



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRARIAS**



**TIPOS DE PODA E FISIOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO E PÓS-COLHEITA  
EM *Annona squamosa* L.**

**DAYANE GABRIELA DE LIMA RIBAS  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. DANIELA VIEIRA CHAVES (ORIENTADORA)**

**BOM JESUS, PI  
2019**

**TIPOS DE PODA E FISIOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO E PÓS-  
COLHEITA EM *Annona squamosa* L.**

**DAYANE GABRIELA DE LIMA RIBAS**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Daniela Vieira Chaves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí-UFPI, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias.

**BOM JESUS, PI  
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial de Bom Jesus  
Serviço de Processamento Técnico

R482t Ribas, Dayane Gabriela de Lima.

Tipos de Poda e Fisiologia do Desenvolvimento e Pós-Colheita em Annona Squamosa L. / Dayane Gabriela de Lima Ribas. – 2019.

50 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Bom Jesus - PI, 2019.

Orientação: Profa. Dra. Daniela Ribeiro Chaves.

1. Pinha - fruta. 2. Estado de maturação. 3. Atributos físicos-químicos I. Título

CDD 583.86

**TIPOS DE PODA E FISIOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO E PÓS-COLHEITA EM *Annona squamosa* L.**

Dayane Gabriela de Lima Ribas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí-UFPI, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias.

Aprovado em: 28/02 /2019

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Daniela Vieira Chaves (Orientadora)  
UFPI/CPCE

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Edvania Araujo (Coorientadora)  
UFPI/CPCE

---

Prof<sup>º</sup>. Dr<sup>º</sup>. Gustavo Alves Pereira (Coorientador)  
UFPI/CPCE

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Elaine Heberle (Examinadora)  
UFPI/CPCE

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Maria Mapeli (Examinadora)  
UFOB

## DEDICATÓRIA

*A minha família, em especial meus pais que sempre fizeram com que nada atrapalhasse meus estudos, pelo esforço que hoje me fez estar aqui cumprindo por mais essa etapa da minha vida.*

*Dedico....*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me iluminar e nunca deixar que eu desista dos meus sonhos.

À minha família, meu pai Edson Ribas, a minha mãe Joselice Lima Ribas, meu avô Gilberto Lima, minha irmã Diana Lima Ribas, os quais sempre me apoiaram nos estudos e na minha formação como pessoa.

Ao meu namorado Luiz Fernando, pelo apoio e paciência em todos os momentos.

À professora orientadora Daniela Vieira Chaves pela paciência, dedicação e pela orientação durante o período acadêmico e por todos os ensinamentos.

Aos coorientadores professor Gustavo Pereira e professora Edivania, pelo apoio, considerações e contribuições.

À Elaine Heberle por toda ajuda nas análises, pela orientação, amizade e por todos os ensinamentos.

Aos demais professores do curso que de alguma forma contribuíram.

À minha turma de mestrado, pela união e companheirismo.

Aos meus colegas e amigos Fatima Pires, Ana Cristina, Joacir, Joaquim, Raimundo, Jasmine, Daniel, Eudinete, Luan, Augusto, e outros, que o mestrado me proporcionou e que levarei para vida.

À Sara Leticia, Giselle Barbosa, Taylane, Francisco, Ornela, Rafael, Adyel pela amizade e os momentos de distração e companheirismo nessa jornada. Aos meus amigos de graduação que levo pra vida, Gabriela Nascimento, Katia e Tulio, pelo incentivo e apoio desde o início.

Ao grupo de pesquisa em Fisiologia Vegetal pela oportunidade em participar, colaborar e aprender juntamente com todos e pela ajuda na realização da pesquisa. À Maria Alana que juntamente abraçou esse trabalho e sempre dedicada, a Ronaldo, Mariana, Fabiano, Almir, Iandara, Arão, Luana, Fabio, Robson Willian.

Aos funcionários do *Campus*, à Amanda pela atenção e sempre ter disponibilizado os materiais do almoxarifado para a realização das análises.

Ao pessoal do laboratório de bioquímica e fitotecnia.

Aos terceirizados, as tias do RU, administração do campus, pela assistência durante esses dois anos.

À secretária de Pós-Graduação em Ciências Agrárias. À Universidade Federal do Piauí  
Campus Professora Cinobelina Elvas, pela oportunidade e realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela  
concessão da bolsa de estudos.

A todos que contribuíram para a conclusão deste trabalho...

O meu muito obrigada!!!

*“O correr da vida embrulha tudo. A vida é assim, esquenta e esfria, aperta e depois afrouxa, aquieta e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem. O que Deus quer é ver a gente aprendendo a ser capaz de ficar alegre e amar, no meio da alegria. E ainda mais no meio da tristeza. Todo o caminho da gente é resvaloso, mas cair não prejudica demais, a gente levanta, a gente sobe, a gente volta”.*

