



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

**CARACTERIZAÇÃO DO CRESCIMENTO,
DESENVOLVIMENTO E PÓS-COLHEITA DA ABÓBORA cv.
MINI-JACK**

GENILZA ALMEIDA DA GRAÇA



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

GENILZA ALMEIDA DA GRAÇA

**CARACTERIZAÇÃO DO CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PÓS-
COLHEITA DA ABÓBORA cv. MINI-JACK**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

Orientador
Prof. Dr. Marcelo Augusto G. Carnelossi

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2022

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

G729c Graça, Genilza Almeida da
Caracterização do crescimento, desenvolvimento e pós-colheita da abóbora cv. Mini-Jack / Genilza Almeida da Graça ; orientador Marcelo Augusto G. Carnelossi. – São Cristóvão, SE, 2022.
53 f.

Dissertação (mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Agricultura. 2. Biodiversidade. 3. Abóbora – Meios de cultivo. 4. Abóbora – Perdas pós-colheita – Prevenção. 5. Abóbora – Armazenamento – Doenças e danos. I. Carnelossi, Marcelo Augusto Gutierrez, orient. II. Título.

CDU 635.621

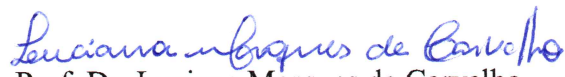
GENILZA ALMEIDA DA GRAÇA

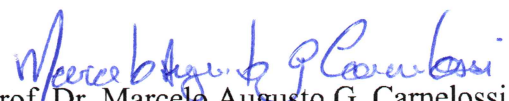
**CARACTERIZAÇÃO DO CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E PÓS-
COLHEITA DA ABÓBORA cv. MINI-JACK**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

APROVADA em 25 de abril de 2022.

Prof. Dr. Adriano do Nascimento Simões
UFRPE-UAST


Prof. Dr. Luciana Marques de Carvalho
Embrapa Tabuleiros Costeiros


Prof. Dr. Marcelo Augusto G. Carnelossi
DTA/UFS
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL

*A Deus por sempre me manter de pé,
aos meus pais, Manoel e Maria,
aos meus irmãos, Degenaldo e Josinaldo,
aos meus queridos sobrinhos, Rian, David e
Ysis, minha base.*
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por me manter firme em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, Manoel e Rosilene, pelo dom da vida, e aos meus irmãos, Josinaldo e Degenaldo, meu porto seguro.

Aos queridos amigos, que torcem por mim e me motivam a continuar, em especial, a Leide Cleres e Pryanka Thuyra, que sempre tornaram leves os momentos mais difíceis, gratidão.

Ao professor Dr. Marcelo Cernelossi, pela paciência, confiança, orientação e ensinamentos, muito obrigada.

À Patrícia e Aline pela presteza e ensinamentos metodológicos, apoio e conselhos.

A todos os que compõem o LABFRUITH, que direta ou indiretamente tornam o ambiente de trabalho mais agradável.

Ao Programa de Agricultura e Biodiversidade e seus professores pelos ensinamentos passados.

Ao professor Dr. Luiz Fernando Ganassali, pelos ensinamentos pós-colheita e todo apoio prestado.

À Universidade Federal de Sergipe e à CAPES pela concessão da bolsa.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho, muito obrigada.

BIOGRAFIA

Genilza Almeida da Graça, filha de Manoel Messias da Graça e Maria Rosilene Almeida, nasceu no povoado Algodão, Nossa Senhora Aparecida, Sergipe, em 13 de julho de 1995.

Iniciou e concluiu o ensino fundamental na Escola Municipal Dr. José Jairson das Graças, Colégio Estadual Miguel das Graças e Colégio Estadual João Salônio.

Concluiu o ensino médio no Colégio Estadual João Salônio no ano de 2012, no Município de Nossa Senhora Aparecida, Sergipe.

Em agosto de 2013, iniciou o curso técnico em Agroecologia no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Sergipe, concluindo em 2015.

Em abril de 2015, ingressou no curso superior de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de Sergipe, obtendo o título de engenheira agrônoma em 2019.

Em março de 2020, iniciou os estudos no curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade na Universidade Federal de Sergipe.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 A cultura da abóbora.....	2
2.2 Desenvolvimento e crescimento de frutos	3
2.3 Atividade respiratória.....	4
2.4 Atmosfera modificada e refrigeração	5
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
4. ARTIGO 1	12
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS DE ABÓBORA Cv. MINI-JACK	12
RESUMO	12
ABSTRACT	13
4.1. Introdução	13
4.2. Material e Métodos	14
4.2.1. Área experimental e material vegetal	14
4.2.2. Marcação das flores e colheita dos frutos	14
4.2.3. Análise da taxa respiratória.....	15
4.2.4. Análises físico-químicas e bioquímicas.....	15
4.2.5. Delineamento experimental	16
4.3. Resultados.....	17
4.3.1. Alterações físicas no desenvolvimento e crescimento de frutos da abóbora Mini-Jack	17
4.3.2 Alterações bioquímicas e químicas em frutos de abóbora Mini-Jack durante o crescimento e desenvolvimento	19
4.4. Discussão	21
4.5. Conclusões	23
4.6. Referências Bibliográficas	23
5. ARTIGO 2	27
USO DE ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DA ABÓBORA MINI-JACK	27
RESUMO	27
ABSTRACT	28

5.1. Introdução.....	28
5.2. Material e Métodos	29
5.2.1. Área experimental e colheita dos frutos.....	29
5.2.2. Análises físico-químicas e visual.....	29
5.2.3. Análises Bioquímicas	30
5.2.4. Delineamento experimental e análise estatística.....	30
5.3. Resultados	31
5.4. Discussão	34
5.5. Conclusões	35
5.6. Referências Bibliográficas	35
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura		Página
1	Frutos de abóbora Mini-Jack (<i>Cucurbita pepo</i> L.) aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias após a antese. Setembro a novembro de 2021. São Cristóvão-SE.....	15
2	Peso dos frutos (A), concavidade (B), altura e diâmetro dos frutos (C), espessura da polpa e da casca (D), taxa respiratória e taxa de crescimento relativo (E) e firmeza do fruto (F) em função do crescimento e do desenvolvimento de frutos da abóbora Mini-Jack. São Cristóvão, Sergipe.	18
3	Ângulo Hue ao longo do desenvolvimento de frutos da abóbora Mini-Jack.....	19
4	Teor de carotenoides totais da casca (A), teor de açúcares totais, redutores e não-redutores (B), pH (C), e SST e ATT (D) em função do crescimento e desenvolvimento de frutos da abóbora Mini-Jack.....	20

ARTIGO 2

Figura		Página
1	Padronização de frutos de abóbora Mini-Jack após a colheita em função da cor e tamanho.	29
2	Firmeza (N) de frutos de abóbora Mini-Jack armazenadas por 35 dias em condições ambiente, atmosfera modificada sob refrigeração a 5 °C e sem atmosfera modificada sob refrigeração a 5°C.....	32
3	Avaliação do frescor de frutos de abóbora Mini-Jack: 9-Excelente: Aparência completamente fresca, alto brilho; 7-Bom: ainda fresco, ainda brilhante; 5- Razoável: aparência não fresca, brilho baixo, limite de comercialização; 3-Ruim: sem brilho, limite de usuabilidade; 1-Extremamente ruim: aparência murcha.	33

LISTA DE TABELAS**ARTIGO 2**

Tabela		Página
1	Alterações na perda de massa fresca, sólidos solúveis totais, pH, carotenoides da polpa e carotenoides da casca em frutos de abóbora Mini-Jack armazenadas por 35 dias.....	31
2	Mudanças na cor (<i>Hue</i>), acidez total (ATT), espessura da casca (EC), espessura da polpa (EP), açúcares totais (AÇT), açúcares não-redutores (ANR) e açúcares redutores em frutos de abóbora Mini-Jack armazenados por 35 dias.	33

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ACT	Açúcares Totais
ANOVA	Análise de Variância
ANR	Açúcares não-redutores
AOAC	Official Methods of Analyses
AR	Açúcares Redutores
ATT	Acidez Total Titulável
DAA	Dias após a antese
EC	Espessura da Casca
EP	Espessura da Polpa
ETo	Evapotranspiração de Referência
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária
Ln	Logaritmo neperiano
PVC	Policloreto de Polivinila
SST	Sólidos Solúveis Totais
TCR	Taxa de crescimento relativo
PG	Poligalacturonase
PME	Pectinametilesterase
RPVC	Refrigerado com PVC
RSPVC	Refrigerado sem PVC
USDA	United States Department of Agriculture

RESUMO

DA GRAÇA, Genilza Almeida. **Caracterização do crescimento, desenvolvimento e pós-colheita da abóbora cv. Mini-Jack**. São Cristóvão: UFS, 2022. 53p. (Dissertação - Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) *.

O conhecimento das alterações fisiológicas que ocorrem durante o crescimento e desenvolvimento de frutos da abóbora Mini-Jack possibilita a redução de perdas pós-colheita, e aumento da vida útil dos mesmos. Este trabalho teve como objetivo caracterizar o crescimento, o desenvolvimento e verificar o comportamento pós-colheita da abóbora Mini-Jack quando armazenada em atmosfera modificada e sob refrigeração a 5 °C. Para determinar o crescimento e desenvolvimento, os frutos foram colhidos aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias após a antese (DAA) e avaliados quanto à altura, diâmetro total e da concavidade interna, peso, cor da casca, firmeza da polpa, espessura da casca e da polpa, taxa respiratória, pH, acidez, sólidos solúveis totais, caroteno da casca e da polpa, açúcares redutores, não redutores e totais. Para o armazenamento os frutos foram submetidos a 18 tratamentos: não embalados e mantidos à temperatura ambiente de 28°C (controle), mantidos em atmosfera modificada e refrigerados a 5 °C, e apenas refrigerados a 5°C. Os frutos foram avaliados a cada 7 dias, durante 35 dias. Os frutos apresentaram um padrão de crescimento representado por uma sigmoide simples. Foi possível verificar que a taxa respiratória dos frutos foi elevada no início de desenvolvimento (0 a 5 DAA) e apresentou redução e estabilização após dez DAA, característico de frutos não climatéricos. Durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos verificou-se, também, aumento nos teores de açúcares totais, SST, e mudanças nos teores de caroteno até os dez DAA. Quanto ao armazenamento verificou-se que em todos os tratamentos os frutos apresentaram perda de massa com o avanço do armazenamento. No entanto, quando mantidos em atmosfera modificada sob refrigeração à 5°C perderam menos massa. Verificou-se também que não houve variações significativas nos teores de açúcares totais, principalmente naqueles mantidos em temperatura ambiente. Frutos refrigerados e embalados apresentaram maior firmeza ao longo das avaliações. Concluiu-se, portanto, que o ponto ideal de colheita dos frutos da abóbora Mini-Jack se dá aos 15 DAA. E que a refrigeração a 5°C foi eficiente na redução das perdas e manutenção da qualidade dos frutos de abóbora Mini-Jack.

Palavras-chave: mini abóboras, taxa respiratória, ponto de colheita, curcubitaceae, armazenamento.

* Comitê Orientador: Marcelo Augusto Gutierrez Carnellosi – UFS (Orientador), Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Júnior (coorientador) – UFS.

ABSTRACT

DA GRAÇA, Genilza Almeida. **Characterization of growth, development and post-harvest performance of pumpkin cultivar Mini-Jack.** São Cristóvão: UFS, 2022. 53p. (Thesis - Master of Science in Agriculture and Biodiversity).*

Based on knowledge about the physiological changes that occur during cultivation of pumpkin fruits, post-harvest losses can be reduced and shelf life extended. The purpose of this study was to characterize growth and development of pumpkin (cv. Mini-Jack) and to describe the post-harvest performance of fruits stored in a modified environment cooled to 5 °C. To measure growth and development, the fruits were harvested at 0, 5, 10, 15 and 20 days after anthesis (DAA) and the following characteristics evaluated: fruit height, total diameter, internal concavity and weight; skin color, pulp firmness, pulp and peel thickness, respiratory rate, pH, solid acids, total soluble solids (TSS) in peel, carotene in pulp and peel, and reducing, non-reducing and total sugars in the fruit pulp. The fruit response to 18 storage treatments was assessed: unpackaged fruits stored at room temperature (28°C) (control), fruits in a modified environment (covered with PVC film) and cooled to 5 °C, and unpackaged fruits cooled to 5 °C. The stored fruits were evaluated weekly for 35 days. A development pattern represented by a single sigmoid curve was observed. The respiratory rate was high at the beginning of development (0 - 5 DAA) and decreased and stabilized 10 DAA, which is characteristic of non-climacteric fruits. During fruit growth and development, the levels of total sugars, TSS and carotene increased up to 10 DAA. In all storage treatments, fruit weight decreased during storage. However, when stored in a modified environment cooled to 5°C, weight loss was reduced. No significant variation in total sugars was observed, especially in fruits maintained at room temperature. The firmness of cooled and packaged fruits was greater than in the other treatments throughout the evaluations. Therefore, the ideal point for harvesting pumpkin cv. Mini-Jack was inferred to be at 15 DAA and refrigeration at 5°C was considered efficient to reduce losses and maintain the quality of the stored fruits.

Key-words: Mini pumpkin, respiratory rate, point of harvest, curcubitaceae, storage.

* Supervising Committee: Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi – UFS (Orientador), Luiz Fernando Ganassali de Oliveira Júnior (co-orientador) – UFS.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A aboboreira (*Cucurbita pepo* L.) é uma hortaliça da família Cucurbitaceae, uma planta de ciclo anual. O desenvolvimento da parte vegetativa, floração e frutificação ocorrem de forma simultânea (ULLMANN e MAZURANA, 2001). As aboboreiras apresentam caule herbáceo, rastejante, pubescente, de coloração verde escura e são providas de gavinhas e raízes adventícias que auxiliam na fixação da planta (ROMANO *et al.*, 2008). As folhas geralmente são grandes e pubescentes. Trata-se de plantas monoicas, ou seja, possuem flores masculinas e femininas na mesma planta, separadamente. As flores são amarelas e relativamente grandes (ROMANO *et al.*, 2008).

A abóbora é um fruto do tipo baga e possui grande aceitabilidade devido ao alto poder nutritivo e sabor agradável dos frutos. Rica em vitaminas do complexo B, vitamina C, fibra alimentar, minerais (como potássio, fósforo, cálcio, sódio, magnésio, ferro e cloro) e carotenoides, elementos esses importantes para a saúde. A abóbora é utilizada no preparo de pratos doces e salgados, o que evidencia o grande valor econômico e social (EMBRAPA, 2010; VERONEZI e JORGE, 2011; AMADEU *et al.*, 2021). O consumo de abóboras contribui para a redução do desenvolvimento de doenças cardíacas e alguns tipos de câncer (ANJOS *et al.*, 2017). Além do uso na alimentação, os frutos da abóbora podem ser utilizados também na ornamentação de ambientes, em função da beleza natural.

O uso de mini abóboras vem apresentando alta aceitabilidade devido à baixa perecibilidade, a agilidade e o menor desperdício no preparo de pratos, a facilidade no transporte e armazenamento, tornando-se uma alternativa de fonte de renda para pequenos agricultores. A cultivar Mini-Jack é uma mini abóbora híbrida resultante do cruzamento das variedades de abóboras Squash Wild Nu e Jack O'Lantern (CURCUBIT BREEDING AT NC STATE, 2019), que tem alta produtividade, produz em média oito frutos por planta.

O conhecimento das principais mudanças físicas, químicas e fisiológicas ocorridas durante o crescimento, desenvolvimento e pós-colheita é essencial para o manejo adequado dos frutos durante a pré e pós-colheita. Diversas pesquisas têm evidenciado a importância do conhecimento acerca das principais mudanças ocorridas nos diferentes estádios do desenvolvimento de frutos (CARPENTIERI-PÍPOLO *et al.*, 2008; DE JESUS *et al.*, 2008; FERREIRA *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020).

O potencial de conservação de um fruto está diretamente relacionado não somente às práticas adotadas na pré-colheita, incluindo o manejo adequado da planta, mas também ao ponto ideal de colheita e ao conhecimento do comportamento pós-colheita do fruto (DANTAS *et al.*, 2013).

A colheita, quando realizada no estágio inadequado do desenvolvimento dos frutos da aboboreira, pode ocasionar uma diminuição da qualidade durante o armazenamento dos frutos e, dessa forma, contribuir para maiores perdas após a colheita (LIRA, 2017). Portanto, é de extrema importância determinar o momento certo da colheita de frutos, bem como ter conhecimento sobre o padrão de crescimento, atividade respiratória e características físico-químicas desses produtos.

Por exemplo, estudos realizados por Massolo *et al.* (2019), que avaliaram a pós-colheita da abóbora zapallito, confirmaram que frutos colhidos antes da completa maturidade fisiológica, apresentam uma maior predisposição à desidratação e a distúrbios fisiológicos, podendo não amadurecer. Da mesma forma, aqueles colhidos tardiamente apresentam um encurtamento do período de armazenamento, devido à aproximação da fase de senescência (Massolo *et al.*, 2019).

