**, vol. 13, pag. 570-574, 1978.

HOJO, R. H.; JOSÉ, A. R. S.; HOJO, E. T. D.; ALVES, J. F. T.; REBOUÇAS, T. N. H.; DIAS, N. O. Qualidade de manga ‘Tommy atkins’ pós-colheita com uso de Cloreto de Cálcio na pré-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, vol. 31, n. 1, pag. 062-070, março de 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estatísticas econômicas**. 2017. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/outras-estatisticas-economicas.html>>. Acesso em junho de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO (INSA). **O umbuzeiro e o Semiárido**. INSA, 72 pag., Campina Grande, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, ed. 1ª, pag. 103-104, 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em 04 de fevereiro de 2019.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: Nacional, 7 ed., 777 pag., 1985.

JOMORI, M. L. L.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; TAVARES, S. Conservação refrigerada de Lima ácida ‘Tahiti’: uso de 1-metilciclopropeno, ácido giberélico e cera. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 25, n. 3, pag. 406-409, Jaboticabal-SP, dezembro 2003.

JÚNIOR, L. S.; FONSECA, N. F.; PEREIRA, M. E. C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga “Surpresa”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, vol. 29, n. 1, pag. 67-71, abril de 2007.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens, Avi, 532 pag., 1997.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C., BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: UFPel, 163 pag., 2002.

LEDERMAN, I.E.; SILVA JÚNIOR, J.F.; BEZERRA, J.E.F.; LIRA JÚNIOR, J.S. **Potencialidades das espécies de *Spondias* no desenvolvimento da fruticultura brasileira**. In: LEDERMAN, I.E.; LIRA JÚNIOR, J.S.; SILVA JÚNIOR, J.F. (Org.) *Spondias* no Brasil: umbu, cajá e espécies afins. Recife: IPA/UFRPE, 180 pag., 2008.

LIMA, M. A. C.; SILVA, S. M.; OLIVEIRA, V. R. **Umbu - *Spondias tuberosa***. Exotic Fruits, vol. 1, n. 1, pag. 427–433, 2018.

- LIMA, M. S. S. de. **Seleção e propagação de genótipos de umbu-cajazeira (*spondias sp.*) da região semiárida da Bahia**. Cruz das almas: IN: Dissertação de mestrado, UFRB, Embrapa mandioca e fruticultura, 2012.
- LIMA, M. A.; DURIGAN J. F. Reguladores vegetais na conservação pós-colheita de goiabas ‘paluma’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, vol. 24, n. 2, pag. 370-375, Jaboticabal – SP, 2002.
- LOPES, M. F. **Fisiologia da maturação e conservação pós-colheita do acesso umbu laranja (*spondias tuberosa* Arruda Câmara)**. UFPB/Centro de tecnologia, pós-graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos, 123 pag., João Pessoa-PB, 2007.
- MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, pag. 413, 2004.
- MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F. de O.; FIGUEIREDO, R. W. **Curso de especialização em Tecnologia de Processamento de sucos e polpas tropicais: matérias-primas**. ACEAS, cap. 22, pag. 219-224, vol. 2, Brasília-DF, 1998.
- MARCHAL, J.; NOLIN, J. Fruit quality: pré and post-harvest physiology. **Fruits**, Paris, spec.issue, pag.119-122, 1990.
- MELO, D. A.; ATAÍDE, E. M.; SILVA, M. de S. **Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiros no sertão pernambucano**. IN: XXII Congresso de Fruticultura, Bento Gonçalves, 2012.
- MENDES, B. V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do Semi- Árido**. Mossoró: ESAM, 66 pag., 1990.
- MODESTO, J. C.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E. O.; HABERMANN, G. Aplicação de ácido giberélico (GA₃) em pré-colheita de tangerina “Poncã” (*Citrus reticulata* Blanco). **Acta Scientiarum Agronomy**, vol. 28, pag. 3740, 2006.
- MOURA, F. T. de; SILVA, S. de M.; SCHUNEMANN, A. P. P.; MARTINS, L. P. **Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação**. UFCE/Centro de Ciências Agrárias, Revista Ciência Agronômica, vol. 44, n. 4, pag. 764-772, Fortaleza - CE, 2013.
- MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; MARTINS, L. P.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Evolução do Crescimento e da Maturação de Frutos de Cajazeira (*Spondiasmombin* L.). **Proceedings of The Interamerican Society for Tropical Horticulture**, vol. 47, pag. 231-233, 2003.
- NADIA, T.C.L.; MACHADO, I.C.; LOPES, A.V. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, vol. 30, n. 1, pag. 89-100, 2007.
- NASCIMENTO, C. E. S. de; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de; DRUMOND, M. A. **Banco de Germoplasma do Umbuzeiro: novos acessos e avaliações preliminares aos oito anos de idade**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, vol. 17, 2002. Belém. Anais... Belém: SBF, 2002. CD-ROM.