*(João Guimarães Rosa)*

## SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
LISTA DE TABELAS.....	III
LISTA DE FIGURAS.....	IV
INTRODUÇÃO.....	12
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Cultura da Pinha .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Crescimento e desenvolvimento dos frutos .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Poda x relação fonte/dreno .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Função dos carboidratos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 Colheita e pós-colheita dos frutos.....</b>	<b>21</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Localização e características da área experimental .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Manejo da área experimental.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Tratamentos e amostras coletadas .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 Análises de carboidratos.....</b>	<b>26</b>
<b>3.4.1 Extração de açúcares solúveis totais e redutores .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.2 Quantificação de açúcares solúveis totais (AST).....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.3 Quantificação de açúcares redutores (AR) e não redutores (ANR) .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.4 Extração e quantificação de amido.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5 Análises físico-químicas.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5.1 Peso do fruto .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.2 Largura e comprimento do fruto.....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.3 Cor da casca dos frutos .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.4 pH .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.5 Acidez Total.....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.6 Sólidos Solúveis Totais (Brix°) .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5.7 Relação SS/ATT .....</b>	<b>30</b>
<b>3.6 Análise estatística.....</b>	<b>30</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1. Carboidratos .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.1 Açúcares solúveis totais (AST) em flores, folhas e frutos .....</b>	<b>30</b>

4.1.2 Açúcares redutores (AR) em flores, folhas e frutos .....	31
4.1.3 Açúcares não redutores (ANR) em flores, folhas e frutos .....	32
4.1.4 Amido em flores, folhas e frutos .....	33
4.2.1 Desdobramento da interação tipos de poda X estádios de maturação ....	35
4.2.2 Fator de variação tipos de poda .....	37
4.2.3 Fator de variação estádios de maturação .....	38
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
5.1 Carboidratos em pinha .....	38
5.1.1 Teores de AST em flores, folhas e frutos .....	38
5.1.2 Teores de AR em flores, folhas e frutos .....	39
5.1.3 Teores de ANR em flores, folhas e frutos .....	40
5.1.1 Teores de amido em flores, folhas e frutos .....	41
5.2 Qualidade pós-colheita em frutos de pinha .....	42
5.2.1 Interação entre os fatores tipos de poda X estádios de maturação .....	42
5.2.2 Fator individual tipos de poda .....	42
5.2.3 Fator individual estádios de maturação .....	43
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Dados mensais de temperatura mínima (°C), temperatura média (°C), temperatura máxima (°C) e precipitação (mm) mínima durante o período experimental. Fonte: Estação Meteorológica (INMET) do *Campus* Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI.....24
- Figura 2:** Representação visual dos estádios de desenvolvimento e maturação das flores e frutos de *Annona squamosa* L. coletados no pomar experimental, segundo a escala BBCH. Fonte: Liu et al. (2015), com modificações.....26
- Figura 3:** Variação nos teores de açúcares solúveis ao longo dos estádios de desenvolvimento de flores e folhas (A) e frutos (B) de *Annona squomasa* L. Estádio de flores e folhas 1, 2 e 3. Estádio dos frutos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.....31
- Figura 4:** Variação nos teores de açúcares redutores ao longo dos estádios de desenvolvimento de flores e folhas (A) e frutos (B) de *Annona squomasa* L. Estádio de flores e folhas 1, 2 e 3. Estádio dos frutos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.....32
- Figura 5:** Variação nos teores de açúcares não redutores ao longo dos estádios de desenvolvimento de flores e folhas (A) e de frutos (B) de *Annona squomasa* L. Estádios de flores e folhas: Estádio de flores e folhas 1, 2 e 3. Estádio dos frutos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.....33
- Figura 6:** Variação nos teores de amido ao longo dos estádios de desenvolvimento de flores e folhas (A) e de frutos (B) de *Annona squomasa* L. Estádios de flores e folhas: Estádio de flores e folhas 1, 2 e 3. Estádio dos frutos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.....34

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Análise química de solos do pomar experimental de *Annona Squamosa* no sul do Piauí.....**23**
- Tabela 2:** Estádios de desenvolvimento e maturação BBCH proposto para flores e frutos de *Annona squamosa* L. Fonte: Liu et al. (2015), com modificações.....**25**
- Tabela 3:** Resumo da análise de variância dos atributos físico-químicos (comprimento, diâmetro, peso, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação SS/AT, luminosidade e ângulos hue e croma) dos frutos de pinha após a colheita 2017/2018.....**34**
- Tabela 4:** Valores médios do desdobramento da interação tipos de poda (renovação e limpeza) X estádios de maturação (E1, E2 e E3) para as variáveis sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT.....**35**
- Tabela 5:** Atributos físico-químicos (comprimento, diâmetro, peso, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação SS/AT, luminosidade e ângulos hue e croma) dos frutos de pinha submetidos aos dois tipos de poda.....**37**
- Tabela 6:** Atributos físico-químicos (comprimento, diâmetro, peso, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação SS/AT, luminosidade e ângulos hue e croma) dos frutos de pinha submetidos aos três estádios de maturação.....**37**