Estudos relacionados à caracterização da pré e pós-colheita de abóboras Mini-Jack ainda são inexistentes na literatura. Dessa forma, torna-se importante estudos que permitam uma maior compreensão sobre as mudanças das características físicas, químicas, bioquímicas e fisiológicas durante as fases de desenvolvimento de abóboras Mini-Jack. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e crescimento, determinar o ponto ideal de colheita e caracterizar a pós-colheita da abóbora Mini-Jack.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da abóbora

As abóboras são originárias do continente americano. Atualmente há cerca de 130 espécies selvagens e cultivadas, distribuídas em todo o mundo, sendo que 20 são do gênero *Cucurbita*, com destaque para as espécies *Cucurbita máxima*, *Cucurbita pepo* L., *Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir, *Cucurbita ficifolia* e *Cucurbita argyrosperma*, que tem maior importância agrônômica (PRIORI *et al.*, 2018). Dentre as supracitadas, *Cucurbita pepo* é uma das mais antigas domesticadas, tendo como ancestrais selvagens a *Cucurbita fraterna* e *Cucurbita texana*, cultivadas durante o mesmo período no México e na região leste dos Estados Unidos (CPRA, 2020). *Cucurbita pepo* é a espécie do gênero *Cucurbita* que apresenta a maior variabilidade genética (PARIS, 2001). Essa variação é responsável por uma multiplicidade de usos e nomes populares (como moganga, abóbora-estrela, abóbora-de-coco, poronguinho, abóbora-ovo, abóbora-italiana e zuchetti). Os frutos são usados na alimentação humana e animal e, também, na ornamentação de ambientes (HEIDEN *et al.*, 2007).

O maior produtor mundial de abóboras é a China, seguido por Índia e Rússia. Em 2012 a produção mundial desse fruto foi de 22,4 milhões de toneladas, cultivadas em uma área de 1,67 milhões de hectares, totalizando uma produtividade média de 13,4 t ha⁻¹ (FAO, 2012). No Brasil, foram produzidas aproximadamente 418 mil toneladas, em cerca de 78 mil hectares, tendo como destaque a região Sudeste, com uma produção de 133 mil toneladas, seguida da região Nordeste com 126 mil toneladas. Na região Nordeste, os estados da Bahia, Pernambuco e Maranhão são os maiores produtores de abóbora, que somados obtiveram uma produção aproximada de 93 mil toneladas (IBGE, 2017). O cultivo dessas espécies no Brasil tem grande importância na geração de empregos diretos e indiretos (RESENDE *et al.*, 2013), pois demanda grande quantidade de mão-de-obra, desde o cultivo até a comercialização.

O cultivo de abóboras ocorre normalmente em pequenas propriedades rurais e em cultivos comerciais; seu uso na alimentação animal é comum, devido à produtividade das plantas e à durabilidade dos frutos (HEIDEN *et al.*, 2007).

Essa olerícola apresenta grande importância socioeconômica, seus frutos apresentam grande valor econômico e alimentar, sendo um alimento básico das populações das regiões Norte, Nordeste e Centro-Sul do Brasil. As abóboras estão entre as dez hortaliças de maior consumo alimentar no país (IBGE, 2017). Na alimentação humana é usada no preparo de doces em calda ou em pasta, pratos salgados, ensopados ou cozidos. Todas as partes das abóboras podem ser consumidas, inclusive sua polpa e suas sementes (YADAV *et al.*, 2010; KWIRI *et al.*, 2014). A polpa da abóbora é muito utilizada para a produção de purês, pratos (por exemplo, salgadinhos, marinadas e abóbora cristalizada), sucos e pigmentos destinados à fabricação de corantes para confeitaria, panificação e laticínios. As sementes tem grande importância na fabricação de óleos (KULCZYŃSKI & GRAMZA-MICHAŁOWSKA, 2019).

Rica em vitaminas (C, E, B6, K, Tiamina e Riboflavina), minerais (Potássio, Fósforo, Magnésio, Ferro e Selênio), carboidratos e antioxidantes (Luteína e Zeaxantina), a abóbora é considerada um alimento essencial para a saúde humana (RÓZYŁO *et al.*, 2014; USDA NATIONAL NUTRIENT DATABASE, 2019). A abóbora também pode ser utilizada na ornamentação e gastronomia (KWIRI *et al.*, 2014). Fischer *et al.* (2015), por exemplo, encontraram excelente aceitação de abóboras ornamentais por consumidores finais e decoradores florais e, também, destacaram o grande potencial de uso e valor desse fruto.

Devido ao potencial de novos nichos de mercado, de alto valor agregado (BOITEUX *et al.*, 2007), a produção de mini abóboras ornamentais pode ser vista como uma alternativa de fonte de renda, principalmente na agricultura familiar (SCHWAB *et al.*, 2019). Para estas finalidades são utilizadas preferencialmente cultivares que possuem como característica a produção de frutos pequenos como as abóboras cv. Mini-Jack (*Cucurbita pepo*). Com tamanho

menor, estas abóboras são mais fáceis de transportar, armazenar e são uma alternativa de consumo para pequenas famílias (ECHER *et al.*, 2014).

Nesse sentido, abóboras cv. Mini-Jack foram desenvolvidas com o objetivo de atender a um mercado consumidor específico da gastronomia gourmet. Apesar do potencial socioeconômico, ainda pouco se sabe sobre o manejo adequado para a abóbora Mini-Jack durante o desenvolvimento dos frutos, bem como são escassas as informações do comportamento pós-colheita dos frutos.

Num dos poucos estudos disponíveis, Echer *et al.* (2014) avaliaram as características produtivas e qualitativas de frutos de abóbora cv. Mini-Jack em dois sistemas de cultivo (plantio direto e convencional). Os resultados deles indicaram uma produtividade máxima de 4,57 toneladas por hectare, com peso médio dos frutos de aproximadamente 146 gramas. Os frutos apresentaram espessura da polpa em torno de 11 mm e teor de sólidos solúveis de aproximadamente 3,6 °Brix. No entanto, nesse estudo apenas foram caracterizados os frutos no momento da colheita e não houve um acompanhamento do desenvolvimento ou da pós-colheita.

Embora instituições brasileiras e de outros países latino americanos, como México, Guatemala, Venezuela, Colômbia, Equador e Peru, estejam desenvolvendo algumas pesquisas com abóboras (COSTA *et al.*, 2006; BOITEUX *et al.*, 2007; ECHER *et al.*, 2014; LIRA, 2017), ainda são poucos os resultados relativos à pós-colheita, particularmente com a cultivar Mini-Jack, quando comparados aos experimentos realizados com outras cucurbitáceas, por exemplo, melão e melancia. Dessa forma, tornam-se necessários estudos abrangentes sobre a cultura da abóbora Mini-Jack durante os diferentes estádios de desenvolvimento, tendo em vista que as informações geradas a partir deste estudo poderão ser utilizadas para tomadas de decisões durante a pré e pós-colheita dos frutos de abóbora Mini-Jack e, dessa forma, permitir a oferta de produtos de maior qualidade para os consumidores finais.

2.2 Desenvolvimento e crescimento de frutos

O desenvolvimento de um fruto pode ser dividido nas fases de crescimento, maturação, maturidade fisiológica, amadurecimento e senescência. A diferenciação dessas fases de desenvolvimento se dá em função dos processos fisiológicos (SILVA, 2016).

Durante o crescimento ocorre o aumento irreversível do fruto. A maturação é uma fase do desenvolvimento dos frutos, durante a qual ocorrem alterações fisiológicas e bioquímicas, que promovem o desenvolvimento de aroma e sabor, assim como a aparência, na qual se destaca a coloração da casca (MCATEE *et al.*, 2013). Estas fases incluem os diferentes processos, desde a formação até a morte do órgão. Entretanto, muitos processos são comuns entre essas fases, dificultando a clara distinção entre as mesmas (WATADA *et al.*, 1984). Estudar o crescimento e a maturação de frutos ao longo do seu desenvolvimento é extremamente importante para a manutenção da qualidade após a colheita e maior conhecimento do manejo adequado da cultura, evitando, desta forma, perda após a colheita.

A variação nos aspectos físicos e químicos dos frutos pode ser atribuída ao estágio de desenvolvimento deles e ao ponto de colheita. Aqueles colhidos em estádios mais avançados, por exemplo, tendem a apresentar maiores teores de sólidos solúveis por ficar mais tempo ligados à planta-mãe, o que influencia no tempo de armazenamento do produto (NICK e BORÉM, 2017).

O entendimento do processo de desenvolvimento de frutos é de fundamental importância para definir o ponto de colheita (DANTAS *et al.*, 2013), bem como estabelecer a vida útil pós-colheita (MALDONADO-ASTUDILLO *et al.*, 2014; MOURA *et al.*, 2013). O estágio de maturação em que os frutos são colhidos é um dos fatores determinantes na qualidade após a colheita (PAULA *et al.*, 2015). As condições do fruto durante a colheita determinam seu comportamento e, conseqüentemente, sua qualidade final.

Frutos de abóboras zapallito, por exemplo, colhidos precocemente apresentam uma maior capacidade antioxidante. No entanto, apresentam maior predisposição à desidratação e a distúrbios fisiológicos, podendo não amadurecer. Da mesma forma, frutos colhidos tardiamente

apresentam um encurtamento do período de armazenamento, devido à aproximação da fase de senescência (MASSOLO *et al.*, 2019).

Por meio da avaliação dos processos de desenvolvimento de um fruto é possível estabelecer parâmetros para definir o ponto de colheita adequado, influenciando desta forma a produção de frutos com maior qualidade pós-colheita (GONÇALVES *et al.*, 2012).

A colheita de frutos é realizada baseada, principalmente, em parâmetros de coloração e tamanho (SILVA *et al.*, 2008). A preservação da qualidade e o aumento do tempo de armazenamento de frutas e hortaliças é curto, quando não colhidos na época adequada. Conhecer esse fator possibilita o aumento do tempo de consumo de frutos (GONÇALVES *et al.*, 2012) e implica em maior oferta de produtos hortícolas e, conseqüentemente, em menores perdas pós-colheita.

Em estudos realizados por Lira (2017), onde foi avaliada a qualidade pós-colheita da abobrinha em diferentes épocas de colheita (70, 90 e 110 dias), foi possível verificar que frutos colhidos aos 110 dias apresentaram maiores valores de sólidos solúveis (8,49 a 10,35 °Brix) e carotenoides (87,39 a 242,48 µg/100g). Puderam-se observar também maiores valores médios de firmeza, 136,31 a 158,27 (N), para aqueles colhidos na mesma época. Esta é uma característica física importante para a pós-colheita de abóboras, pois está relacionada com a resistência para o transporte (Lira, 2017).

Portanto, escolher o momento certo para colheita de frutos é muito importante, e ter conhecimento sobre o padrão de crescimento dos frutos pode ser útil neste processo, reduzindo a rápida perda de qualidade pós-colheita, que é o principal problema encontrado para o consumo de frutas frescas (GONÇALVES *et al.*, 2012).

De modo geral, com a rápida perda de qualidade, verificada durante o período pós-colheita, há uma grande limitação no consumo de produtos *in natura*; portanto, é de extrema importância usar técnicas adicionais de pós-colheita para prolongar o tempo de vida (SCHWAB, 2019).

Desse modo, são indispensáveis estudos relacionados ao ponto ideal de colheita e pós-colheita, diante da importância desses fatores na manutenção da qualidade de frutos de abóbora durante o armazenamento.

O estágio de desenvolvimento em que o fruto é colhido é o ponto inicial, dentro da cadeia de pós-colheita, para a manutenção da qualidade. Para a maioria das espécies de frutas, a maturidade na colheita, a temperatura de armazenamento, o ponto de colheita ideal, dentre outros fatores, são os principais determinantes de respostas ao ambiente pós-colheita (BARMAN; AHMAD e SIDDIQUI, 2015).

A influência desses fatores foi extensivamente estudada na maioria das principais espécies de cucurbitáceas, mas os dados permanecem incompletos para abóboras Mini-Jack. Desta forma, são importantes os estudos que permitam uma maior compreensão sobre as mudanças durante o desenvolvimento de frutos de Mini-Jack e sua influência no desempenho de armazenamento deste tipo de abóbora.

2.3 Atividade respiratória

A atividade respiratória é variável entre as espécies e estágios de desenvolvimento dos frutos. Com relação ao padrão de atividade respiratória, os frutos são classificados em duas classes: climatéricos e não-climatéricos (AZZOLINI, 2002). Os frutos climatéricos mostram durante a maturação, um aumento da taxa respiratória e produção de etileno característica, podendo amadurecer totalmente após a colheita. Entretanto, os frutos não-climatéricos não apresentam picos de respiração e produção de etileno durante a maturação e são conhecidos por não possuírem a capacidade de completar seu desenvolvimento após a colheita (PAUL *et al.*, 2012).

O estudo da taxa respiratória no amadurecimento do fruto pode auxiliar para aumentar o tempo de vida útil após a colheita. A respiração consiste no processo vital para frutas, pois é na respiração que o vegetal recebe a energia necessária para a sua sobrevivência, constituindo

um dos principais fatores determinantes do potencial de longevidade das frutas na fase pós-colheita (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A alta taxa respiratória está associada ao aumento da atividade metabólica, ou seja, quanto maior a atividade metabólica de um determinado tecido, mais alta é a sua taxa respiratória. (TAIZ e ZEIGER, 2006).

Entretanto, somente o estudo da taxa respiratória não é suficiente para garantir a conservação da qualidade pós-colheita de frutos da abóbora Mini-Jack. São essenciais também estudos das características físico-químicas durante o desenvolvimento e pós-colheita, tendo em vista que as propriedades físico-químicas são utilizadas como parâmetro de qualidade. Echer (2014), por exemplo, trouxe informações importantes sobre a qualidade pós-colheita e características físicas dos frutos de Mini-Jack, conforme destacado anteriormente. No entanto, são necessários estudos mais profundos sobre a atividade respiratória e comportamento pós-colheita desse fruto para a avaliação e manutenção da qualidade. Na literatura também não há informações sobre o desenvolvimento e comportamento fisiológico de frutos de abóboras Mini-Jack, o que faz desse estudo um dos primeiros a serem realizados nesse sentido. Espera-se com esse trabalho, conhecer melhor o desenvolvimento de forma a auxiliar em estudos futuros referentes a fatores que possam influenciar na pré e pós-colheita da abóbora Mini-Jack.

2.4 Atmosfera modificada e refrigeração

A fruticultura possui grandes desafios, dentre eles a conservação da qualidade dos produtos após a colheita. O período pós-colheita se inicia após a separação do produto da planta-mãe e termina quando este é consumido pelo consumidor final. Durante este período o produto continua vivo e sujeito a deteriorações e perdas em decorrência do metabolismo e da ação de patógenos (IRTWANGE, 2006), ocasionando elevadas taxas de desperdícios, o que acarreta na redução do lucro para esta cadeia agrícola, bem como também prejuízos aos consumidores, que além de produtos mais caros, terão disponibilidade deles com qualidade inferior (RIBEIRO *et al.*, 2014). As mudanças físico-químicas advindas do período pós-colheita vão influenciar na qualidade durante o armazenamento, sendo assim, se faz necessária a utilização de técnicas pós-colheita que favoreçam a manutenção da qualidade durante esse período (PEREIRA *et al.*, 2014). Com esta finalidade, o uso de atmosfera modificada e refrigeração vêm sendo amplamente difundidas.

A baixa temperatura é um dos fatores mais importantes para prolongar a vida útil e manter a qualidade dos frutos e vegetais frescos (WATADA & MINOTT, 1996).

O armazenamento em baixas temperaturas é um fator importante na conservação de frutas, visto que a mesma regula a velocidade das reações bioquímicas e fisiológicas (LIMA, 2000). Estima-se que a velocidade das reações metabólicas é reduzida de duas a três vezes a cada redução de 10 °C na temperatura (BRECHT, 1995).

Quando armazenados em altas temperaturas, os frutos têm a aceleração da respiração e dos processos metabólicos, provocando desgaste de matéria seca do produto e, conseqüentemente, degradação da qualidade de frutas e hortaliças (CORTEZ *et al.*, 2002).

A refrigeração é uma técnica simples, mas é preciso, no entanto, determinar a temperatura ótima para cada espécie, notadamente para as tropicais, cujos frutos são sensíveis ao frio (HARDENBURG *et al.*, 1986). Associado ao uso da refrigeração, vem sendo utilizada a técnica da atmosfera modificada, visando auxiliar a refrigeração para conservação de frutas e hortaliças *in natura* (SALAYA, 2001).

O uso da técnica denominada atmosfera modificada visa proporcionar por meio do uso de embalagens uma barreira artificial à difusão de gases em torno do produto, ocasionando a redução do nível de O₂ e aumento do nível de CO₂, modificação na concentração de etileno e vapor d'água e alterações em outros compostos voláteis. O uso de atmosfera modificada durante o armazenamento pode reduzir os danos ocasionados pela respiração e pela transpiração, como perda de massa e modificação na aparência (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

No armazenamento em Atmosfera Modificada (AM), a atmosfera ambiente é geralmente alterada pelo uso de filmes plásticos, permitindo que a concentração de CO₂ proveniente do próprio produto aumente, e a concentração de O₂ diminua, à medida que ele é utilizado pelo processo respiratório (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Uma das principais vantagens da embalagem com filmes é o baixo custo e que eles estão em contato direto com a superfície do fruto, de forma que as temperaturas deste e da embalagem devem ser as mesmas. Isto deve eliminar os problemas de condensação e umidade excessiva que podem conduzir ao aparecimento de fungos e desordens fisiológicas mais acentuadas (BEN-YEHOSHUA, 1987). Um filme ideal deverá ter uma permeabilidade ao CO₂ de 3 a 5 vezes maior que ao O₂, para que se alcance um equilíbrio (RODRIGUEZ GIRO, 1994).