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G. **Tecnologia da produção do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. Lavras: UFLA, 101 pag., 2005.

OLIVEIRA, C. L.; SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P.; CHAVES, A. R. M.; AIDAR, S. de T. **Peso de frutos e produtividade de sete acessos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em Petrolina, PE**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2014, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. pag. 223-228. (Embrapa Semiárido. Documentos, 261).

OZKAYA, C.; DUNDAR, O.; KUDEN, A. Effect of preharvest gibberellic acid treatments on postharvest quality of sweet cherry. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, vol. 4, 2006.

PECH, J.C.; LATCHÉ, A.; BALAGUÉ, C.; BOUZAYEN, M.; LELIÈVRE, J. M. Postharvest physiology of climateric fruits: recent development in the biosynthesis and action of ethylene. **Scienza Alimentaria**, vol. 14, pag.3-14, 1994.

PEREIRA, M. C. T., SANTOS, R. K. A.; NIETSCH, S.; MIZOBUTSI, G. P.; SANTOS, E. F. dos. **Doses de ácido giberélico na frutificação efetiva e qualidade de frutos de atemoieira ‘Gefner’**. Botucatu: IN: V CONGRESSO INTERNACIONAL & ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE ANNONACEAE: do gene à exportação, vol. 36, edição especial, pag. 184-191, 2014.

RAFAEL, D. D.; CONEGLIAN, R. C. C.; FONSECA, M. J. O. **Aplicação pós-colheita de giberelina e etileno e seu efeito no despencamento e parâmetros de qualidade de tomate italiano em cacho**. Dissertação – (Mestrado em Fitotecnia), UFRJ – RJ, 76 f., Rio de Janeiro–RJ, 2018.

RAMOS, A. R. P.; AMARO, A. C. E.; MACEDO, A. C.; SUGAWARA, G. S. de A.; EVANGELISTA, R. M.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. **Qualidade de frutos de tomate ‘giuliana’ tratados com produtos de efeitos fisiológicos**. Londrina, Seminário: Ciências Agrárias, vol. 34, n. 6, suplemento 1, pag. 3543-3552, 2013.

RIBEIRO, L. O.; PONTES, S. M.; RIBEIRO, A. P. O.; PACHECO, S.; FREITAS, S. P.; MATTA, V. M. Avaliação do armazenamento a frio sobre os compostos bioativos e as características físico-químicas e microbiológicas do suco de umbu pasteurizado. **Brazilian Journal of Food Technology**, vol. 20, n. 3, pag. 1-8, 2017.

ROSSETTO, M. R. M.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Influência do ácido giberélico na degradação do amido durante o amadurecimento da banana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 24, pag. 76-81, 2004.

SANTOS, J. L. F.; ATAIDE, E. M.; SANTOS, A. K. E.; SILVA, M. S. Recobrimentos comestíveis na conservação pós-colheita de abacate. **Scientia Plena**, vol. 11, n. 12, pag. 1-7, 2015.

SANTOS, M. B. *et al.* Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *s. mombin*) provenientes do recôncavo Sul da Bahia. **Revista Brasileira Fruticultura**, vol. 32, n. 4, pag. 1089-1097, 2010.