## RESUMO

A *Annona squamosa* L., conhecida popularmente como pinha, é uma fruta bastante apreciada pelos consumidores, devido as suas características sensoriais. Sua produção pode ser influenciada pelo manejo da planta, incluindo técnicas de poda, o que pode alterar a translocação dos carboidratos, visando a qualidade e agregação de valor ao fruto. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da poda de renovação ou de limpeza sobre os teores de carboidratos em flores, frutos e folhas de pinha, coletados em diferentes estádios de desenvolvimento, bem como a qualidade pós-colheita dos frutos colhidos em três estádios de maturação sob os diferentes tipos de poda. O experimento foi realizado no pomar de *A. squamosa* da Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, onde metade do pomar (20 plantas) recebeu a poda de renovação e a outra metade a poda de limpeza. Em cada tipo de poda, amostras compostas de flores, folhas e frutos foram colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento para posterior análises de açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e não redutores, (ANR) e amido. Para a colheita, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições, em esquema fatorial 2x3, dois tipos de poda (renovação e limpeza) e três estádios de maturação (de vez E1, semi maduro E2, maduro E3). Os atributos de qualidade pós-colheita avaliados nos frutos foram: comprimento, diâmetro, peso, teor de sólidos solúveis, pH, acidez total, relação sólidos solúveis/acidez total e coloração da casca (L, Hue, Croma). Para as variáveis carboidratos foram calculados os valores médios e estes discutidos seguindo a estatística descritiva. Para as variáveis físico-química, os valores foram submetidos a análise de variância e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As flores e folhas de pinha apresentaram, com exceção do amido, comportamento semelhante no tratamento tipos de poda para os teores de AST, AR e ANR. Já para os teores de AST nos frutos, verificou-se que a poda de renovação promoveu maiores valores, o inverso aconteceu nos teores de AR nos frutos com poda de limpeza, pois este tipo de poda promoveu maiores valores. Nos teores de ANR nos frutos houve diferença entre os estádios de desenvolvimento 2 a 6 entre os tipos de poda e ainda comportamento diferente para os teores de amido nos frutos de pinha. Para os atributos de pós-colheita, houve interação entre os fatores tipos de poda e estádios de maturação para as variáveis sólidos solúveis (SS), acidez total (AT) e relação SS/AT. Resultados significativos para os fatores isolados, poda de limpeza apresentando maiores valores, e no estádio de maturação E3, com maiores valores obtidos. Desta forma, conclui-se que os tipos de poda alteram os níveis de carboidratos nos frutos, flores e folhas de pinha, bem como os atributos físico-químico dos frutos nos diferentes estádios de maturação na pós colheita.

**Palavras chave:** pinha, carboidratos, relação fonte-dreno, estádios de maturação, atributos físico-químicos

## ABSTRACT

*Annona squamosa* L., popularly known as sugar apple, is a fruit very appreciated by consumers due to its sensorial characteristics. Its production can be influenced by the management of the plant, including pruning techniques, which can alter the translocation of carbohydrates, aiming the quality and value added to the fruit. The objective of this work was to evaluate the effects of pruning or cleaning on carbohydrate contents in flowers, fruits and pineapple leaves collected at different stages of development, as well as the post-harvest quality of fruits harvested in three stages under different types of pruning. The experiment was carried out in the *A. squamosa* orchard of the Federal University of Piauí, Bom Jesus, where half of the orchard (20 plants) was pruned for renovation and the other half was pruned for cleaning. In each type of pruning, samples composed of flowers, leaves and fruits were harvested at different stages of development for subsequent analysis of total soluble sugars (AST), reducing sugars (AR) and non-reducing sugars (ANR) and starch. For the harvest, the design was completely randomized, with 3 replications, in a 2x3 factorial scheme, two types of pruning (renovation and cleaning) and three stages of maturation (from E1, semi-mature E2, mature E3). The post-harvest quality attributes evaluated in the fruits were: length, diameter, weight, soluble solids content, pH, total acidity, soluble solids / total acidity ratio and shell color (L, Hue, Chroma). For the carbohydrate variables the mean values were calculated and these were discussed following the descriptive statistics. For the physical-chemical variables, the values were submitted to analysis of variance and, when significant, the averages were compared by the Tukey test at 5% of probability. The flowers and leaves of pineapple presented, with the exception of the starch, similar behavior in the treatment types of pruning for the contents of AST, AR and ANR. As for the AST contents in the fruits, it was verified that the pruning of renovation promoted higher values, while the reverse occurred in the contents of RA in the fruits with pruning of cleaning, as this type of pruning promoted higher values. In the NR contents in the fruits, there was a difference between the stages of development 2 to 6 between types of pruning and still different behavior for the starch contents in the pine nuts. For postharvest attributes, there were interactions between pruning and maturation stages for soluble solids (SS), total acidity (AT) and SS / AT ratio. Significant results for the isolated factors, cleaning pruning showing higher values, and at the maturation stage E3, with higher values obtained. In this way, it was concluded that the types of pruning alter the carbohydrate levels in fruits, flowers and pineapple leaves, as well as the physical-chemical attributes of the fruits in the different stages of maturation in the post harvest period.

**Key words:** sugar apple, carbohydrates, source-drain relation, stages of maturation, physical-chemical attributes

## INTRODUÇÃO

A pinha (*Annona squamosa* L.) é uma frutífera que tem importância comercial, pertencente à família das Anonáceas. O fruto é conhecido e consumido devido as suas propriedades medicinais e nutricionais, bem como seu sabor agradável. Os componentes nutricionais incluem vitaminas, antioxidantes, ácidos graxos poliinsaturados e a presença de minerais essenciais (LIU et al., 2015).

No Nordeste, os estados da Bahia e Alagoas são os maiores produtores de pinha (SOBRINHO, 2014), sendo a Bahia a maior produtora, com área total de mais de 3.500 ha cultivados e produção de 20,8 mil toneladas (LEMOS, 2014).