O uso de atmosfera modificada para conservação de abóbora minimamente processada vem sendo amplamente estudado ao longo dos anos (ALVES *et al.*, 2010; RUSSO *et al.*, 2012; SOUSA *et al.*, 2019), entretanto, na literatura as informações sobre o uso dessa técnica são escassas para a manutenção da qualidade pós-colheita de frutos de abóbora intactos. Torna-se imprescindível o desenvolvimento de pesquisas que visem elucidar o comportamento de frutos de abóbora Mini-Jack quando armazenados sob o uso das técnicas de refrigeração e atmosfera modificada. Proporcionando, desse modo, maior conhecimento acerca das diferentes técnicas e o fornecimento de informações que auxiliem no manuseio ideal para preservação da qualidade pós-colheita destes frutos.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. A.; VILAS BOAS, E. V. D. B.; VILAS BOAS, B. M.; SOUZA, É. C. D. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 625-634, 2010.

AMADEU, L.T.S.; QUEIROZ, A.J. de M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F de.; PAIVA, Y. F.; FERREIRA, J.P. de L.; REIS, C. G. dos.; SILVA, R.C. da.; ARAÚJO, K.T.A.; COELHO, N.O.; CARNEIRO, E.F. de S. Farinha de semente de abóbora germinada: Aspectos físicos, físico-químicos e colorimétricos. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 10, n. 3, pág. e18810313005, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i3.13005. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13005>. Acesso em: 10 abr. 2022.

ANJOS, C.N.; BARROS, B. H. S.; SILVA, E. I. G.; MENDES, M. L. M.; MESSIAS, C. M. B. DE O. Desenvolvimento e aceitação de pães sem glúten com farinhas de resíduos de abóbora (*Cucurbita moschata*). *Arquivos de ciências da saúde (FAMERP)*, v.24, n.4, p. 58-62. doi.org/10.17696/2318-3691.24.4.2017.870, 2017.

AZZOLINI, M. **Fisiologia pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato': estádios de maturação e padrão respiratório**. 2002. 100p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, ESALQ, 2002.

BARMAN, K.; AHMAD, S.; SIDDIQUI, M. W. Factors affecting the quality of fruits and vegetables. In: SIDDIQUI, M. W. (Ed.). **Postharvest biology and technology of horticultural crops**. Boca Raton: CRC Press, 2015. p. 1-50.

BEN-YEHOSHUA, S. Transpiration, Water Stress, and Gás Exchange. In: WEICHMANN, J. **Postharvest Physiology of Vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. p. 113-70.

BOITEUX, L.S.; NASCIMENTO, W.M.; FONSECA, M.E.N.; LANA, M.M.; REIS, A.; MENDONÇA, J.L.; LOPES, J.F.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. 'Brasileirinha': cultivar de abóbora (*Cucurbita moschata*) de frutos bicolores com valor ornamental e aptidão para consumo verde. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.1, p.103-106, 2007.

BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, v. 30, n. 1, p. 18-22, 1995.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; JANEIRO NEVES, C.S.V.; BRUEL, D.C.; HULSE DE SOUZA, S.G.; DOMINGOS GARBÚGLIO, D. Frutificação e desenvolvimento de frutos de aceroleira no Norte do Paraná. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p. 187, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. **Embrapa Hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

COSTA, C. A.; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W. M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p.127-132, 2006.

CPRA - Centro Paranaense de Referência em Agroecologia. Abóbora. Disponível em: <http://www.cpra.pr.gov.br/arquivos/File/Abobora.pdf>. Acesso em: 28 set. 2020.

CURCUBIT BREEDING AT NC STATE, 2019. Disponível em: <http://cucurbitbreeding.com/>. Acesso em: 30 set. 2020.

DANTAS, A.L.; SILVA, S.M.; LIMA, M.A.C.; DANTAS, R.L.; MENDONÇA, R.M.N. Bioactive compounds and antioxidant activity during maturation of strawberry guava fruit. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.44, n.4, p.805-814, 2013.

DE JESUS, N.; MARTINS, A.B.G.; BARBOSA, J.C. Desenvolvimento de frutos de longan (*Dimocarpus longan* Lour) na região de Jaboticabal-sp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n. 1, 2008.

ECHER, M. M.; DALASTRA, G. M.; HACSMANN, T. L.; FIAMETTI, M. S.; GUIMARÃES, V. F.; OLIVEIRA, P. S. R. Productivity and quality characteristics of mini pumpkin in two cropping systems. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 286-291, 2014.

EMBRAPA. **Catálogo Brasileiro de Hortaliças: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças: Sebrae, 2010. 59 p.

FAO. Agricultural production, primary crops. Roma, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 26 set. 2020.

FERREIRA, R. B.; DE SOUZA, B. S.; DE SOUZA, P. S.; APARECIDO, L. E. O.; NADALETI, D. H. S.; MACHADO, B. A. Desenvolvimento fenológico de frutos de lichia diferentes regiões. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 397-404, 2017.

FISCHER, S.Z.; BARBIERI, R.L.; PEIL, R.M.N.; STUMPF, E.R.T.; NEITZKE, R.S.; VASCONCELOS, C.S.; TREPTOW, R.O. Abóboras ornamentais: atributos valorizados por consumidores finais e decoradores florais. **Horticultura Brasileira**, v.33, n.4, p.480-487, 2015.

GONÇALVES, E. D.; PIMENTEL, R. M. de A.; LIMA, L. C. de O.; CASTRICINI, A.; ZAMBON, C. R.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R. Manutenção da qualidade pós-colheita das pequenas frutas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n. 268, p.89-95, 2012.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986. 130p. (Agriculture Handbook, 66).

HEIDEN, G.; BARBIERI, R.L.; NEITZKE, R.S. **Chaves para a identificação das espécies de abóbora (*Cucurbita*, *Cucurbitaceae*) cultivadas no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 31.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**. Censo Agropecuário 2017.

IRTWANGE, S.V. Application of modified atmosphere packaging and related technology in postharvest handling of fresh fruit and vegetables. **CIGR Journal**, v. VIII, n. 4, 2006.

KULCZYŃSKI, B.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A. The profile of secondary metabolites and other bioactive compounds in *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita moschata* pumpkin cultivars. **Molecules**, v. 24, n. 16, p. 2945, 2019.

KWIRI, R.; WININI, C.; MUSENGI, A.; MUDYIWA, M.; NYAMBI, C.; MUREDZI, P.; MALUNGA, A. Proximate composition of pumpkin gourd (*Cucurbita pepo*) seeds from Zimbabwe. **International of Nutrition and Food Sciences**, v.3, p.279–283, 2014.

LIMA, L. C. O. Processamento mínimo de kiwi e mamão. In: II Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 2000, Viçosa, MG. **Palestra...** Ed. Universidade de Viçosa, p. 95-109, 2000.

LIRA, R. P. **Qualidade pós-colheita da abóbora brasileira (*cucurbita moschata*) em diferentes épocas de colheita e tempos de armazenamento**. 2017. 91p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campina Grande-PB, 2017.

MALDONADO-ASTUDILLO, Y.I.; ALIATEJACAL, I.; NÚÑEZ-COLÍN, C. A.; JIMÉNEZHERNÁNDEZ, J.; PELAYO-ZALDÍVAR, C.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.; VALLE-GUADARRAMA, S. Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.174, p.193-206, 2014.

McATEE, P.; KARIM, S.; SCHAFFER, R.; DAVID, K. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v.4, n.79, p.1-7, 2013.

MASSOLO, J.F.; ZARAUZA, J.M.; HASPERUÉ, J.H.; RODONI, L.M.; VICENTE, A.R. Maturity at harvest and postharvest quality of summer squash. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54, 2019.

MOURA, F.T.; SILVA, S.M.; SCHUNEMANN, A.P.P.; MARTINS, L.P. Frutos do umbuzeiro armazenados em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.47, p.131-133, 2013.

NICK, C.; BORÉM, A. **Abóboras e Morangas do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017.

PARIS, H.S. History of the cultivar-groups of *Cucurbita pepo*. **Horticultural Reviews**, v. 25, p. 71-170, 2001.

PAULA, J. T.; FARIA, J. T. V. R.; MARCOS, V.; FIGUEIREDO, A. S.T.; SCHWARZ, K.; NEUMANN, E. R. Características físico-químicas e compostos bioativos em frutos de tomateiro colhidos em diferentes estádios de maturação. **Hortic. Bras.**, Vitoria da Conquista, v. 33, n. 4, p. 434-440, Dec. 2015.

PAUL, V.; PANDEY, R.; SRIVASTAVA, G. C. The fading distinctions between classical patterns of ripening in climacteric and non-climacteric fruit and the ubiquity of ethylene. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 49, n. 1, p. 1.21, 2012.

PEREIRA, G.S.; MACHADO, F.L.C.; COSTA, J.M. C. Aplicação de recobrimento prolonga a qualidade pós-colheita de laranja ‘Valência Delta’ durante armazenamento ambiente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 520-527, 2014.

PRIORI, D.; BARBIERI, R. L.; MISTURA, C. C.; VILLELA, J. C. B. Caracterização morfológica de variedades crioulas de abóboras (*Cucurbita maxima*) do sul do Brasil. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 65, n. 4, p. 337-345, Aug. 2018.

RESENDE, G. M.; BORGES, R. M. E.; GONÇALVES, N. P. S. 2013. Produtividade da cultura da abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Petrolina – PE, v. 31, n. 3, p. 504-508, jul. – set. 2013.

RIBEIRO, D.P.; JOSÉ, A.R.S.; BOMFIM, M.P.; JESUS, J.S.; JESUS, J.S. Teor de Carotenoides e Características Pós- Colheita de Frutos de *Passiflora setacea* D.C.**Rev. Iber. Tecnología Postcosecha**, v. 15, n.2, p.145-152, 2014.

RODRIGUEZ GIRO, M. Envasado Bajo Atmosfera Protectora. **Alimentacion Equipasy Tecnología**, v. 13, n. 1, p. 43-49, 1994.

ROMANO, C. M.; STUMPF, E. R. T.; BARBIERI, R. L.; BEVILAQUA, G. A. P.; RODRIGUES, W. F. **Polinização Manual em Abóboras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. ISSN 1806-9193.

RÓZYŁO, R.; GAWLIK-DZIKI, U.; DZIKI, R.; JAKUBCZYK, A.; KARA’S, M.; RÓZYŁO, K. Bread with pumpkin pulp as functional food. **Food Technology and Biotechnology**, v.52, p. 430–438, 2014.

RUSSO, V. C.; DAIUTO, É. R.; SANTOS, B. L.; LOZANO, M. G.; VIEITES, R. L.; DA SILVA VIEIRA, M. R. Quality of fresh-cut squash stored in active modified atmosphere. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1071-1084, 2012.

SALAYA, G. F. G. **Fruticultura: Madurez De La Fruta y Manejo Poscosecha** Frutade climas temperado y subtropical y uva de vino. Ediciones Universidad Católica de Chile, 2001

SCHWAB, T. N.; BOTH, V.; BUFFON, A. P.; FÜHR, A.; BINSFELD, C. Use of post-harvest films for the maintenance of the visual attributes and ethylene production of ornamental mini-pumpkins. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v. 25, p. 65–73, 2019.

SILVA, M. M. M. **Estudo do desenvolvimento fisiológico da cagaita (*Eugenia dysenterica*)**. 2016. 119p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2016.

SILVA, T. V.; RESENDE, E. D.; VIANA, A. P.; PEREIRA, S. M. F.; CARLOS, L. A.; VITORAZI, L. Determinação da escala de coloração da casca e do rendimento em suco do maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 880-884, Dec. 2008.

SOUSA, E. P. R.; COSTA, F. B.; SILVA, J.L.; NASCIMENTO, A. M.; SILVA, A. G. F.; ALCÂNTARA, C. M.; SALES, G. N. B.; MACÊDO, L. F.; SOUZA, P. A.; GADELHA, T. M.; RIBEIRO, W. S. Respiratory activity and physicochemical quality of juazeiro fruits (*Ziziphus joazeiro* Mart.). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 1-13, e380974315, 2020.

SOUSA L, K.; GUIMARÃES S, A.; MARTINS C, C. A. Evalution of packaging in the conservation of minimally processed squash. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 12, n. 3, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Trad. Santarén. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.

ULLMANN, S.; MAZURANA, J. **Abóbora**. UFRGS, 2001. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/afeira/materias-primas/frutas/abobora>. Acesso em: 6 jun. 2022.

USDA National Nutrient Database. Disponível em: <https://fdc.nal.usda.gov/>. Acesso em: 26 set. 2020.

VERONEZI, C.; JORGE, N. Carotenoides em abóboras. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v.29, n.1, p.9-20, 2011. Recuperado de <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/22734/16744>FEHR, W.R. **Principles of cultivar development: theories and techniques**. New York: Macmillan, 1987. 536p.

WATADA, A.E.; HERNER, R.C.; KADER, A.A.; ROMANI, R.J.; STABY, G.L. Terminology for the description of developmental stages of horticultural crops. **HortScience**, v. 19, n.1, p.20-21, 1984.

YADAV, M.; JAIN, S.; TOMAR, R.; PRASAD, G. B. K. S.; YADAV, H. Medicinal and biological potential of pumpkin: an updated review. **Nutrition Research Reviews**, v. 23, n. 2, p. 184-190, 2010.

4. ARTIGO 1

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE FRUTOS DE ABÓBORA Cv. MINI-JACK

Periódico submetido: *Postharvest Biology and Technology*

RESUMO

A falta de conhecimento das alterações fisiológicas que ocorrem durante o crescimento e desenvolvimento de frutos da abóbora Mini-Jack podem levar a perdas pós-colheita, e diminuição da vida útil dos mesmos. Assim, esse trabalho teve como objetivo caracterizar o crescimento, o desenvolvimento da abóbora Mini-Jack. Para isso, frutos foram colhidos aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias após a antese (DAA) e avaliados quanto a taxa respiratória, altura, diâmetro, peso, cor da casca, firmeza, espessura da casca e da polpa, concavidade interna dos frutos, pH, acidez, sólidos solúveis totais, caroteno na casca e na polpa, açúcares redutores, açúcares não redutores e açúcares totais. Os frutos apresentaram um padrão de crescimento representado por uma sigmoide simples. Foi possível verificar que a taxa respiratória dos frutos foi elevada no início de desenvolvimento (0 a 5 DAA), apresentou redução e estabilização aos 10 DAA. O peso, altura, a concavidade dos frutos aumentou até os 10 DAA. Durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos verificou-se, também, aumento nos teores de açúcares totais, sólidos solúveis totais, e mudanças nos teores de caroteno até os 10 DAA. Concluiu-se, portanto, que o ponto ideal de colheita dos frutos da abóbora Mini-Jack se dá aos 15 DAA.

Palavras-chave: Mini abóboras, taxa respiratória, ponto de colheita, fisiologia pós-colheita.

ABSTRACT

Growth and development of pumpkin fruits cv. Mini-Jack

The lack of knowledge about the physiological changes that occur during cultivation of pumpkin fruits can lead to post-harvest losses and shorten shelf life. In this context, this study addressed the characterization of growth and development of pumpkin (cv. Mini-Jack). The fruits were harvested at 0, 5, 10, 15 and 20 days after anthesis (DAA) and evaluated for respiratory rate, fruit height, diameter and weight; skin color, pulp firmness, skin and pulp thickness, fruit concavity, pH, total soluble solids, skin and pulp carotene, and reducing, non-reducing and total sugars in the fruit pulp. A development pattern represented by a single sigmoid curve was observed. The respiratory rate was high at the beginning of development (0 - 5 DAA), and decreased and stabilized at 10 DAA. Fruit weight, height and concavity increased up to 10 DAA. During fruit growth and development, the total contents of sugars and soluble solids also increased and carotene levels increased up to 10 DAA. It was therefore concluded that pumpkin fruits cv. Mini-Jack are best harvested at 15 DAA.

Key-words: Mini pumpkin, respiratory rate, point of harvest, postharvest physiology.

4.1. Introdução

As abóboras pertencem à família Cucurbitaceae e ao gênero *Cucurbita*, com cerca de 130 espécies catalogadas e distribuídas pelo mundo, incluindo variedades silvestres e cultivadas. *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo* L., *Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir, *Cucurbita ficifolia* e *Cucurbita argyrosperma* são as espécies agrícolas mais importantes (Blanca et al., 2011; Martínez-Valdivieso et al., 2015). Dentre estas, *Cucurbita pepo* é a que apresenta maior variabilidade genética (Paris, 2001; Martínez-Valdivieso et al., 2015). Os frutos das abóboreiras são comumente utilizados na alimentação, incluindo no preparo de sobremesas quentes ou frias, salgados, ensopados ou cozidos; além de serem, em alguns locais, também utilizados na decoração de ambientes.

Para atender a um mercado consumidor específico da gastronomia gourmet, são utilizadas preferencialmente cultivares pequenas como as da cultivar Mini-Jack (*Cucurbita pepo*), desenvolvida pela empresa Dessert Seed Company, a partir do cruzamento entre as abóboras Squash Wild Nu e Jack O'Lantern (Cucurbit Breeding at NC State, 2019). O tamanho menor destas abóboras facilita o transporte, armazenamento e são uma alternativa de consumo para pequenas famílias (Echer et al., 2014).