- SANTOS, C. A. F.; RODRIGUES, M. A.; ZUCCHI, M. I. **Variabilidade genética do umbuzeiro no Semiárido brasileiro, por meio de marcadores AFLP**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, n. 8, pag. 1037-1043, Bahia, 2008.
- SILVA, V. P.; FERREIRA, M. A. R.; PASSOS, T. O.; OLIVEIRA, V. R.; FREITAS, S. T. **Perda de massa em frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) armazenados em diferentes temperaturas**. Petrolina: Embrapa Semiárido. IN: Anais da III Jornada de Integração da Pós-Graduação da Embrapa Semiárido, 2018.
- SILVA, R. P.; LIMA, M. C.; SANTOS, A. C. N.; COSTA, A. C. S.; LIMA, C. B. S. **Conservação pós-colheita de Umbu sob diferentes temperaturas de armazenamento**. Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, 2008.
- SILVA JÚNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; ALVES, M. A.; MELO NETO, M. L. Collecting, *ex situ* conservation and characterization of “cajá-umbu” (*Spondias mombim* x *Spondias tuberosa*) germ-plasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, vol. 51, pag. 343- 349, 2004.
- SILVA, C. M. M. de S.; PIRES, I. E.; SILVA, H. D. da. **Caracterização dos frutos do umbuzeiro**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1987. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 34).
- SIQUEIRA, L. C. S.; CUNHA, M. G. C. **Avaliação do efeito do revestimento nanolaminado constituído por alginato e quitosana na vida de prateleira do umbu**. IN: XXIII CONIC, VII CONITI, IV ENIC, Recife-PE: UFRPE, 2015.
- SMANIOTTO, T. A. de S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C. de; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. Campina Grande: **Revista brasileira de Engenharia agrícola e ambiental**, vol. 18, n. 4, pag. 446–453, 2014.
- SOUZA, J. M. A.; ATAÍDE, E. M.; SILVA, M. S. **Conservação pós-colheita de lima ácida ‘tahiti’ com uso de ácido giberélico, cera de carnaúba e filme plástico em condição refrigerada**. Vol. 27, N.1, pag. 122-129, 2015.
- SOUZA, J. P. **Qualidade de mangas *Tommy Atkins* durante o armazenamento refrigerado e ambiente em associação com atmosfera modificada por diferentes plásticos**. Dissertação – (Mestrado em Fitotecnia), ESAM, pag. 70, Mossoró-RN, 2001.
- STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T.; CHECHI, R.; ZANARDI, O.; ESPINDOLA, B.P.; MENEHINI, A. L. **O tratamento pré-colheita com aminoetoxivinilglicina ou ácido giberélico preserva a qualidade pós-colheita de ameixas ‘Laetitia’**. Bragantia, vol. 70, n. 1, pag. 222-227, Campinas, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed, 5 ed., 690 pag., Porto alegre, 2011.
- TEAOTIA, S. S.; TRIPATHI, C. S.; SINGH, R. N. **Effect of growth substances on ripening and quality of guava (*Psidium guajava* L.)**. Journal Food Science Technology, n.9, pag. 38, Chicago, 1972.
- TEODOSIO; A. E. M. de M. **Conservação pós-colheita de umbu recoberto com microalga e óleo da semente da romã**. Pombal: IN: Dissertação de mestrado, UFCG, 2019.

TURINI, E. **Umbu (fruto)**. Companhia Nacional de Abastecimento, 2010. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-umbu/item/6315-umbu-analise-mensal-janeiro-2017>>. Acesso em maio de 2019.

VENDRELL, M.; PALOMER, X. Hormonal control of fruit ripening in climacteric fruits. **Acta horticulturae**, n. 463, pag. 325-334, 1997.

WILLS, R.; MCGLASSON, B.; GRAHMAM, D.; JOYCE, D. **Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales**. Trad. De J. B. Gonzáles. Acribia, 2^a ed., pag. 240, Zaragoza, 1998.