Entre as anonáceas, *A. squamosa* é uma árvore adaptada às condições edafoclimáticas de clima tropical e subtropical (CRANE, 2010). Sua morfologia e fisiologia permitem habitar diversos locais em condições irrigadas (DIAS, 2003). No entanto, seu ciclo fenológico é modificado conforme a sazonalidade da região (LIU et al., 2015). Portanto, gerenciar as fases fenológicas do desenvolvimento do fruto é crucial para compreender a dinâmica de carboidratos na pinha de acordo com as condições climáticas de cada região (RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2018). Assim garante um pomar com controle de doenças e pragas além de boas colheitas e qualidade dos frutos e das plantas.

A concentração e localização dos carboidratos, dentro dos órgãos vegetais, são afetados por muitos fatores, como temperatura, umidade, luz, poda e tempo de plantio (VILJEVAC et al., 2018). A técnica da poda é um manejo crucial para as frutíferas, pois essa prática modifica a translocação de carboidratos que são essenciais no desenvolvimento da planta e na qualidade do fruto (MESA et al., 2016).

A poda é uma prática de manejo especializada, conduzida de acordo com o tipo, a idade e o vigor das árvores frutíferas. Dentre os tipos de poda tem-se a poda de renovação, que proporciona a redução dos ramos secundários e terciários após a frutificação e desfolha; e a poda de limpeza, que é a retirada do excesso dos ramos cruzados, doentes e/ou secos (MYERS; WADE, 2015).

A poda além de impulsionar o desenvolvimento de novos brotos, melhora a penetração de luz no dossel e atrasa a senescência. É uma estratégia que visa a melhoria da qualidade dos frutos baseando-se, direta ou indiretamente, na otimização da relação

fonte-dreno (SCARPARE FILHO; MEDINA; SILVA, 2011). Isto acontece porque os carboidratos são produtos originários, principalmente, da fotossíntese, compostos de armazenamento de energia primária e esqueleto de carbono para a síntese da maioria dos outros compostos orgânicos encontrados nas plantas. Eles são, ainda, os principais substratos respiratórios; constituintes mais importantes das plantas, compreendendo até três quartos do seu peso seco (YAHIA; CARRILLO-LÓPEZ; BELLO-PEREZ, 2019).

As alterações no conteúdo dos carboidratos durante o período de frutificação foram investigadas em muitas espécies frutíferas, como manga (SARKHOSH et al., 2018, NAN et al., 2018), pêssego (KUMAR, 2010), groselha (FISCHER et al., 2015) e cherimoia (OLESEN; MULDOON, 2009). Contudo, são escassos trabalhos com *A. squamosa* e os tipos de poda na dinâmica de carboidratos e qualidade dos frutos, principalmente, em condições de regiões de clima tropical, uma vez que estudos com teores de carboidratos são mais estudados em frutos de clima temperado. O conhecimento dos teores de reservas em diferentes órgãos da planta, conforme o tipo de poda aplicado, servirá como subsídio para o estabelecimento da qualidade dos frutos e produções entressafras para melhoria da fisiologia da planta.

De acordo com Silva et al. (2007), o cultivo da pinha em condições de manejo adequado nas regiões de Cerrado do Nordeste brasileiro possibilita a obtenção de frutos de qualidade ao longo do ano. A disponibilidade de água subterrânea pode favorecer a região por possui boas condições de clima e solo para a pinheira e, por meio da poda adequada e condições edafoclimáticas, pode-se produzir até duas safras anuais com desenvolvimento de frutos com boas características físicas e químicas para a comercialização.

A vida útil e as qualidades dos frutos climatéricos dependem totalmente dos estádios de maturação. Se os frutos forem colhidos no início da maturação fisiológica, o seu prazo de validade é prolongado, mas o valor nutritivo e a qualidade são reduzidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Por outro lado, os frutos maduros de pinha possuem alto valor nutritivo com vida de prateleira limitado. Frutos verdes são mais propícios ao murchamento e às lesões físicas, alterando o sabor quando maduros, enquanto os frutos colhidos precocemente (transição do verde para semi maduro) ou passando do estágio (frutos maduros demais), são mais suscetíveis a distúrbios fisiológicos na pós colheita que

os colhidos no estágio adequado de maturação (KADER, 1999). Portanto, é necessário equilibrar o estágio de maturidade e o teor de nutrientes dos frutos.

Pouca informação está disponível sobre os efeitos dos tipos de poda quanto ao nível e distribuição das substâncias de reserva em espécies de anonáceas cultivadas na região sul do Piauí, tendo em vista a importância de verificar o comportamento dos carboidratos e qualidade pós colheita dos frutos de pinha cultivadas nas condições irrigadas no cerrado.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da poda de renovação ou de limpeza sobre os teores de carboidratos em flores, frutos e folhas de pinha coletados em diferentes estádios de desenvolvimento e a qualidade de frutos colhidos em três estádios de maturação nos diferentes tipos de poda.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cultura da Pinha

A *Anona squamosa*, L. popularmente conhecida como pinha, fruta-do-conde ou ata tem origem na América tropical, sendo introduzida no Brasil em 1626 pelo Conde de Miranda (KAVATI, 1992). Pertence à família Annonaceae, na qual existem cerca de 129 gêneros e mais de 2000 espécies. A maioria das espécies comumente cultivadas pertencem ao gênero *Annona*, incluindo *A. muricata* L., *A. squamosa* L., *Annona cherimola* Mill. (NAKASONE; PAULL, 1998).