Apesar da importância econômica e alimentícia da cultura da abóbora, ainda pouco se sabe sobre o crescimento e desenvolvimento dos frutos. Vidigal et al. (2021) e Marouelli et al. (2017) avaliaram o crescimento da abóbora Tetsukabuto em função de diferentes doses de adubação nitrogenada e lâminas de irrigação. No entanto, em nenhum desses trabalhos foram descritas as alterações fisiológicas que ocorrem durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos. Esse conhecimento possibilita descrever os diferentes processos físicos, químicos, bioquímicos e fisiológicos desde a formação do órgão. Isto favorece que o manejo da cultura seja realizado de forma adequada, evitando prejuízos econômicos com tomadas de decisões adequadas nas etapas da cadeia de produção.

As fases de desenvolvimento de um fruto consistem no crescimento, maturação, maturidade fisiológica, amadurecimento e senescência (Silva, 2016). Assim, por meio da avaliação dessas fases, é possível estabelecer parâmetros para definir o ponto de colheita adequado, o que influencia a produção de frutos com maior qualidade pós-colheita. Altmann et al. (2019), por exemplo, acompanharam o desenvolvimento e maturação de frutos de jabuticabeira e constataram um aumento nos teores de sólidos solúveis, os quais variaram de 7,0 °Brix em frutos verdes 28 dias após a floração (DAPF) a 11,9 °Brix, sinalizando o avanço da maturação. A manutenção da qualidade e o maior tempo de armazenamento de frutas e

hortaliças estão atrelados ao ponto de colheita ideal de frutos e hortaliças. Conhecer esse fator garante a eficiente manutenção da qualidade e o aumento do tempo de consumo de frutos (Gonçalves et al., 2012; Botelho et al., 2019).

Diante da ausência de informações em relação às características físico-químicas e ao comportamento fisiológico durante o crescimento e o desenvolvimento da abóbora cv. Mini-Jack, esse trabalho teve como objetivo avaliar a taxa respiratória, identificar o padrão de crescimento e caracterizar as mudanças físico-químicas e as alterações bioquímicas ocorridas durante as diferentes fases do crescimento e desenvolvimento da abóbora Mini-Jack e, dessa forma, propor o ponto ideal de colheita dos mesmos.

4.2. Material e Métodos

4.2.1. Área experimental e material vegetal

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental “Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe”, localizada no município de São Cristóvão/SE (latitude 10 55’ 27’’ S, longitude 37 12’ 01’’ W e altitude de 46 m).

O clima da região é classificado como As, chuvoso tropical, com temperatura média anual em torno de 25,2 °C, verão seco e precipitação média anual de 1300 mm, de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação concentrada entre os meses de abril a setembro (Santos et al., 2009).

A área experimental foi constituída de três camalhões de 19 m de comprimento x 1,2 m de largura, utilizando-se o espaçamento de 1,0 m entre plantas, em linha única totalizando 60 plantas. Foram alocadas bordaduras nas laterais do experimento contendo a mesma variedade de abóbora.

Sementes de abóbora da cultivar Mini-Jack foram obtidas de empresa comercial. As plantas foram obtidas por meio de semeadura realizada diretamente na cova, foram utilizadas duas sementes por cova. Após a germinação foi realizado o desbaste, mantendo-se em campo as plantas de maior vigor. Foi realizada a adubação de fundação (antes da semeadura) e de cobertura (15 dias após o plantio). Em cada uma delas utilizou-se 30 ton ha⁻¹ de N (ureia), 30 ton ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e 30 ton ha⁻¹ de P₂O₅ (monoammonium phosphate) (Sobral et al., 2007). Utilizou-se o sistema de gotejamento para a irrigação das plantas, a quantidade de água utilizada na irrigação foi calculada com base nos valores de evapotranspiração de referência (ET_o) informados pela estação meteorológica.

4.2.2. Marcação das flores e colheita dos frutos

O início da floração deu-se um mês após o plantio. As marcações das flores foram feitas diariamente devido à irregularidade da floração e para melhor monitorar o crescimento e o desenvolvimento das flores/frutos. A marcação foi realizada após a antese, onde flores foram selecionadas e aleatoriamente marcadas. A seleção das flores foi baseada na homogeneidade que estas apresentavam dentro de cada estágio de desenvolvimento. Posteriormente, após a diferenciação dos frutos, foram iniciadas as coletas para as análises físico-químicas, bioquímicas e da taxa respiratória. Foram colhidos frutos que apresentaram uniformidade em tamanho e cor durante o seu crescimento e desenvolvimento. A colheita dos frutos ocorreu entre às 7h e 9h da manhã. Foram coletados frutos com 0, 5, 10, 15 e 20 dias após a antese (DAA) (Fig. 1).

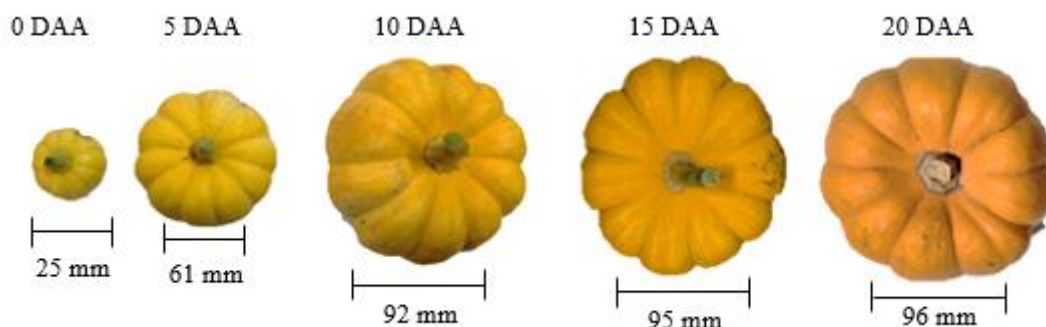


Fig.1. Frutos de abóbora Mini-Jack (*Cucurbita pepo* L.) aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias após a antese. Setembro a novembro de 2021. São Cristóvão-SE.

4.2.3. Análise da taxa respiratória

Para a determinação da taxa respiratória e de produção de etileno foram utilizadas a metodologia de Furtado et al. (2018), com adaptações. Para as análises no tempo 0 de desenvolvimento foram utilizados frascos de 120 mL, para os tempos 5 e 10 de desenvolvimento foram utilizados frascos de 1500 mL e para os demais tempos, frascos de 2000 mL. Os teores de dióxido de carbono (CO_2) e de etileno liberados, para cada tempo de desenvolvimento (0, 5, 10, 15 e 20 DAA), foram analisados em quatro frutos, totalizando 20 frutos ao final das análises. Os frutos foram colocados individualmente em frascos hermeticamente fechados. Com o auxílio de uma seringa, foram coletadas alíquotas de 1 mL de CO_2 e etileno após 0,5 h e 1 h de fechamento dos frascos. A análise de concentração de CO_2 e de etileno foi realizada em cromatógrafo a gás Varian, modelo CP-3380), equipado com um detector de condutividade térmica (TCD) e de ionização de chamas (FID) conectados em série e uma coluna capilar Rt®- Q-BOND (RESTEK) (30m x 0,32mm ID x 10 μm). O gás de arraste foi o hélio, com fluxo de 5mL/min. As temperaturas da coluna, do injetor, do detector TCD e do detector FID foram de 30, 200, 120 e 200 °C, respectivamente. O tempo da análise cromatográfica foi de 120s e o tempo de retenção do CO_2 e etileno foi 60 e 102s, respectivamente. A quantificação de CO_2 e etileno foi feita pela comparação das áreas dos picos das amostras com áreas de picos do padrão de CO_2 e etileno de concentração conhecida, com auxílio do software Galaxie Workstation. Os resultados foram expressos em % de CO_2 e em mg. L⁻¹ de etileno. Após as análises de taxa respiratória, os frutos foram utilizados nas análises físico-químicas e bioquímicas.

4.2.4. Análises físico-químicas e bioquímicas

O crescimento e desenvolvimento dos frutos da abóbora Mini-Jack foi acompanhado por meio da determinação das mudanças físicas, químicas e bioquímicas ocorridas em cada estágio de desenvolvimento, para isso, foram realizadas as seguintes análises: peso dos frutos, taxa de crescimento relativo (TCR), altura, diâmetro, espessura da polpa e da casca, concavidade, firmeza, coloração da casca, sólidos solúveis totais, acidez titulável, ratio, pH, açúcares redutores, não redutores e totais, carotenoides totais.

O peso individual dos frutos, expresso em gramas, foi determinado em balança digital, a pesagem foi realizada em cada fruto nos diferentes estádios de desenvolvimento.

A taxa de crescimento relativo (TCR) foi calculada segundo a metodologia de Cairo et al. (2008) e utilizou-se a seguinte equação: $(\text{Ln}P2 - \text{Ln}P1)/t2 - t1$, onde: LnP1= Logaritmo neperiano do peso 1, LnP2= Logaritmo neperiano do peso 2, t1=tempo 1, t2= tempo 2.

A altura, o diâmetro, a espessura da polpa e da casca e a concavidade dos frutos foram observadas com o auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,1 mm. Para as quatro últimas variáveis citadas, as medidas foram realizadas na região equatorial dos frutos. As mensurações foram realizadas em cada fruto ao longo do seu desenvolvimento e os valores expressos em milímetros.

A firmeza foi medida com o auxílio de penetrômetro digital de bancada 53205TR (Fruit Pressure Tester, Itália) com ponta de prova de 8 mm. Para mensurar a firmeza, foi realizada a remoção do epicarpo dos frutos. As medidas foram realizadas na região equatorial dos frutos, com três leituras em cada fruto e resultados expressos em Newton (N).

A coloração da casca foi mensurada a partir dos valores do ângulo *Hue* (°h). O ângulo de tonalidade *h* inicia-se no eixo +a* e é dado em graus; onde 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul) (Konica Minolta) (McGuire, 1992). Os valores foram obtidos com o auxílio de colorímetro CR-400 (Minolta Sensing Inc., Japão). Foram realizadas três leituras na região equatorial dos frutos.

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por meio do uso de refratômetro digital modelo HI (Hanna Instruments, Romênia), de acordo com o método proposto pela AOAC 932.12 (1997), os valores obtidos foram expressos em °Brix. O pH foi obtido por meio da leitura de 5 ml do extrato de abóbora com o auxílio de pHmetro digital segundo o método proposto pelo Instituto Adolfo Lutz - IAL (1973). A acidez total titulável (ATT) foi determinada por meio da titulação com NaOH 0,1N de 5 ml de extrato diluído em 25 ml de água, os resultados de ATT foram expressos em gramas de ácido málico/100ml (IAL, 1973). O ratio foi obtido por meio da razão entre SST e ATT (SST/ATT).

A análise de açúcares redutores foi realizada conforme o método do ácido dinitrosalicílico proposto por Miller (1959). O extrato foi preparado utilizando-se 2,0 ml do extrato da abóbora, diluído em 100 mL de água destilada. Uma alíquota de 0,4 mL do extrato foi misturada a 1,1 mL de água e a 1,0 mL da solução de ácido dinitrosalicílico para obtenção das amostras, seguida de agitação e incubação em banho-maria a 100 °C por 5 minutos. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 540 nm, em spectorum SP1105, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão.

Os açúcares totais foram determinados pelo método da Antrona (Yem e Willis, 1954). O extrato foi obtido por meio da diluição de 20 µl do extrato da abóbora em 9,98 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo, adicionando-se em um tubo 1 mL do extrato, 4,0 mL da solução de antrona 0,1%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 3 minutos. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, em spectorum SP1105, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão.

Os carotenoides totais foram determinados e calculados de acordo com o método proposto por Lichtenthaler (1987). O extrato foi obtido a partir da maceração de 2 g da casca da abóbora em almofariz, na presença de 0,2 g de carbonato de cálcio (CaCO₃) e 5 mL de metanol (90%). Em seguida, adicionou-se 20 mL de metanol (90%) e as amostras foram centrifugadas a 10 °C e 3.000 rpm por 10 minutos e os sobrenadantes foram lidos em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm. Utilizou-se a seguinte equação para calcular o teor de carotenoides totais:

$$\text{Caroteno total} = (1000A_{470} - 1,91Ca - 95,15Cb)/225$$

4.2.5. Delineamento experimental

O experimento foi realizado em dois ciclos, entre os meses de setembro e novembro de 2021. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 16 repetições por estágio de desenvolvimento para as análises físico-químicas e bioquímicas, totalizando 80 frutos ao final das análises. Para a taxa respiratória utilizou-se 4 frutos por estágio de desenvolvimento, ao fim das análises foram analisados um total de 20 frutos.

Os resultados das análises foram submetidos à análise da diferença mínima significativa em teste de comparações múltiplas, em que as diferenças entre dois tratamentos maiores que a soma de dois desvios-padrões foram consideradas significativas a 5% de probabilidade (Mawele Shamaila; Powrie; Skura, 1992).

4.3. Resultados

4.3.1. Alterações físicas no desenvolvimento e crescimento de frutos da abóbora Mini-Jack

Foi observado inicialmente o rápido aumento do peso dos frutos de abóbora Mini-Jack, onde no estágio 0 de desenvolvimento os frutos colhidos pesavam em média 8 g, frutos colhidos aos dez DAA apresentaram valores médios de peso de 258 g. Posteriormente, foi observado que os valores referentes ao peso dos frutos se estabilizaram, alcançando 287 g aos 15 DAA (Fig. 2A).

Similarmente ao verificado com o acúmulo da massa fresca dos frutos, verificou-se aumento dos valores referentes à concavidade, altura e espessura da polpa dos frutos nos primeiros 10 dias de desenvolvimento (Fig. 2B a 2D). Após esse período, os valores dessas variáveis estabilizaram. Frutos colhidos logo após a antese (0 DAA) apresentaram menor concavidade, aos 15 DAA os frutos apresentaram valores em torno de 68, 91 mm, indicando um aumento de 389,5 % em relação a 0 DAA (Fig. 2B).

Essas mudanças demonstraram que frutos de abóbora Mini-Jack apresentam um crescimento acentuado nos primeiros dez DAA, se estabilizando após esse período. Em relação à altura e ao diâmetro dos frutos de abóbora Mini-Jack (Fig. 2C), verificou-se que aqueles colhidos logo após a antese (0 DAA) apresentaram tamanho aproximado de 20,61mm.

O aumento da altura dos frutos deu-se até o décimo dia de avaliação, com média de 51,38 mm. Os frutos tiveram maiores diâmetros aos 15 DAA, com média de 95, 95 mm. Aos dez DAA observou-se também um rápido aumento na espessura da polpa (Fig. 2D), indicado pelo aumento dessa variável em aproximadamente 525% quando comparados ao zero e aos dez DAA. No entanto, a espessura da casca (Fig. 2D) continuou aumentando até os 20 DAA, quando apresentou uma média de 1, 23 mm (Fig. 2D).

Com relação à taxa de crescimento relativo da abóbora Mini-Jack, verificou-se que segue padrão de uma sigmoide simples (Fig. 2A) (Coombe, B.G., 1976). Frutos de abóbora Mini-Jack apresentaram uma taxa de crescimento relativo (TCR) de 4,69 g. g. dia⁻¹ aos dez DAA (Fig. 2E). Após esse período, assim como o peso e a concavidade, os valores referentes à TCR dos frutos também se estabilizaram, evidenciando dessa forma o fim do estágio de crescimento da abóbora Mini-Jack. Os frutos apresentaram uma taxa respiratória inicial de 767 mg de CO₂/kg/h, que diminuiu acentuadamente aos 5, 10, 15 e 20 DAA, chegando a 451 mg de CO₂/kg/h aos 15 DAA (Fig. 2E). Dos 15 aos 20 DAA verificou-se estabilidade nessa taxa (Fig. 2E). Nas condições experimentais utilizadas, não foi detectada produção de etileno durante o crescimento e o desenvolvimento.

Os frutos de abóbora Mini-Jack tiveram sua firmeza aumentada ao longo do desenvolvimento. Os menores valores referentes a essa variável (0,60 N) foram observados logo após a antese (0 DAA) (Fig. 2F) e os maiores (14, 57 N) aos 20 DAA (Fig. 2F).