*A. squamosa* é uma árvore frutífera de clima tropical e subtropical, bem adaptada às condições edafoclimáticas do Brasil. Também é cultivada comercialmente na China, África, América do Sul, Austrália, Índia, México, Estados Unidos, Filipinas e Tailândia (CRANE et al., 2005). No Brasil, é cultivada comercialmente em vários estados brasileiros, principalmente em São Paulo (região Sudeste) e alguns estados do Nordeste (Alagoas, Bahia, Sergipe, Pernambuco, Rio Grande do Norte), sendo os estados de São Paulo, Alagoas e Bahia os maiores produtores nacionais da cultura (LEMOS, 2014).

A pinheira é árvore de pequeno porte, variando de 3 a 6 metros, bastante ramificada, com sistema radicular lateral abundante. As folhas são verde-claras, com 6,4 a 10,2 cm de comprimento, finas e dispostas alternadamente (PEREIRA et al., 2011). As flores da pinha são compostas por três pétalas carnudas, amareladas, que aparecem solitárias ou em conjunto de 2 a 3 flores (PEREIRA et al., 2011). Apresentam dicogamia protogínica, um fenômeno no qual a maturação dos carpelos ocorre antes da maturação dos estames (KUMAR et al., 1977).

O fruto de pinha é amplamente conhecido e consumido devido às propriedades medicinais e nutricionais, bem como seu sabor agradável. Os componentes relacionados à saúde incluem vitaminas A, B, C, E e K1, antioxidantes, ácidos graxos poli-insaturados e a presença de minerais essenciais. O fruto tem forma de coração, redondo, ovado ou cônico, de 5-10 cm de comprimento, de casca verde e polpa esbranquiçada. É formado a partir dos pistilos fundidos em desenvolvimento da flor. Existem numerosas, pequenas e brilhantes sementes castanhas escuras incorporadas na polpa (LIU et al., 2015).

## 2.2 Crescimento e desenvolvimento dos frutos

A fenologia é definida como o estudo dos eventos biológicos repetitivos denominados fenofases e da relação com os fatores abióticos e bióticos, abrangendo desde a germinação das sementes, crescimento, desenvolvimento, floração, frutificação até a senescência (CALLE et al., 2010). A fenologia também foi estudada usando estágios marcantes de crescimento e desenvolvimento vegetativo (RAMÍREZ et al., 2014). A escala numérica BBCH (Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie), um sistema de codificação uniforme dos estádios de crescimento, tem sido amplamente utilizada para descrever os estádios fenológicos das plantas (MEIER, 2001).

Liu et al. (2015) descreveram a escala fenológica para *Annona squamosa* L. e pode ser dividido em oito principais fases de crescimento: brotamento, desenvolvimento de folhas e ramos, emergência de inflorescência, floração, desenvolvimento de frutos, maturação de frutos e senescência.

O desenvolvimento dos frutos pode ser dividido fisiológica e bioquimicamente em quatro fases: fase I inclui desenvolvimento do ovário na flor, e seguindo antese, a fase II envolve um período de rápidas divisões, a fase III é o período mais rápido crescimento, quando as divisões celulares mais ou menos cessam, e o crescimento é por expansão celular. Nesta fase, as reservas de alimentos são acumuladas e a maioria das frutas atingem sua forma final e tamanho antes do início do amadurecimento na fase IV (SRIVASTAVA, 2002). Com a expansão completa das células, o amadurecimento prossegue (EZURA; HIWASA-TANASE, 2010). O conhecimento sobre as fenofases do fruto garante informações necessárias que viabilizam técnicas de produção (LIU et al., 2015).

A maturação fisiológica do fruto passa por estádios com características bem definidas, e fazer avaliações nesse período é importante para o entendimento das alterações que ocorrem durante o ciclo de desenvolvimento (ÁLVARES et al., 2004). Tais avaliações são baseadas na evolução de atributos físicos (comprimento, diâmetro, volume, massa fresca e seca) associados com a avaliação de alterações nas características físico-químicas (pH, acidez, sólidos solúveis totais), medidas em intervalos regulares durante o ciclo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De acordo com a escala BBCH para *A. squamosa* proposta por Liu et al. (2015), o fruto é considerado maduro e seu ponto de colheita quando a casca muda de cor

e quando os carpelos se afastam, expondo uma cor verde-amarelada, pode ser usado como um índice de maturidade. Estudando as fenofases é possível prever como determinada espécie irá se desenvolver em uma região específica, pois as plantas apresentam diferentes respostas fenológicas de acordo com as condições climáticas do local de cultivo (DUARTE FILHO et al., 2008).

Em Anonáceas, temperaturas mínimas no período do florescimento e maturação dos frutos causam grandes prejuízos à cultura pela redução no número de flores vingadas, diminuição no tamanho e qualidade dos frutos. O excesso de chuvas durante essas fases provoca o abortamento de flores e frutos e favorece a incidência de doenças e pragas, acarretando na queda da produção (CORDEIRO; PINTO; RAMOS, 2000).

A implantação dos pomares de *A. squamosa* envolve muitas práticas hortícolas (como podas, técnicas de polinização, controle de pragas, aplicação de reguladores de crescimento, aplicações de herbicidas e controle pós-colheita), as quais requerem um bom conhecimento da fenologia para que possam ser realizadas adequadamente (LIU et al, 2015).

Segantini (2010) afirma que são necessários mais estudos em espécies frutíferas em cada região de cultivo, principalmente para se definir a época e os tipos de manejo, como tipos de podas mais adequada para a cultura e local.

### **2.3 Poda x relação fonte/dreno**

A palavra ‘poda’ vem do latim *putare*, que significa limpar, cortar, desbastar, derramar. A poda é considerada uma técnica cultural utilizada para alterar o desenvolvimento natural da planta (SCARPARE FILHO et al., 2011). Para Simão (1998), os princípios fisiológicos da poda são: vigor e a fertilidade da planta, que dependem das condições edafoclimáticas da região de cultivo. O vigor da planta depende da eficiência na condução dos fotoassimilados sendo que a produção e translocação desses fotoassimilados ocorrem com maior intensidade em ramos bem iluminados.

A poda é classificada quanto ao tipo em poda de frutificação ou produção que consiste na retirada do excesso de ramos produtivos para obter o equilíbrio entre vegetação e frutificação e evitar a alternância de safras, sendo realizada ao longo da fase produtiva das plantas. A poda de limpeza é outro tipo, normalmente realizada na fase de repouso fisiológico das plantas e logo após a poda de frutificação, onde retira-se o excesso

de ramos fracos ou contaminados. Outro tipo é a poda severa que é considerada quando parte da arquitetura principal da planta, como tronco e ramos primários, são cortados e tem por finalidade serem reformados e renovados. Ainda tem a poda severa da copa que objetiva refazer parte da copa, porém sem alterar a arquitetura principal da planta (FILHO; ALEXIO, 2011).

A poda é uma das práticas culturais que altera a dinâmica da relação fonte-dreno, causando efeito significativo na translocação e alocação de carbono fixado durante o processo fotossintético (SILVA et al., 2011). Os fotoassimilados são produzidos e utilizados no sistema denominado fonte e dreno (GUEDES et al., 2008). A distância entre fonte e dreno determina como uma folha vai participar na nutrição do fruto, sendo as folhas mais próximas responsáveis pela produção dos assimilados destinados a nutrir o dreno (BARZEGAR et al., 2013).

O órgão fonte inclui qualquer órgão exportador, normalmente uma folha adulta, completamente expandida, que é capaz de produzir fotoassimilados além de suas necessidades. Enquanto os drenos são órgãos não fotossintetizantes da planta e órgãos que não produzem produtos fotossintéticos o suficiente para o seu crescimento ou para reservas, como frutos, folhas jovens e imaturas, que importam carboidrato para o seu desenvolvimento normal (PORTES, 2008).

Os fotoassimilados podem ser usados como fonte energética necessária ao seu funcionamento através da respiração, como também serem transportados e armazenados temporariamente em órgãos de reserva (DUARTE; PEIL, 2010). A competição por fotoassimilados entre órgãos dreno e fonte interfere na taxa de crescimento da planta e na fixação dos frutos em muitas espécies. O aumento do número de frutos na planta pode aumentar a quantidade de fotoassimilados reservados (ANDRIOLO; FALCÃO, 2000).

O fotoassimilado translocado em maior quantidade nas plantas é a sacarose, um carboidrato que está dissolvido na água contida dentro dos vasos condutores do floema (TAIZ; ZEIGER, 2013). Durante o transporte, ocorre a distribuição lateral dos fotoassimilados nos ramos que, a princípio, são considerados drenos, mas que após um período de armazenamento de carboidratos tendem a se tornar fonte (OLIVEIRA; PRIESTLEY, 1988).

Queiroga et al. (2008) afirmam que o aumento do número de folhas por planta, eleva a produção de fotoassimilados, conseqüentemente a produtividade da planta

e melhora a qualidade dos frutos produzidos, menor acidez titulável e acréscimo nos teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis (redutores e não-redutores).

Na fase reprodutiva o desenvolvimento flores e frutos são importantes drenos de carboidratos (SILVA, 2016). Assim, uma parte dos fotoassimilados pode ser direcionado para os frutos e outra, para promover o crescimento vegetativo (ALVARENGA, 2004).

## **2.4 Função dos carboidratos**

Os carboidratos são compostos de carbono, hidrogênio, e oxigênio aproximando a fórmula ( $\text{CH}_2\text{O}$ ). Muitos também contêm outros elementos como fósforo ou nitrogênio. Podem ser divididos em açúcares redutores e não redutores. Exemplos de açúcares redutores incluem glucose, frutose, galactose, ribose, xilose e manose. Exemplos de não redutor açúcares incluem sacarose e rafinose. O conteúdo da redução à não-redução de açúcares é muito importante em vários produtos sendo que na pré-colheita e pós-colheita, o manuseio de produtos hortícolas pode influenciar o conteúdo destes açúcares e, portanto, a qualidade desses produtos (PALLARDY, 2008).

Carboidratos pode ser classificado em três grupos principais: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. Os monossacarídeos incluem açúcares simples e seus derivados. Eles são as unidades básicas de carboidratos a partir da qual são formados compostos mais complexos.