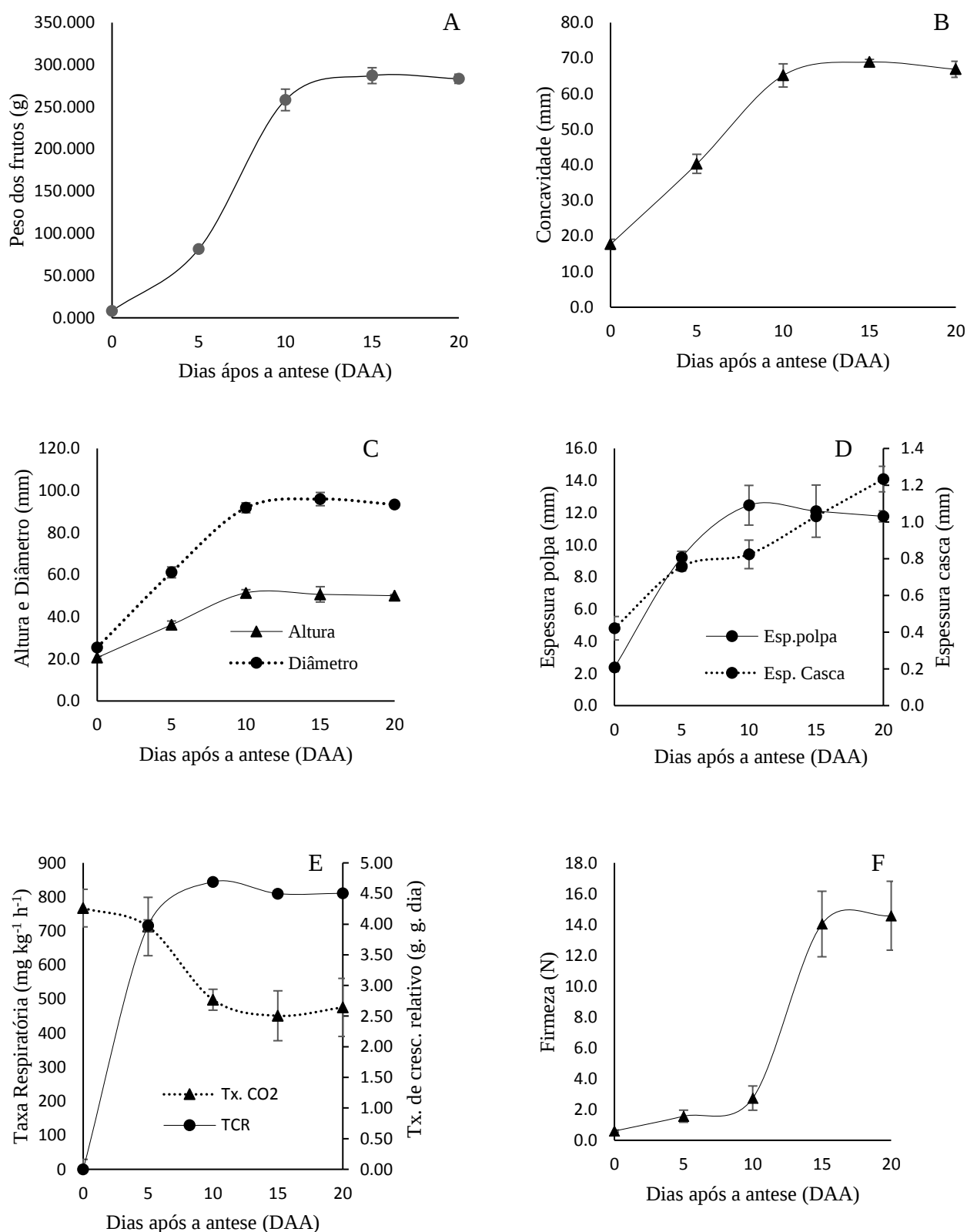


Fig. 2. Peso dos frutos (A), concavidade (B), altura e diâmetro dos frutos (C), espessura da polpa e da casca (D), taxa respiratória e taxa de crescimento relativo (E) e firmeza do fruto (F) em função do crescimento e do desenvolvimento de frutos da abóbora Mini-Jack. São Cristóvão, Sergipe.

Os valores observados do ângulo Hue da abóbora Mini-Jack diminuíram com o avanço do desenvolvimento (Fig. 3). Inicialmente, o valor do ângulo Hue foi de 84,67°, próximo da cor

amarela. No entanto, à medida que os frutos se desenvolveram, o ângulo Hue diminuiu gradativamente, atingindo os menores valores aos 20 DAA (72,8). Isto indicou mudança de tonalidade na casca, partindo de um amarelo menos intenso para tonalidades mais intensas de amarelo (Fig. 3). O ângulo Hue ($^{\circ}h$) permite visualização precisa da mudança da coloração da casca dos frutos (Silva et al., 2008). Os valores encontrados permitiram concluir que com o avanço do desenvolvimento os frutos da abóbora Mini-Jack apresentaram tom amarelo mais intenso ($h=80^{\circ}$).

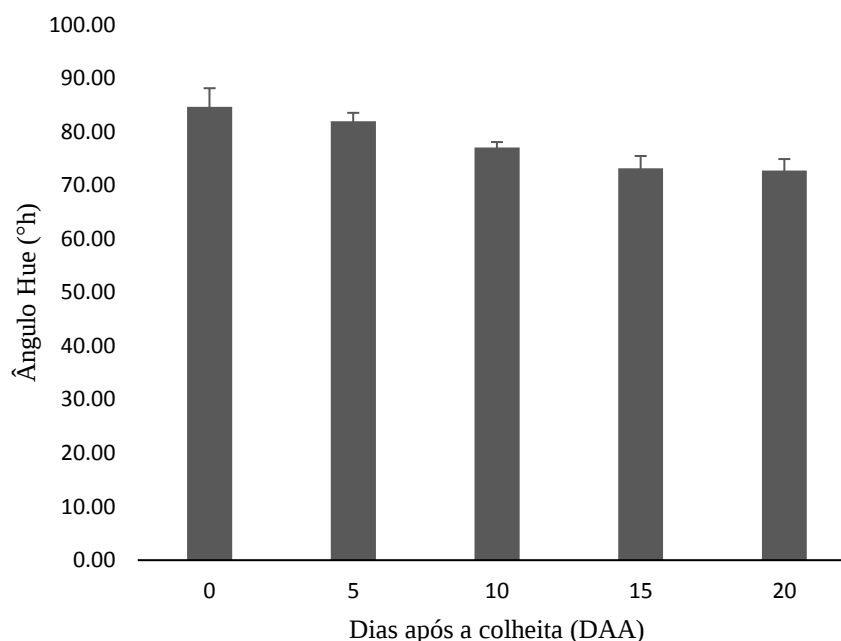


Fig. 3. Ângulo Hue ao longo do desenvolvimento de frutos da abóbora Mini-Jack.

4.3.2 Alterações bioquímicas e químicas em frutos de abóbora Mini-Jack durante o crescimento e desenvolvimento

Os teores de carotenoides totais da casca aumentaram significativamente ao longo do desenvolvimento dos frutos avaliados (Fig. 4A), partindo de 0,70 $\mu\text{g}/100\text{g}$ no dia da antese (0 DAA), alcançando os maiores valores dessa variável aos 20 DAA, quando foi em torno de 0,450 $\mu\text{g}/100\text{g}$. Em relação aos açúcares presentes em frutos da abóbora Mini-Jack, de forma geral, diminuíram com o avanço do desenvolvimento (Fig. 4B). Inicialmente, os frutos colhidos logo após a antese (0 DAA) apresentaram, em média, 2,10%, 0,42% e 1,76% de açúcares totais, redutores e não-redutores, respectivamente. Aos 20 DAA, menores teores de açúcares totais, redutores e não-redutores foram observados: 1,46%, 0,20% e 1,28%.

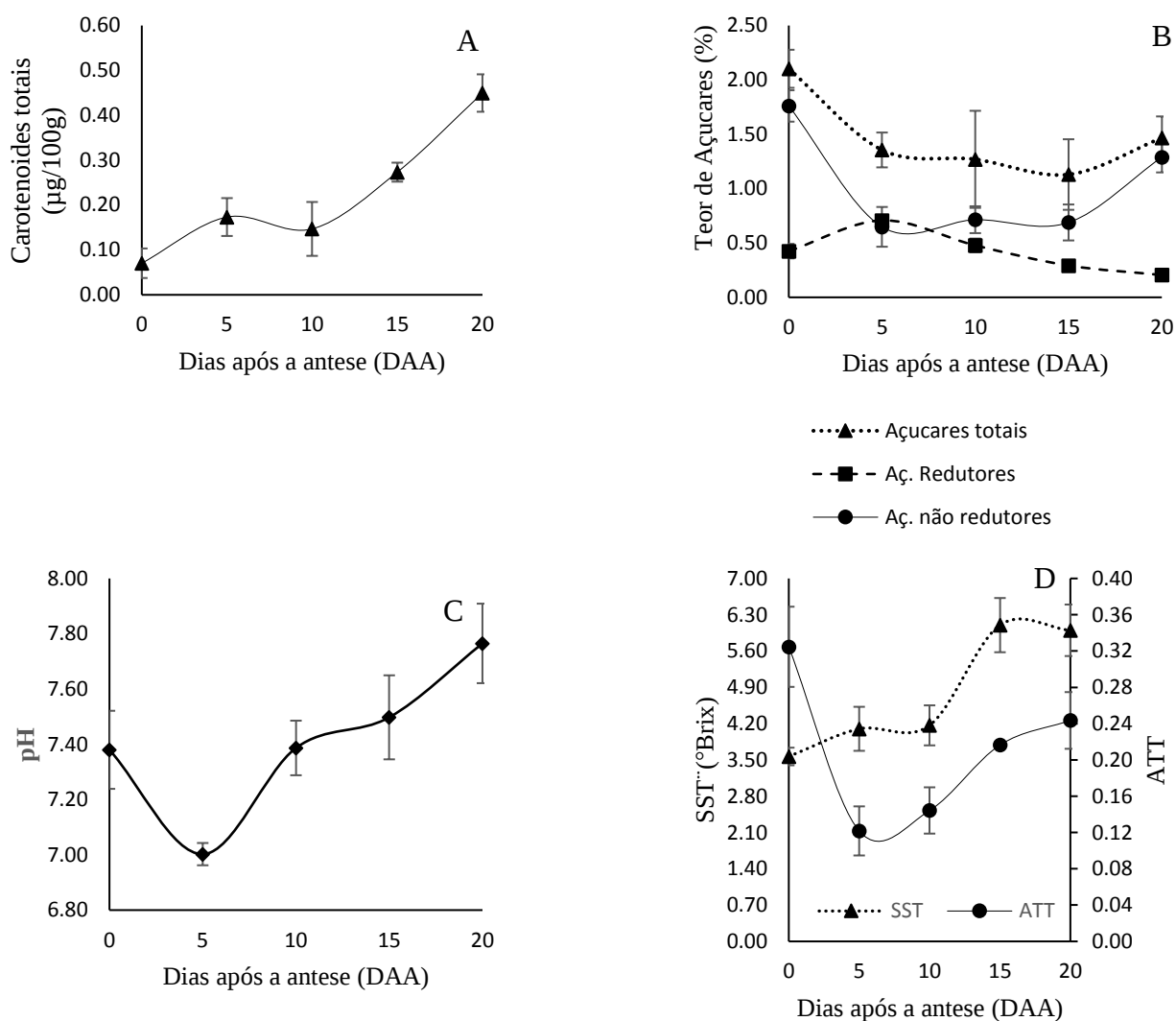


Fig. 4. Teor de carotenoides totais da casca (A), teor de açúcares totais, redutores e não-redutores (B), pH (C), e SST e ATT (D) em função do crescimento e desenvolvimento de frutos da abóbora Mini-Jack.

Os valores de pH se mantiveram em torno de 7,00 e 7,76 até 20 DAA (Fig. 4C). Os menores valores de pH foram verificados aos cinco DAA (7,00). Após esse período houve aumento dessa variável, e aos 20 DAA foi constatado seu maior valor, 7,76. Em contrapartida, foi verificada a queda nos teores de ATT quando comparado o zero e o quinto DAA 0,325 e 0,122, respectivamente (Fig. 4D), a queda nos valores de ATT nesse período pode estar associada à utilização dos ácidos orgânicos no processo de respiração dos frutos da abóbora Mini-Jack. Aos 20 DAA os valores encontrados referentes à ATT foram de 0,244. O teor de SST aumentou com o tempo de desenvolvimento dos frutos (Fig. 4D). No zero DAA os frutos apresentaram valores médios de 3,56 $^{\circ}\text{Brix}$, maiores valores foram observados aos 15 DAA, onde os valores encontrados foram de 6,1 $^{\circ}\text{Brix}$. Os menores valores referentes ao ratio dos frutos da abóbora Mini-Jack foram observados imediatamente após a antese (0 DAA), 10, 98. Os maiores valores foram constatados aos cinco DAA, 33,67, onde é possível observar também o menor valor referente à acidez, contribuindo dessa forma para o maior valor de ratio.

4.4. Discussão

O desenvolvimento de frutos envolve mudanças de inúmeras características, sejam elas físicas, químicas ou fisiológicas, que podem ser influenciadas por fatores externos e internos (Coombe, B.G., 1976). Essas alterações podem ser divididas em fases ou estádios de desenvolvimento.

O processo de desenvolvimento de um fruto é caracterizado pelo estágio de crescimento, onde ocorrem as maiores alterações físicas relacionadas às mudanças, principalmente das dimensões dos frutos, seguido pelo processo de maturação onde são mais intensas as alterações químicas relacionadas à síntese e degradação de alguns compostos responsáveis pelo sabor e aparência dos frutos. No amadurecimento, os frutos possuem sabor agradável e estão prontos para serem consumidos. Na senescência onde os processos de degradação são maiores que os processos de síntese ocasionando a morte do fruto (Luo et al., 2021).

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que a primeira fase do desenvolvimento da Mini-Jack pode ser caracterizada pelo aumento acelerado do peso, altura, diâmetro e concavidade, pode-se constatar que essas alterações se concentram entre zero e dez DAA. O crescimento do fruto, que é um aumento irreversível de tamanho, é efetivado pela combinação de divisão e expansão celular (Raven; Evert; Eichhorn, 2014).

Hernández et al. (2006) afirmaram que durante o crescimento do fruto, intervalo de tempo que vai desde a antese à maturidade fisiológica, há um desenvolvimento ordenado de um grande número de tecidos vegetais, com a divisão celular terminada no momento da antese ou durante o começo do período de crescimento, e que o volume celular é o que representa maior contribuição para a expansão total do fruto. A mudança nos diâmetros é fundamentalmente produzida pela ação de fitohormônios como o ácido indolacético e as giberelinas, que em última instância se sintetizam por causa da fotossíntese e da respiração da planta (Wang et al., 2020).

Além disso, o crescimento da abóbora Mini-Jack pode ser caracterizado ainda pela alta taxa respiratória observada aos 0 DAA, confirmando o metabolismo acelerado possivelmente ocasionado pelas inúmeras transformações físicas, químicas e fisiológicas ocorridas no período observado.

Analisando-se os dados de taxa de crescimento relativo, de taxa respiratória (Fig. 2E) e a não detecção de etileno durante o crescimento e desenvolvimento da abóbora Mini-Jack, pode-se inferir que os frutos apresentam comportamento de frutos não-climatéricos (Iannetta et al., 2006). Nos frutos climatéricos ocorre um pico na respiração e aumento na produção autocatalítica de etileno, enquanto nos frutos não climatéricos não se observa essas alterações (Farculh et al., 2019). O conhecimento da atividade respiratória e da taxa de produção de etileno em frutos é um atributo de extrema importância para o amadurecimento dos frutos. Informações sobre as alterações fisiológicas que ocorrem durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos podem resultar em um aumento de vida útil e auxiliar na manutenção da qualidade desses produtos (Lira, 2017).

Foi observado que a firmeza dos frutos avaliados aumentou até os 15 DAA, esses resultados indicam, segundo Coombe (1976), a segunda fase do desenvolvimento, que envolve o crescimento e alongamento dos frutos. Para a abóbora Mini-Jack esta fase estendeu-se de 10 DAA até 15 DAA. Durante o alongamento celular os polímeros de parede secundária são constantemente sintetizados, ao mesmo tempo em que a parede primária se expande (Coombe, 1976; Taiz e Zeiger, 2009), conferindo maior firmeza aos frutos.

A firmeza dos frutos é um atributo essencial principalmente para frutos carnosos e deve ser extensivamente investigada porque influencia tanto a colheita quanto a vida útil pós-colheita (Horvitz et al., 2017). Entretanto, os mecanismos responsáveis pela mudança na firmeza de frutos não são totalmente compreendidos. As informações disponíveis sobre as mudanças nas frações da pectina, hemicelulose e celulose variam de acordo com cada fruto (Fischer & Bennett, 1991).

Diferentemente desse estudo, valores maiores de firmeza foram encontrados por Belém (2008) para abóboras da espécie *C. máxima*, colhidas no ponto de colheita comercial, valores médios de firmeza de 24,37 (N). Amariz (2009) observou variação da firmeza de 47 acessos de *C. moschata* e obteve valores médios de firmeza oscilando de 84,81 N a 227,14 N, valores superiores aos encontrados neste trabalho para *C. pepo* cv Mini Jack. Fatores nutricionais e genéticos podem afetar a firmeza dos frutos. Além disso, pode variar também dependendo da coesividade, forma, tamanho e turgidez das células que compõem o tecido dos frutos (Amariz et al., 2009). A firmeza também é uma característica importante na determinação do ponto ideal de colheita dos frutos e influencia diretamente no potencial de armazenamento dos frutos (Amariz et al., 2009).

As alterações na coloração dos frutos são indicativos do processo de maturação de frutas e hortaliças (Jacobo-Valenzuela et al., 2011). Esse atributo junto a outros são utilizados pelos consumidores no processo de escolha de produtos (Gajewski et al., 2008). Entretanto, por meio desse estudo foi constatado que a variável cor não é o indicativo ideal para tomada de decisão referente ao amadurecimento de frutos da abóbora Mini-Jack, tendo em vista a baixa variação dessa variável ao longo do desenvolvimento. Em contrapartida, a baixa variação nos valores do ângulo Hue confere uma característica importante para abóboras Mini-Jack, pois proporciona a manutenção do frescor por maiores períodos de armazenamento.