Os carboidratos são uma das principais fontes de energia não só para os seres humanos, mas também aos vegetais. Nos vegetais, a distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos é o resultado final de um conjunto de processos metabólicos e de translocação que conduzem o fluxo de assimilados através de um sistema fonte-dreno (DUARTE; PEIL, 2010).

Dentre os carboidratos produzidos pela planta tem-se a sacarose, açúcar produzido no citosol das células fotossintetizantes que é translocado com maior frequência nos vasos do floema, sendo também o substrato mais importante na respiração vegetal. A sacarose é o dissacarídeo mais abundante e o principal produto da fotossíntese. É um açúcar não redutor com reatividade química limitada e, portanto, é utilizada como transporte e molécula de armazenamento na maioria das plantas (CHIBBAR et al., 2016).

Os açúcares (sacarose, frutose, glicose) são um dos componentes bioquímicos da qualidade dos frutos, que está relacionado à fonte-dreno e é importante no desenvolvimento dos frutos e o aumento no conteúdo total de açúcar durante a maturação dos frutos é dependente do acúmulo de sacarose (WONGMETHA; KE; LIANG, 2015).

Outro carboidrato importante é o amido, o qual é produzido nos cloroplastos e fica armazenado como material de reserva nos plastídios que, quando demandado, é hidrolisado às outras moléculas para a utilização no metabolismo vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O armazenamento de carboidratos é fundamental para manter o desenvolvimento adequado das plantas, principalmente as frutíferas, em períodos de estresse, no restabelecimento do crescimento na primavera, na frutificação e durante a dormência (BORBA et al., 2005).

Os carboidratos são translocados das folhas para a fruta, normalmente na forma de sacarose, durante os estágios iniciais do desenvolvimento da fruta, os carboidratos que são sintetizados na fruta são polissacarídeos como a celulose, hemicelulose, pectinas e amido. Durante o amadurecimento e senescência dos frutos, os polissacarídeos começam a se degradar para açúcares simples aumentando a doçura dos frutos. As mudanças nos carboidratos ocorrem de forma semelhante em frutos climatéricos e não climatéricos antes da colheita (YAHIA; CARRILLO-LÓPEZ; BELLO-PEREZ, 2019). No entanto, depois colheita, a mudança nos carboidratos é normalmente muito mais acelerada nos frutos climatéricos depois que eles atingem sua maturidade fisiológica, e muito lento ou inexistente em frutos não climatéricos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Ao longo do processo reprodutivo, uma grande quantidade de carboidratos é utilizada para a formação e desenvolvimento de flores e frutos. A demanda total pela flor durante a antese pode extrapolar a produção diária de carboidratos pela folha (BUSTAN; GOLDSCHMIDT, 1998; CRUZ et al., 2007). Moreira (2014), analisando carboidratos foliares em tangerineiras 'Ponkan', verificou que os teores aumentaram entre 35º e 50º dias após o florescimento, quando ocorreu a redução dos teores de amido foliares.

As diferenças nos teores de carboidratos podem ser observadas entre as diferentes partes das plantas e esse fato depende de vários fatores, como estresse hídrico (LOPES; GIRONA; MARSAL, 2007) e diferentes tipos de poda (RODRIGUES, 2009).

FAUST (1989) afirma que a poda induz alterações nas reservas de carboidratos e verificou que o metabolismo de carboidratos em plantas de clima temperado, especialmente durante o início de crescimento, difere entre plantas podadas e não podadas.

## **2.5 Colheita e pós-colheita dos frutos**

A colheita pode ser definida como o momento de separação do produto da planta que o produziu, com um mínimo de dano ou perda possível, com maior rapidez e com custo mínimo (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo os mesmos autores, o período pós-colheita inicia com a separação do fruto da planta mãe e finaliza com a preparação do fruto para o consumo ou para a sua futura conservação. A colheita da maioria dos frutos se dá em um curto espaço de tempo, havendo necessidade de conservá-los na pós-colheita para benefício do produtor, que obtém melhores preços, além do consumidor que encontra no mercado frutos em épocas em que não é possível produzi-los (FACHINELLO; NACHTIGAL, 2008).

Antes de colher, é necessário conhecer a época certa de colheita dos frutos e vegetais, pois é um dos principais parâmetros para se determinar a qualidade. Para colher no momento exato do estágio de maturação, os frutos devem ser avaliados com precisão, utilizando alguns métodos de identificação. Como exemplo tem-se as alterações físico-químicas e bioquímicas visíveis ou detectadas através de análises laboratoriais, que auxiliam na obtenção da qualidade e duração do fruto, predizendo o seu comportamento durante o armazenamento (SILVA et al., 2016).