Os carotenoides são a fonte da cor da abóbora e fornecem alguns dos maiores benefícios nutricionais da ingestão de abóbora. Os carotenoides primários em *C. pepo* são β -carotenoides e luteína (Azevedo-Meleiro & Rodriguez-Amaya, 2007; Murkovic et al., 2002). As variações nos teores de carotenoides totais podem ser atribuídas a vários fatores, incluindo o estágio de maturação, fatores ambientais, a cultivar e as condições de cultivo. Sousa et al. (2012), ao estudarem doze acessos de *Cucurbita moschata* em relação a dias de armazenamento, obtiveram valores médios de carotenoides totais de 14,93 a 153,15 $\mu\text{g}/100\text{g}$, valores esses superiores aos encontrados na abóbora Mini-Jack.

Os açúcares solúveis nos frutos das culturas de Cucurbitaceae são principalmente glicose (açúcar redutor), frutose (açúcar redutor) e sacarose (açúcar não redutor). Os conteúdos e proporções dos três açúcares em diferentes espécies e variedades são muito diferentes (Wang et al., 2020). Nas variedades *C. moschata* e *C. pepo*, a sacarose determina a doçura do fruto (Corrigan et al., 2000).

Os açúcares redutores contribuem com cerca de 100 % do teor de açúcares totais na fase inicial de desenvolvimento dos frutos (Long et al., 2004). Todavia, a sacarose pode chegar a até 50 % dos açúcares totais na fase final de maturação, com proporção aproximada de 25 % para glicose e 25 % para frutose (Long et al., 2004). Frutos de abóbora Mini-Jack inicialmente apresentaram baixo teor de açúcares totais, isso pode ser relacionado ao fato de que no estágio inicial de desenvolvimento do fruto, o teor de açúcares é geralmente baixo e aumenta lentamente durante a maturação e o amadurecimento, pois possivelmente os açúcares produzidos pela fotossíntese nas folhas no estágio inicial de desenvolvimento são transportados para o fruto e decomposta em glicose e frutose para sintetizar o amido e para fornecer energia para o rápido crescimento do fruto (Wang et al., 2020).

Além disso, os teores de açúcares podem ser relativos a fatores externos e internos, por exemplo, frutos de Moranga (*C. maxima* cv. Duch) que apresentam média de 2,2 a 3,8 % de teores de açúcares redutores (Pedro, 2013). Silva (2012), em abóboras *C. moschata* cv. Leite, verificou médias entre 2,52,82 a 2,95 % de açúcares não-redutores. Pesquisas realizadas com *C. moscata* cv. Leite mostraram valores médios de 4,34 a 5,22 % de teores de açúcares solúveis totais (Silva, 2012; Long et al., 2004). Em outro estudo, realizado com abóboras da espécie *Cucurbita ficifolia* colhidas aos 10, 40 e 80 DAA, verificaram-se médias de 43,03 a 106,61 % de açúcares solúveis totais (Barbosa, 2015) em *C. ficifolia*, médias superiores aos deste trabalho.

O teor de sólidos solúveis indica a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou na polpa. São medidos em °Brix, sendo utilizados como uma medida

indireta do teor de açúcares e aumentam com a maturação por meio de processos sintéticos ou pela degradação de polissacarídeos (Chitarra e Chitarra, 2005). O aumento no teor de sólidos solúveis na polpa pode ser utilizado como um dos parâmetros para o ponto ideal de colheita e caracterizar a terceira e a última fase do desenvolvimento da abóbora Mini-Jack que se estendeu até 15 DAA, totalizando um ciclo de 46 dias após a semeadura, diferente dos resultados de Echer et al. (2014), relativos aos frutos colhidos 65 dias após semeadura, realizada em bandeja de produção de mudas. Eles verificaram valores médios de SST e ATT 3,64 e 0,126%, ou seja, valores inferiores aos encontrados nessa pesquisa.

4.5. Conclusões

Os frutos de abóbora Mini-Jack apresentaram comportamento de frutos de natureza não-climatérica.

O crescimento dos frutos de abóbora Mini-Jack pode ser representado por uma sigmoide simples, onde a fase de crescimento, caracterizada pelas alterações físicas, se concentra entre zero e dez DAA.

Aos 15 DAA, foi observado melhores valores para o ratio (SST/ATT), indicando o ponto ideal de colheita.

4.6. Referências Bibliográficas

Altmann, T., Heisler, G., da Silva, L. F., & de Souza, P. V. D. (2019). Desenvolvimento e maturação de frutos de jabuticabeira (*Plinia peruviana*) na região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 25(1/2), 32-43. <https://doi.org/10.36812/pag.2019251/232-43>.

Amariz, A., Lima, M. A. C., Borges, R. M. E., Belem, S. F., Passos, M. C. L. M. S., Trindade, D. C. G., Ribeiro, T. P. (2009). Caracterização da qualidade comercial e teor de carotenoides em acessos de abóbora. *Horticultura Brasileira*, Petrolia-PE. 27: S541-S547.

Azevedo-Meleiro, C.H., Rodriguez-Amaya, D.B. Qualitative and Quantitative Differences in Carotenoid Composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, and *Cucurbita pepo*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2007 55 (10), 4027-4033 DOI: 10.1021/jf063413d

Barbosa, L.B.G.B. Compostos bioativos e capacidade antioxidante em abóboras-gila (*cucurbita ficifolia*Bouché) Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana, Departamento de Nutrição, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 31 p.2015.

Belém, S.; Borges, R.; Costa, A.; DOS Santos, A. C. N.; Antão, T. D. S. Caracterização da qualidade pós-colheita de frutos de acessos de *Cucurbita* spp. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 3., 2008, Petrolina. Anais. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/161652/caracterizacao-da-qualidade-pos-colheita-de-frutos-de-acessos-de-cucurbita-spp>

Blanca, J., Canizares, J., Roig, C., Ziarsolo, P., Nuez, F., & Pico, B. (2011). Transcriptome characterization and high throughput SSRs and SNPs discovery in *Cucurbita pepo* (*Cucurbitaceae*). *BMC Genomics*, 12, 104. <https://link.gale.com/apps/doc/A250836534/AONE?u=capex&sid=bookmark-AONE&xid=1d3c5b1c>

- Botelho, S. D. C. C., Hauth, M. R., Botelho, F. M., Roncatto, G., Wobeto, C., Oliveira, S. S. (2019) Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos em diferentes estádios de maturação. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 62. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2019.3005>
- Chitarra, M. I. F. & Chitarra, A. B. (2005). Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio (2nd ed.). UFLA
- Coombe, B. G. (1976) The development of fleshy fruits. *Annual Review of Plant Physiology*. Palo Alto, v.27, p. 207 – 228. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.27.060176.001231>
- Corrigan, V. K.; Irving, D. E.; Potter, J. F. 2000: Sugars and sweetness in buttercup squash. *Food Quality and Preference* 11: 313-322. DOI: 10.1016/S0950-3293(99)00077-4
- Curcubit breeding at nc state, 2019. Disponível em:<<http://cucurbitbreeding.com/>>. Acesso em: 30/09/2020.
- Echer, Márcia M, Dalastra, Graciela M, Hachmann, Tiago L, Mayara S Fiametti, Vandeir F Guimarães, & Oliveira, Paulo SR. (2014). Características produtivas e qualitativas de mini abóbora em dois sistemas de cultivo. *Horticultura Brasileira*, 32(3), 286-291. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000300008>
- Farcuh, M., Toubiana, D., Sade, N., Rivero, R. M., Doron-Faigenboim, A., Nambara, E., Sadka, A. & Blumwald, E. (2019). Hormone balance in a climacteric plum fruit and its non-climacteric bud mutant during ripening. *Plant Science*, 280, 51-65. doi: 10.1016/j.plantsci.2018.11.001
- Fischer, R. L. & Bennett, A. B. (1991). Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Annual review of plant biology*, 42(1), 675-703. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.42.060191.003331>
- Gajewski, M., Radzanowska, J., Danilcenko, H., Jariene, E., & Cerniauskiene, J. (2008). Quality of pumpkin cultivars in relation to sensory characteristics. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 36(1), 73-79.
- Gonçalves, ED, Pimentel, RDA, Lima, LDO, Castricini, A., Zambon, CR, ANTUNES, L., & TREVISAN, R. (2012). Manutenção da qualidade pós-colheita das pequenas frutas.
- Hernández, M. S.; Barrera, J. A., Carrillo, M., Martínéz, O., Melgarejo, L. M., Galvis, J. A., Casas, A. E., Bolaños, C. Crecimiento y desarrollo de los frutos de especies promisorias del genero Theobroma, bajo condiciones de la Amazonia norte colombiana. In: Oferta y potencialidades de un banco de germoplasma del género Theobroma en el enriquecimiento de los sistemas productivos de la región Amazónica. Melgarejo, L. M.; Hernández, M. S.; J. A.; Carrillo, M. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi, Universidad Nacional de Colombia, 2006, p. 107 – 136.
- Jacobo-Valenzuela, N., de Jesus Zazueta-Morales, J., GALLEGOS-INFANTE, J. A., Aguilar-Gutierrez, F., CAMACHO-HERNANDEZ, I. L., ROCHA-GUZMAN, N. E., & GONZALEZ-LAREDO, R. F. (2011). Chemical and physicochemical characterization of winter squash (*Cucurbita moschata* D.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(1), 34-40.

Iannetta, P. P.; Laarhoven, L. J.; Medina-Escobar, N.; James, E.K, Mcmanus, M. T.; Davies, H. V.; Harren, F. J. (2006). Ethylene and carbon dioxide production by developing strawberries show a correlative pattern that is indicative of ripening climacteric fruit. *Physiologia Plantarum*, v. 127, n. 2, pág. 247-259.
<https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2006.00656.x>

Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, 1973. V.1, 371 p.

Lichtenthaler, Hartmut K. [34] Clorofilas e carotenóides: pigmentos de biomembranas fotossintéticas. In: Métodos em enzimologia . Imprensa Acadêmica, 1987. p. 350-382.

Lira, R. P. Qualidade pós-colheita da abóbora brasileirinha (*cucurbita moschata*) em diferentes épocas de colheita e tempos de armazenamento. 2017. 91p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. 2017.

Long Robert L., Walsh Kerry B., Rogers Gordon, Midmore David J. (2004) Source-sink manipulation to increase melon (*Cucumis melo* L.) fruit biomass and soluble sugar content. *Australian Journal of Agricultural Research* 55, 1241-1251. <https://doi.org/10.1071/AR04157>

Luo, W., Li, Y., Sun, Y., Lu, L., Zhao, Z., Zhou, J., Li, X. Comparative RNA-seq analysis reveals candidate genes associated with fruit set in pumpkin, *Scientia Horticulturae*, Volume 288, 2021, 110255, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110255>.

Marouelli, W. A., Amaro, G. B., Braga, M. B. (2017) Response of hybrid squash Tetsukabuto to water depths and doses of nitrogen. *Horticultura Brasileira* 35(3):402-409.
<https://doi.org/10.1590/S0102-053620170314>

Martínez-Valdivieso, D., Gómez, P., Font, R., Alonso-Moraga, A., Del Río-Celestino, M. Physical and chemical characterization in fruit from 22 summer squash (*Cucurbita pepo* L.) cultivars, *LWT - Food Science and Technology*, Volume 64, Issue 2, 2015, Pages 1225-1233, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.023>.

Mawele Shamaila, M.; Powrie, W. D.; Skura, B. J. (1992) Analysis of Volatile Compounds from Strawberry Fruit Stored under Modified Atmosphere Packaging (MAP). *Journal of Food Science*, v. 57, n. 5, p. 1173-1176. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb11291.x>

Miller, G. L. (1959). Modified DNS method for reducing sugars. *Anal Chem*, 31(3), 426-428.

Murkovic, M., Mülleder, U., Neunteufl, H. Carotenoid Content in Different Varieties of Pumpkins, *Journal of Food Composition and Analysis*, Volume 15, Issue 6, 2002, Pages 633-638, ISSN 0889-1575, <https://doi.org/10.1006/jfca.2002.1052>.

Paris, H. S. (2001). History of the cultivar-groups of *Cucurbita pepo*. *HORTICULTURAL REVIEWS-WESTPORT THEN NEW YORK*-, 25, 71-170.

Raven, P. H., Evert, R. F.; Eichhorn, S. E. Biologia vegetal. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 850p.

Santos, V. P. dos, Fernandes, P. D., De Melo, A. S., Sobral, L. F., Brito, M. E. B., Dantas, J. D. D. M., Bonfim, L. V. (2009) Fertirrigação da bananeira cv. Prata-Anã com N e K em um argissolo vermelho-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, p. 567–573. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000200035>

Silva, M. M. M. Estudo do desenvolvimento fisiológico da cagaita (*Eugenia dysenterica*). 2016. 119p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, 2016.

Silva, Thais Vianna et al. Determinação da escala de coloração da casca e do rendimento em suco do maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. *Revista Brasileira de Fruticultura* [online]. 2008, v. 30, n. 4 [Acessado 21 Junho 2022], pp. 880-884. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000400007>.

Souza, Carolina Oliveira de et al. Carotenoides totais e vitamina A de cucurbitáceas do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido. *Ciência Rural* [online]. 2012, v. 42, n. 5 [Acessado 21 Junho 2022], pp. 926-933. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000024>.

Taiz, L; Zeiger, E. Fisiologia Vegetal. Trad. SANTARÉM, E.R. et al 4a Ed. Porto Alegre: Artmed, 719p. 2009.

Vidigal, S. M., Puiatti, M., & Sedyama, M. A. N. (2021). Análise de crescimento e partição de fotoassimilados em plantas de abóbora híbrida Tetsukabuto submetidas a doses de nitrogênio. *Científica*, 49(1), 42-50. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2021v49n1p42-50>

Wang, C., Wang, Y., Wang, M., Han, H., Luo, Y., Ding, W., Xu, W., Zhong, Y., Huang, H., Qu, S. Soluble sugars accumulation and related gene expression during fruit development in *Cucurbita maxima* Duchesne, *Scientia Horticulturae*, Volume 272, 2020, 109520, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109520>.

Yem, E.W., A.J. Willis (1954). The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone reagent. *Biochem. J.*

5. ARTIGO 2

USO DE ATMOSFERA MODIFICADA E REFRIGERAÇÃO NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DA ABÓBORA MINI-JACK

Periódico a ser submetido: Scientia Horticulturae

RESUMO

Esse estudo objetivou verificar o comportamento pós-colheita da abóbora Mini-Jack armazenada em temperatura ambiente (28 °C) (controle), e sob refrigeração a 5°C mantidos ou não em atmosfera modificada. Os frutos foram armazenados por 35 dias e a cada sete dias foram retiradas amostras para análises de perda de massa fresca, cor da casca, firmeza, espessura da casca e da polpa, pH, acidez, sólidos solúveis totais, caroteno, açúcares redutores, não redutores e totais dos frutos. Verificou-se que frutos de todos os tratamentos apresentaram perda de massa ao longo do armazenamento. No entanto, frutos mantidos em atmosfera modificada e sob refrigeração à 5°C aos 7 e 28 dias apresentaram os menores valores de perda de massa. Frutos mantidos à 28°C (controle) apresentaram queda significativa da firmeza após os 28 dias e do frescor após os 14 dias de armazenamento. Frutos mantidos em atmosfera modificada sob refrigeração à 5°C refrigerados apresentaram maior firmeza durante o armazenamento quando comparados com o controle. A firmeza e o frescor dos frutos mantidos sob refrigeração e cobertos com filmes PVC foram estáveis nos 35 dias de armazenamento. Dessa forma, concluiu-se que o armazenamento de frutos de abóbora Mini-Jack sob refrigeração a 5°C foi eficiente para a manutenção da qualidade dos frutos.

Palavras-chave: mini abóbora, conservação, armazenamento refrigerado, tecnologia pós-colheita.

ABSTRACT

Use of modified atmosphere and refrigeration in the maintenance of postharvest quality of mini-jack pumpkin fruits

This study analyzed the post-harvest performance of pumpkin fruits cv. Mini-Jack, stored at room temperature (28 °C) (control), and cooled to 5°C, in modified and non-modified environments. The fruits were stored for 35 days and samples taken weekly to analyze fresh weight loss, skin color, pulp firmness, skin and pulp thickness, pH, acidity, total soluble solids, carotene, and reducing, non-reducing and total sugars of the fruits. Weight loss during storage was observed in fruits of all treatments. However, weight loss of fruits maintained in a modified environment and cooled to 5°C was lowest after 7 and 28 days of storage. In fruits maintained at 28°C (control), firmness decreased significantly after 28 days and freshness after 14 storage days. Fruit firmness during storage was greater than of the control in fruits covered with PVC film (modified environment) and cooled to 5 °C and firmness and freshness in this environment were stable during 35 days. Thus, it was concluded that storage of pumpkin cv Mini-Jack cooled to 5°C was efficient to ensure maintenance of the fruit quality.

Key-words: mini pumpkin, conservation, cold storage, post-harvest technology.

5.1. Introdução

As abóboras são nativas das Américas, mas amplamente cultivadas no mundo por adequarem-se facilmente ao plantio em diversas regiões (Whitaker, 1947). No Nordeste, compõem a base da alimentação humana, são servidas em diversos pratos como sopas, doces e salgados (Assis, 2019). Na indústria, a abóbora é utilizada principalmente para a produção de purês e sucos para crianças e bebês, salgadinhos secos, produtos congelados, geleias e marinadas. Além disso, é considerado um alimento essencial para a saúde humana por ser uma rica fonte de vitaminas (C, E, B6, K, Tiamina e Riboflavina), minerais (Potássio, Fósforo, Magnésio, Ferro e Selênio), carboidratos e antioxidantes (Luteína e Zeaxantina) (Tadmor et al., 2005; Blanco-Díaz et al., 2014; Martínez-Valdivieso et al., 2015).

Abóboras cv. Mini-Jack pertencem à espécie *Curcubita pepo* e foram desenvolvidas com o objetivo de atender a um mercado consumidor específico da gastronomia gourmet. A abóbora Mini-Jack apresenta frutos que possuem em média 50 centímetros de altura e 90 centímetros de diâmetro e pesam em média 270 g, a casca possui uma tonalidade de amarelo intenso (alaranjado).

Em geral, as abóboras são armazenadas e comercializadas à temperatura ambiente. No entanto, quando nessas condições, apresentam alterações químicas e bioquímicas. Nansikombi et al. (2019) verificaram que abóboras armazenadas em temperaturas ambiente de $28 \pm 2^\circ\text{C}$ com $83 \pm 7\%$ de umidade relativa apresentaram diminuição do total de sólidos solúveis e acidez total durante o armazenamento e que essas perdas reduziram consideravelmente o tempo de vida útil dos frutos. Dessa forma, é de grande importância a implementação de estratégias para a conservação pós-colheita da abóbora Mini-Jack.

Dentre os métodos utilizados para a conservação de frutos, o uso de refrigeração e atmosfera modificada tem se mostrado eficiente em reduzir os processos metabólicos, ampliando, assim, a vida útil de frutos durante o armazenamento (Ponce-Valadez et al., 2016; Thompson, 2016).

A técnica da atmosfera modificada costuma utilizar materiais que evitam o contato total entre os gases atmosféricos e o produto, durante o armazenamento (Acerbi et al., 2016). Para esta finalidade, a utilização de policloreto de vinila (PVC) tem-se mostrado eficaz (Wilson et al., 2019; Singh e Singh, 2013). O PVC é eficaz e econômico para o armazenamento, pois reduz a perda de massa e conserva a aparência original do produto (Wilson et al., 2019; Singh e Singh,

2013). O uso de PVC favorece o estabelecimento de uma composição gasosa no interior da embalagem, diferente da atmosfera externa, por meio da redução da concentração de O_2 e elevação do CO_2 internos (Wilson et al., 2019). Isto pode causar redução nas taxas de respiração e de produção de etileno nos frutos, promovendo um retardamento da senescência desses produtos.

O armazenamento refrigerado é a tecnologia pós-colheita mais utilizada para manter a qualidade de frutas e hortaliças e prolongar seu período de comercialização (Ponce-Valadez et al., 2016). No entanto, apesar da importância, pouco se conhece sobre o efeito da utilização de refrigeração e filmes PVC para o armazenamento de abóboras intactas.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo verificar o comportamento pós-colheita e as características físico-químicas e bioquímicas de frutos da abóbora Mini-Jack embalados com filme de PVC e mantidos sob refrigeração.

5.2. Material e Métodos

5.2.1. Área experimental e colheita dos frutos

Os frutos de abóbora Mini-Jack foram colhidos em área experimental da Universidade Federal de Sergipe, localizada no município de São Cristóvão/SE (latitude 10 55' 27'' S, longitude 37 12' 01'' W e altitude de 46 m). O clima da região é classificado como As, chuvoso tropical, com temperatura média anual em torno de 25,2 °C, verão seco e precipitação média anual de 1300 mm, de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação concentrada entre os meses de abril a setembro (Santos et al., 2009).

Frutos da abóbora Mini-Jack foram colhidos 15 dias após a antese, entre às 7h e 9h da manhã. O ponto de colheita foi definido com base em estudo preliminar. O horário da colheita foi escolhido com o intuito de evitar horários mais quentes do dia e consequentemente maior estresse, além daquele causado pela colheita. Posteriormente, foram transportados para o laboratório de pós-colheita do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe, onde foram higienizados com solução de cloro a 3 %. Após seleção dos frutos, baseada na homogeneidade de cor e tamanho, foram descartados aqueles com qualquer tipo de dano (mecânicos ou outros), e secos com o uso de papel toalha.



Fig.1. Padronização de frutos de abóbora Mini-Jack após a colheita em função da cor e tamanho.

5.2.2. Análises físico-químicas e visual

Os frutos selecionados foram submetidos a 18 tratamentos: (1) armazenamento à temperatura ambiente a 28 °C e sem uso de atmosfera modificada (Controle), (2) armazenamento em atmosfera modificada sob refrigeração a 5°C e (3) refrigeração a 5°C sem uso de atmosfera modificada. Os frutos foram armazenados por 35 dias e as análises foram realizadas a cada sete dias.

A perda de massa fresca foi determinada a partir da pesagem individual dos frutos em balança digital METRA (NeoBio, Brasil) no início do armazenamento e em cada tempo de avaliação, e expressa como porcentagem de perda de massa fresca (Rosanova, 2013).

A firmeza foi medida com o auxílio de penetrômetro digital de bancada 53205TR (Fruit Pressure Tester, Itália) com ponta de prova de 8 mm de acordo com Pereira et al. (2006), com

adaptações. A firmeza foi determinada após a remoção do epicarpo dos frutos, com três medições em cada fruto, na região equatorial. Os resultados foram expressos em Newton (N).

A coloração da casca foi determinada utilizando-se o ângulo *Hue* (°h) (McGuire, 1992). O ângulo de tonalidade *h* inicia-se no eixo +a* e é dado em graus; onde 0° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul) (Konica Minolta) (McGuire, 1992). Os valores foram obtidos utilizando-se colorímetro CR-400 (Minolta Sensing Inc., Japão) calibrado na cor branca.

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por meio do uso de refratômetro digital modelo HI (Hanna Instruments, Romênia), de acordo com o método proposto pela AOAC 932.12 (1997), os valores obtidos foram expressos em °Brix.

O pH foi obtido por meio da leitura em 5 ml do extrato de abóbora com o auxílio de pHmetro digital (IAL, 1973). A acidez total titulável (ATT) foi determinada por meio da titulação com NaOH 0,1N de 5 ml de extrato diluído em 25 ml de água, os resultados de ATT foram expressos em gramas de ácido málico/100ml (IAL, 1973).

A perda de frescor foi medida de acordo com escala proposta por Jacomino et al. (2011), onde 9-Excelente: Aparência completamente fresca, alto brilho; 7-Bom: ainda fresco, ainda brilhante; 5- Razoável: aparência não fresca, brilho baixo, limite de comercialização; 3-Ruim: sem brilho, limite de usabilidade; 1-Extremamente ruim: aparência murcha. Os resultados foram expressos em média da repetição. Foram também registrada a porcentagem de frutos com incidência de crescimento micelial visível, apodrecimento e danos pós-colheita (Jacomino et al., 2011).

5.2.3. Análises Bioquímicas

A análise de açúcares redutores foi realizada conforme o método do ácido dinitrosalicílico proposto por Miller (1959). O extrato foi preparado utilizando-se 2,0 ml do extrato da abóbora diluída em 100 mL de água destilada. Uma alíquota de 0,4 mL do extrato foi misturada a 1,1 mL de água e a 1,0 mL da solução de ácido dinitrosalicílico para obtenção das amostras, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 5 minutos. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 540 nm, em spectorum SP1105, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão.

Os açúcares totais foram determinados pelo método da Antrona, segundo Yemm e Willis (1954). O extrato foi obtido após diluição de 20 µl do extrato da abóbora em 9,98 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo, adicionando-se em um tubo 1 mL do extrato, 4,0 mL da solução de antrona 0,1%, seguida de agitação e incubação em banho-maria a 100 °C por 3 minutos. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, em spectorum SP1105, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão.

Os carotenoides foram determinados e calculados de acordo com o método proposto por Lichtenthaler (1987). Para isso, 2 g da casca da abóbora foram macerados, com o auxílio de almofariz, adicionou-se ao macerado 0,2 g de carbonato de cálcio (CaCO₃) e 25 mL de metanol (90%). Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 10 °C e 3.000 rpm por 10 minutos e os sobrenadantes foram analisados utilizando um espectrofotômetro UV-2601 (Rayleigh, China) utilizando os comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm.

5.2.4. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dezoito tratamentos e quatro repetições, no esquema fatorial 3 x 6. Os tratamentos foram constituídos por três tratamentos de armazenamento e seis períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando-se um nível de significância 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira, 2014).

5.3. Resultados

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos aplicados e o tempo de armazenamento da abóbora cv. Mini-Jack para a perda de massa fresca (PMF), sólidos solúveis, pH e carotenoides da casca e da polpa (Tabela 1). A PMF foi menor nos frutos mantidos em atmosfera modificada e sob refrigeração a 5 °C aos 7 e 28 dias de armazenamento, ficando em torno de 1,85 % e 5,78%, respectivamente, e se igualando aos demais tratamentos aos 35 dias.

Ao longo do período de armazenamento, verificou-se aumento progressivo da PMF em todos os tratamentos, com maiores perdas (entre 12,8 % e 12,07%) nos frutos mantidos à temperatura ambiente e naqueles refrigerados, mas sem uso de atmosfera modificada.

Tabela 1. Alterações na perda de massa fresca, sólidos solúveis totais, pH, carotenoides da polpa e carotenoides da casca em frutos de abóbora Mini-Jack armazenadas por 35 dias

PMF (%)						
Tratamentos/Tempo (dias)	0	7	14	21	28	35
Controle	0Ad	5.15Ac	8.98Ab	9.66Aab	11.54Aa	12.80Aa
Atm. Mod 5 °C	0Ad	1.85Bcd	3.87Bbc	5.49Bb	5.78Bb	11.18Aa
5 °C	0Ad	4.33Ac	7.18Abc	7.56ABb	11.54Aa	12.075Aa
SST (°Brix)						
Controle	3.70Ad	6.10Abc	9.20Aa	6.85Bb	5.27Cc	6.56Cbc
Atm. Mod 5 °C	3.70Ae	5.68Ad	6.59Bcd	8.42Aab	7.15Bbc	8.79Ba
5 °C	3.70Ab	5.68Ac	7.73Bb	7.89ABb	8.60Ab	11.60Aa
pH						
Controle	7.38Aa	7.35Aab	7.53Aa	7.53Aa	7.05Bb	7.49Ba
Atm. Mod 5 °C	7.38Ab	7.34Ab	7.47Ab	7.61Ab	7.42Ab	8.03Aa
5 °C	7.38Ab	7.44Ab	7.52Ab	7.63Aab	7.57Ab	7.93Aa
Carotenoides da casca (µg/100g)						
Controle	0.21Ab	0.21Cb	0.14Bb	0.74Ba	0.61Aab	0.16Ab
Atm. Mod 5 °C	0.21Ab	1.37Aa	0.54Bb	1.25Aa	0.67Ab	0.42Ab
5 °C	0.21Aab	0.67Ba	0.48Ba	0.47Bab	0.00Bb	0.22Aab
Carotenoides da polpa (µg/100g)						
Controle	0.09Aa	0.07Ba	0.11Aa	0.05Ba	0.18Ba	0.23Aa
Atm. Mod 5 °C	0.09Ab	0.38Aa	0.23Aab	0.27Aab	0.37Aa	0.20Aab
5 °C	0.09Ab	0.38Aa	0.26Aab	0.12ABb	0.06Bb	0.23Aab

Valores seguidos de letras diferentes indicam diferença significativa de acordo com o teste de Tuckey a $P \leq 0,05$ (maiuscula – vertical).

Frutos de abóbora cv. Mini-Jack apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis (9,20 °Brix) aos 14 dias de armazenamento à temperatura ambiente, seguido por decréscimo contínuo (Tabela 1). Em contraste, frutos mantidos em atmosfera modificada sob refrigeração a 5 °C e sem atmosfera modificada sob refrigeração a 5 °C apresentaram aumento nos teores de sólidos solúveis, com 8,42 e 7,89 °Brix, respectivamente, aos 21 dias de armazenamento, e níveis ainda maiores aos 28 e 35 dias naqueles apenas refrigerados a 5 °C. Essa variação de SST pode estar relacionada à perda de massa fresca (Tabela 1), tendo em vista que frutos mantidos à temperatura ambiente apresentaram maiores teores de SST e maiores perdas de peso durante os 14 dias avaliados.

Com relação ao pH, os frutos mantidos no ambiente apresentaram redução aos 28 dias de armazenamento, comparativamente aos demais tratamentos (Tabela 1). Em contrapartida, abóboras Mini-Jack mantidas em atmosfera modificada sob refrigeração a 5 °C e frutos refrigerados a 5 °C sem o uso de atmosfera modificada apresentaram maiores valores de pH aos 35 dias de armazenamento, com 8,03 e 7,93, respectivamente (Tabela 1).

Aos sete dias de armazenamento, verificou-se que frutos armazenados em atmosfera modificada e sob refrigeração a 5 °C e sem atmosfera modificada e refrigerados a 5 °C promoveu aumento do teor de carotenoide na casca dos frutos, com 1,37 e 0,67 µg/100g. Para os frutos mantidos em temperatura ambiente esse aumento nos teores de carotenoide da casca ocorreu aos 21 dias de armazenamento (Tabela 1).

O teor de carotenoide na polpa foi maior aos sete dias de armazenamento para os frutos tratados com atmosfera modificada sob refrigeração a 5 °C e refrigerados a 5 °C sem atmosfera modificada, nos dias seguintes foi notada uma queda desses valores para os tratamentos anteriormente citados. No tratamento controle valores maiores dessa variável foram verificados apenas aos 35 dias de armazenamento (Tabela 1).

De modo geral, foi verificada perda de firmeza nos frutos de todos os tratamentos durante o armazenamento (Figura 2). Frutos armazenados em atmosfera modificada e refrigerados a 5 °C mantiveram-se mais firmes, ao final das análises esses frutos apresentaram valores médios de firmeza de 26, 58 (N).

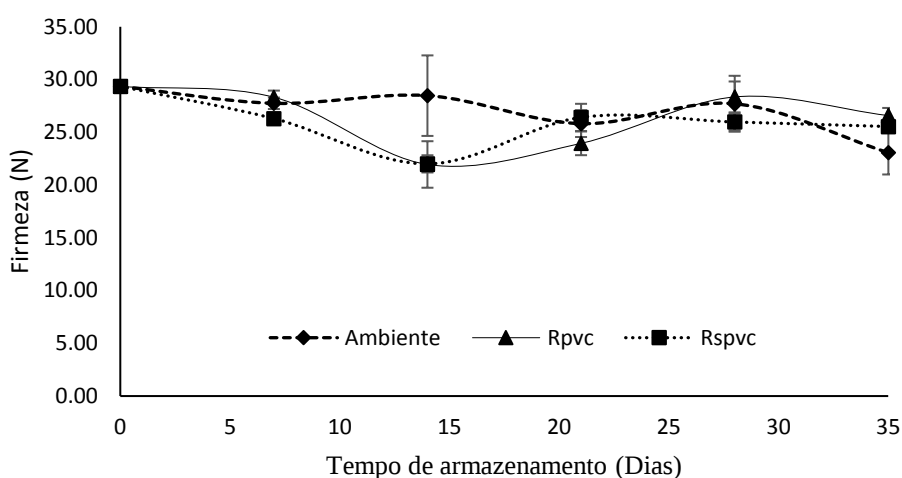


Fig.2. Firmeza (N) de frutos de abóbora Mini-Jack armazenadas por 35 dias em condições ambiente, atmosfera modificada sob refrigeração a 5 °C e sem atmosfera modificada sob refrigeração a 5°C.

O frescor dos frutos foi mantido ao longo de todo armazenamento para os frutos mantidos em atmosfera modificada e sob refrigeração a 5 °C e sem atmosfera modificada e sob refrigeração a 5 °C. Verificou-se que frutos do tratamento controle mantiveram o frescor até os sete dias de armazenamento, seguido de uma diminuição das médias desses valores. Aos 35 dias os frutos do tratamento controle reduziram os valores atribuídos ao frescor em 45,45%.

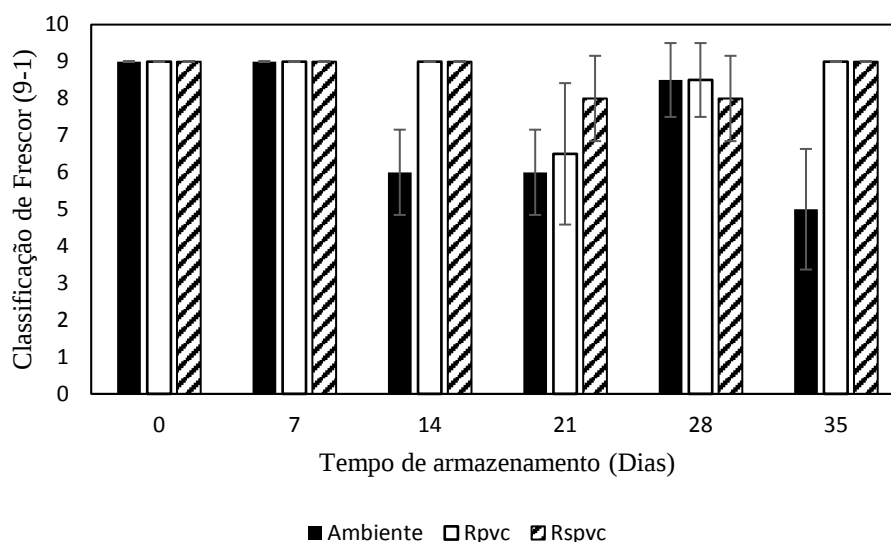


Fig.3. Avaliação do frescor de frutos de abóbora Mini-Jack: 9-Excelente: Aparência completamente fresca, alto brilho; 7-Bom: ainda fresco, ainda brilhante; 5- Razoável: aparência não fresca, brilho baixo, limite de comercialização; 3-Ruim: sem brilho, limite de usabilidade; 1-Extremamente ruim: aparência murcha.

O ângulo Hue (*hue*), a acidez titulável (ATT), a espessura da casca (EC) e da polpa (EP), os açúcares totais (AÇT) e não redutores (ANR) foram influenciados pelo tempo de armazenamento ($p < 0.05$). Ao longo do armazenamento foi observado que o ângulo *hue* foi maior para o tempo 0, reduzindo progressivamente até os 35 dias de armazenamento.

O valor do ângulo Hue corresponde a uma escala de ângulo que varia entre 0° e 90° , propagando que quanto maior for o resultado maior será a tendência para o amarelo, já se o resultado for menor a tendência segue para o vermelho. Dessa forma, frutos de abóbora Mini-Jack se mantiveram amarelos ao longo do armazenamento e com uma variação de 8,78 do ângulo Hue.

Tabela 2. Mudanças na cor (*Hue*), acidez total (ATT), espessura da casca (EC), espessura da polpa (EP), açúcares totais (AÇT), açúcares não-redutores (ANR) e açúcares redutores em frutos de abóbora Mini-Jack armazenados por 35 dias.

Tempo (Dias)	Hue	ATT (g/100g)	EC (mm)	EP (mm)	AÇT (%)	ANR (%)	AR (%)
0	79.06A	0.030B	0.89BC	9.75AB	1.91B	1.57B	0.34B
7	75.02B	0.061A	1.11BC	10.15AB	1.76B	1.50B	0.26B
14	73.27BC	0.060A	0.19D	10.44AB	2.36B	2.07B	0.29B
21	70.28C	0.060A	1.50B	12.95A	2.27B	2.01B	0.26B
28	70.32C	0.070A	2.14A	12.05A	2.78AB	2.47AB	0.31AB
35	72.016BC	0.061A	0.75CD	8.17B	3.94A	3.70A	0.24A

*Letras maiúsculas iguais na coluna não diferem significativamente para o teste de Tukey ($\alpha = 0.05$).

A ATT foi menor apenas no início do armazenamento, não diferindo significativamente após 7 e 14 dias, maiores valores de ATT foram verificados aos 28 dias de armazenamento, 0,70 g/100. Nos 28 dias de armazenamento observou-se maiores valores para EC, enquanto a EP foi maior aos 21 e 28 dias, comparativamente aos demais tratamentos. Com relação ao AÇT e ANR, foi observado que estes aumentaram progressivamente com o decorrer do período de armazenamento. Entretanto, maiores valores de AÇT e ANR foram verificados aos 35 dias de armazenamento, com 3,94 % e 3,70 %, respectivamente (Tabela 2).

5.4. Discussão

A perda de massa, observada no presente experimento, pode ter sido diretamente influenciada pela água eliminada por meio da respiração. Esses processos metabólicos levam ao murchamento e amolecimento dos tecidos, causando sérios danos na aparência dos frutos (Oliveira e Santos, 2015).

No entanto, frutos de abóbora Mini-Jack não apresentaram sinais de murchamento e amolecimento dos tecidos como indicado pelos dados de frescor, essa característica pode ser relacionada com o fato de que frutos dessa cultivar possuem teores de cera na casca, o que lhe confere maior rigidez e dificulta a perda de água para o meio externo, mantendo a aparência de frescor por longos períodos de armazenamento, bem como a utilização de revestimento pode ter reduzido a perda de água (Pereira, Machado, Costa, 2014).

A perda de massa dos frutos é resultado da elevada perda de água (Trigo, 2010). Assim como o teor de SST que pode aumentar em decorrência da perda excessiva de água dos frutos, com o avanço da maturação em função da biossíntese, degradação dos polissacarídeos (Chitarra e Chitarra, 2005). Rahman et al. (2013) observaram que frutos de duas variedades de abóboras BARI Pumpkin-1 e BARI Pumpkin-2 apresentaram perda de peso de 18% e 21% durante 120 dias de armazenamento em temperatura ambiente (27-31 °C) e umidade relativa de 75-90%.

Os altos valores de perda de massa fresca verificados podem estar associados à duração do armazenamento e temperatura, onde, possivelmente, as condições de armazenamento proporcionaram maior taxa de transpiração à temperatura ambiente (27-31 °C), podendo isso ser a principal causa de maiores perdas de peso (Kumar et al., 1999). Além disso, sabe-se também que a taxa de perda de água é amplamente controlada pela temperatura de armazenamento e umidade (Boxall et al., 2002).

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se afirmar que o uso da atmosfera modificada e de refrigeração promove a preservação da qualidade de frutos de abóbora Mini-Jack por contribuir para a redução da atividade metabólica e da perda de água, além de diminuir o processo de respiração, ação das enzimas e ação dos microrganismos que provocam deterioração dos frutos, mantendo o seu aspecto comercial, aumentando assim a vida útil do produto durante a comercialização (Travassos et al., 2017; Vila, 2004).

O aumento do teor de beta-caroteno durante o armazenamento se dá em virtude do processo do amadurecimento dos frutos (Phillips, 1946). Holmes et al. (1954) afirmaram que o aparecimento acelerado desse pigmento indica taxa de atividade fisiológica do fruto após a sua colheita.

Com o amadurecimento, enzimas pectinolíticas como a pectinametilesterase e poligalacturonase, transformam a pectina insolúvel em solúvel e promovem o amolecimento dos frutos (Jacomino et al., 2002).

A menor perda da firmeza foi constatada nos frutos do tratamento com atmosfera modificada e refrigerados a 5 °C, provavelmente relacionada à redução da atividade dessas enzimas. Isto possivelmente foi causado pela redução da ação do etileno. Esse regulador natural do crescimento estimula processos, como consumo de ácidos, alterações de coloração e perda da firmeza (Gupta et al., 2009).

Em contrapartida, frutos armazenados em temperatura ambiente podem apresentar maiores perdas de qualidade em menores períodos de tempo. Cardozo et al. (2021) verificaram uma perda de peso total e firmeza da polpa dos frutos de abóbora de 2,33% e 19 N, respectivamente.

O frescor, assim como a textura da fruta são critérios importantes utilizados pelos consumidores, o não atendimento a esses critérios causa a diminuição de aceitação de produtos (Shewfelt, 1999). A perda de água, danos mecânicos, perda de brilho e contaminação causam a redução do frescor de frutas e hortaliças (Batista, 2015).

Em abóboras minimamente processadas, verificou-se que durante o período de armazenamento, os valores do ângulo Hue diminuem significativamente (Sasaki et al., 2006). Isso se dá porque o corte promove maior agressividade ao tecido durante o processamento mínimo, contribuindo para os menores valores dessa variável (Vilas Boas et al., 2006). Entretanto, nesse estudo realizado em abóboras Mini-Jack intactas verificou-se a baixa variação nos valores do ângulo Hue, contribuindo dessa forma para manutenção do frescor durante longos períodos do armazenamento.

Durante o armazenamento, em decorrência do processo de senescência, é comum o aumento nos teores de acidez que podem ser atribuídos à formação do ácido galacturônico, formado durante o processo de degradação da parede celular, que ocorrem durante o amadurecimento de frutos (Costa e Balbino 2002). A espessura da polpa dos frutos das abóboras é influenciada por fatores genéticos e ambientais, ou seja, ela varia de acordo com as cultivares avaliadas e com as condições nas quais os frutos são cultivados. A espessura da polpa de frutos é uma característica importante para ser avaliada, pois é a parte comestível do fruto. Cultivares de abóboras precoces, com boa espessura da polpa, assim como a Mini-Jack, são atrativas para agricultura competitiva (Camacho et al., 2013).

5.5. Conclusões

O uso de refrigeração a 5 °C é eficiente para a manutenção da qualidade dos frutos de abóbora Mini-Jack armazenadas por até 35 dias.

5.6. Referências Bibliográficas

Acerbi, F., Guillard, V., Guillaume, C.; Gontard, N. (2016). Assessment of gas permeability of the whole packaging system mimicking industrial conditions. *Food Packaging and Shelf Life*, v.8 81–85p.

Assis, C. F. D. (2019). Abóboras caboité minimamente processadas oriundas de cultivo orgânico e convencional.

Batista, M. C. A. Aplicação de pectina metilesterase e cálcio em manga minimamente processada, 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal de Sergipe, 2015.

Blanco-Díaz, M. T., Del Río-Celestino, M., Martínez-Valdivieso, D., Font, R. (2014). Use of visible and near-infrared spectroscopy for predicting antioxidant compounds in summer squash (*Cucurbita pepo* ssp *pepo*). *Food chemistry*, 164, 301-308.

Boxall, R.A., J.R. Brice, S.J. Taylor, AND R.D. Bancroft. (2002). Technology and management of storage. In: *Crop Post-Harvest: Science and Technology-Principles and Practice*, Vol. 1. Golob, P., Farrell, G. and Orchard, J.E. (eds). Blackwell Publishing, Pp. 141-232.

Cardozo, C.J.M. et al. (2021). Caracterização física, fisiológica, físico-química e nutricional de abóbora (*Cucurbita maxima*) em pós-colheita cultivada em Antioquia-Colômbia. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, Medellín, v. 74, n. 3, pág. 9735-9744.

Chitarra, M. I. F. & Chitarra, A. B. (2005). Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio (2nd ed.). UFLA

Costa, A. F. S da, Balbino, J. M. de S. (2002) Características da fruta para exportação e normas de qualidade. Mamão: pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, p. 12-18.

Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 38, n. 2.

Gupta, K. J., Zabalza, A., Van Dongen, J. T. (2009). Regulation of respiration when the oxygen availability changes. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 137, n. 4, p. 383-391.

Holmes, A.D., Spelman, A.F., Wetherbee, R.T. (1954). Composition of Butternut squashes from vines treated with maleic hydrazide. *Food Res.*, 19(3):293-7.

Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, 1973. V.1, 371 p.

Jacomino, A. P., Kluge, R. A., Brackmann, A., Castro, P. R. C. Controle do amadurecimento e senescência de mamão com 1 metilciclopropeno. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 303-308, 2002.

Jacomino, A. P., Sargent, S. A., Berry, A. D., Brecht, J. K. (2011). Potential for Grading, Sanitizing, and Hydrocooling Fresh Strawberries. *Florida State Horticultural Society*. Flórida, v. 124, p. 221-226.

Kumar, A.J., Ghuman, B.S., Gupta, A., 1999. Non-refrigerated storage of tomatoes effect of HDPE film rapping. *J. Food Sci. Technol.* 36: 438-440.

Lichtenthaler, Hartmut K. (1987). Clorofilas e carotenóides: pigmentos de biomembranas fotossintéticas. In: *Métodos em enzimologia*. Imprensa Acadêmica, p. 350-382.

Martínez-Valdivieso, D., Gómez, P., Font, R., Alonso-Moraga, A., Del Rio-Celestino, M. (2015). Physical and chemical characterization in fruit from 22 summer squash (*Cucurbita pepo* L.) cultivars. *LWT-Food Science and Technology*, 64(2), 1225-1233.

Miller, G. L. Modified DNS method for reducing sugars. *Anal Chem*, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

Nansikombi N., Muyonga J., Byaruhanga Y. 2019. Association between Fruit Characteristics and Postharvest Stability of Different Pumpkin (*Cucurbita*) Species. *Journal of Food Research* 8(4): 131. <https://doi.org/10.5539/jfr.v8n4p131> [Links]

Oliveira, E. N. A., Santos, D. C. Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças. 2015.

Pereira, G. S., Machado, F. L. C., Costa, J. M. C. Quality of Delta Valencia orange grown in semiarid climate and stored under refrigeration after coating with wax. *Food Science and Technology*, v. 33, n. 2, p. 276-281, 2014.

Pereira, M. E. C., Silva, A.S., Bispo, A.S.R., Santos, D.B., Santos, S.B., Santos, V. J. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.30, n.6, p. 1116- 1119, 2006.

Phillips, T.G. Changes in the composition of squash during storage. *Plant Physiol.*, 21: 533-41, 1946.

Ponce-Valadez, M., Escalona-Buendía, H. B., Villa-Hernández, J. M., de León-Sánchez, F. D., Rivera-Cabrera, F., Alia-Tejacal, I., Pérez-Flores, L. J. (2016). Effect of refrigerated storage (12.5 C) on tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit flavor: A biochemical and sensory analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 6-14.

Rahman, M., Miaruddin, M., Khan, M., Masud, M., & Begum, M. (2013). Effect Of Storage Periods On Postharvest Quality Of Pumpkin. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 38(2), 247–255. <https://doi.org/10.3329/bjar.v38i2.15888>.

Rosanova, A. de H. Análise comparativa de diferentes tratamentos para reduzir a deterioração de tomates. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

Santos, V. P. dos, Fernandes, P. D., De Melo, A. S., Sobral, L. F., Brito, M. E. B., Dantas, J. D. D. M., Bonfim, L. V. (2009). Fertirrigação da bananeira cv. Prata-Anã com N e K em um argissolo vermelho-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, p. 567–573. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000200035>

Sasaki, Fabiana F et al. Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. *Horticultura Brasileira* [online]. 2006, v. 24, n. 2 [Acessado 21 Junho 2022], pp. 170-174. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000200009>>. Epub 28 Maio 2007. ISSN 1806-9991. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000200009>..

Shewfelt, R. L. (1999). What is quality?. *Postharvest biology and technology*, 15(3), 197-200.

Singh, S. P., Singh, Z. (2013). Controlled and modified atmospheres influence chilling injury, fruit quality and antioxidative system of J apanese plums (*P runus salicina* L indell). *International journal of food science & technology*, 48(2), 363-374. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03196.x>

Tadmor, Y., Paris, H. S., Meir, A., Schaffer, A. A., Lewinsohn, E. (2005). Dual role of the pigmentation gene B in affecting carotenoid and vitamin E content in squash (*Cucurbita pepo*) mesocarp. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(25), 9759-9763. DOI: 10.1021/jf0520591

Thompson, A.K. Conclusions, in: *Fruit and Vegetable Storage* Springer, Cham (2016), p. 126, 10.1007/978-3-319-23591-2

Travassos Pimentel, A., Nunes Silva, E., Pedroza Cruz, R. R., Delfino Mouzinho Soares, C. R., de Souza Macedo, J. F., & Souto Ribeiro, W. (2017). HIDRORESFRIAMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE CEBOLINHA. *Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável*, 7(2). <https://doi.org/10.21206/rbas.v7i2.396>

Trigo, J. M. (2010). Qualidade de mamão ‘formosa’ minimamente processado utilizando revestimentos comestíveis. 2010, 105f. (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo (USP).

Vila, M.T.R. (2004). Qualidade pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato' armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca. Dissertação (Mestrado). Lavras, MG: UFLA, 66p.

Vilas Boas, B.M., Nunes, E.E., Vilas Boas, E.V.B., Xisto, A.L.R.P. (2006). Influência de tipo de corte na qualidade de abobrinha 'Menina Brasileira' minimamente processada. Horticultura Brasileira, 24(2): 237-240. doi:10.1590/S0102-05362006000200024

Whitaker, T. W. (1947). American origin of the cultivated cucurbits. I. Evidence from the Herbals. II. Survey of old and recent botanical evidence. Annals of the Missouri Botanical Garden, 34(2), 101-111.

Wilson MD, Stanley RA, Eyles A, Ross T. (2019). Innovative processes and technologies for modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut fruits and vegetables. Crit Rev Food Sci Nutr.;59(3):411-422. doi: 10.1080/10408398.2017.1375892. Epub 2017 Sep 29. PMID: 28891686.

Yemm, E.W., A.J. Willis (1954). The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone reagent. Biochem. J.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da abóbora Mini-Jack pode ser representado por uma sigmoide simples, onde as mudanças físicas se concentram entre os 0 e 10 dias após a antese.

Frutos de abóbora Mini-Jack durante o desenvolvimento apresentaram comportamento de frutos não climatéricos, verificaram-se maiores taxas respiratórias nos estádios iniciais do desenvolvimento entre os 0 e 10 dias de desenvolvimento.

As alterações físico-químicas utilizadas como parâmetros para a colheita de frutos da abóbora Mini-Jack como a firmeza, sólidos solúveis e acidez total titulável aumentaram até os 15 dias seguidos de uma estabilização dos valores, indicando assim que o ponto de colheita ideal para a Mini-Jack é 15 dias após a antese.

A refrigeração a 5 °C pode ser utilizada para a manutenção da qualidade pós-colheita de abóboras Mini-Jack.