Colheitas realizadas antes da maturação prejudicam o processo de amadurecimento, comprometendo sua qualidade. No entanto, colheita na fase de frutos totalmente maduros encurta a vida útil e dificulta o manuseio e transporte devido à baixa resistência física, causando perdas qualitativas (sabor e aroma, deterioração na textura e aparência) e quantitativas (redução no peso do alimento por perda de água ou de matéria seca) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Alterações na pós-colheita acontecem, também, porque enquanto o fruto está ligado à planta, as perdas ocasionadas pela respiração e transpiração são repostas pela fotossíntese e pelos nutrientes, o que não acontece no período pós-colheita (RAHMAN, 2003), levando a perda do material vegetal. A taxa respiratória dos frutos está dividida

em dois grupos, climatéricos e não climatéricos. Em frutos climatéricos, o aumento da taxa respiratória ocorre no fruto preso à planta mãe e após a colheita, causando alterações como na textura da polpa e cor dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Após a colheita, ocorre um rápido aumento na produção de etileno na respiração em vários frutos climatéricos, é observado com a perda de teor de amido e açúcares, uma vez que em frutos e legumes, o processo de respiração transforma a glicose em dióxido de carbono, que é liberado do tecido para a atmosfera (YAHIA; CARRILLO-LÓPEZ; BELLO-PEREZ, 2019). Os mesmos autores ainda afirmam que a respiração é um dos fatores que afeta a qualidade dos frutos, a qual é influenciada pela fisiologia e alterações metabólicas que ocorrem durante o desenvolvimento do vegetal, sendo que a intensidade da respiração depende das condições externas do ambiente e das condições intrínsecas da própria planta.

O figo (*Ficus carica*), banana (*Musa spp*), pinha ou ata são exemplos de frutos climatéricos, permitindo que a colheita seja realizada quando estes ainda não estão totalmente maduros, o que leva ao aumento no período de armazenamento (SILVA, 2012). Já os não climatéricos são aqueles que somente completam seu amadurecimento se ficarem ligados a planta mãe, após a colheita não ocorre aumento na produção de etileno, como exemplo dos citros e uvas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A pinha é um fruto climatérico, e apresenta vida pós-colheita restrita, tornando importante a adoção de técnicas de conservação que minimize seu metabolismo e por conseguinte reduzir as perdas, que atingem até 20% do volume produzido no Brasil e ampliar o período de comercialização, principalmente para o mercado externo (VILA, 2005). Embora muito apreciada, alguns frutos pertencentes a família das Anonáceas, como a pinha (*Annona squamosa* L), a graviola (*A. muricata* L.) e a cherimóia (*A. cherimola*) estão restritos ao mercado interno, principalmente por possuírem baixa vida pós-colheita, atribuído à sua alta perecibilidade (PAREEK et al., 2011).

A pinha é bastante aromática, de sabor agradável, açucarada e com baixa acidez, além de apresentar aproximadamente 48,13% de rendimento de polpa e teores médios de sólidos solúveis totais de 27 °Brix, 15,96% de açúcares redutores e pH em torno de 5,23 (MUNIZ et al., 2002). Entretanto, dependendo do estágio de maturação do fruto, do tipo de solo em que foi cultivada, a composição do fruto pode variar muito (FERREIRA et al., 2002).

Em *Annona squamosa* os açúcares, produto da hidrólise do amido; são os principais, a glicose (11,75%) e sacarose (9,4%) e os principais ácidos orgânicos são ácidos cítrico e málico (PAREEK et al., 2011). O ponto de maturação na colheita é crucial para o gerenciamento subsequente do armazenamento e aceitação dos consumidores finais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e características da área experimental

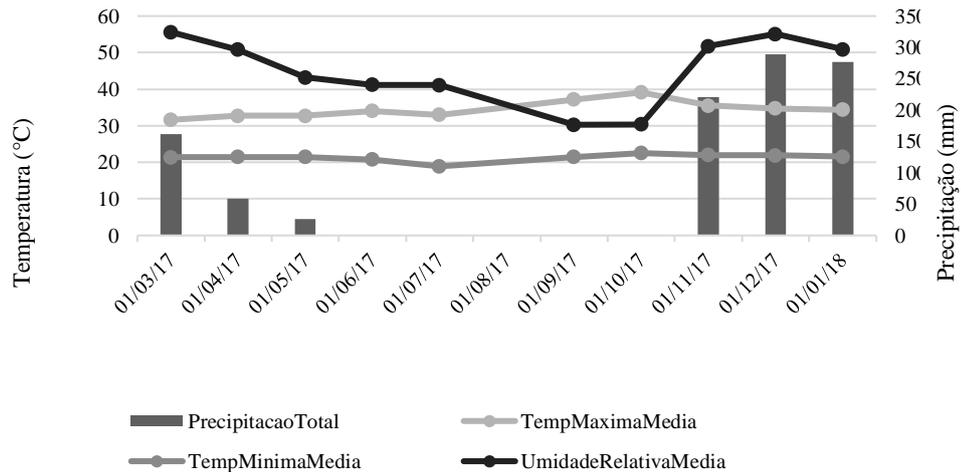
O experimento foi realizado no pomar didático do *Campus* Professora Cinobelina Elvas (CPCE) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Bom Jesus, PI (09°04'28' Sul, 44°21'31' Oeste e 277 m). Segundo Köppen (1948), o clima da região é classificado como tipo Cwa, que corresponde a região tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso. O solo do pomar é caracterizado em latossolo vermelho eutrófico (CAVALCANTE, 2008) (Tabela 1).

**Tabela 1:** Análise química de solos do pomar experimental de *Annona Squamosa* no sul do Piauí.

Profundidade (cm)	pH	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>			
		H+Al	Ca	Mg	K	SB	T	P	K	S
0-20	(H <sub>2</sub> O) 6,5	3,67	4,1	1,02	0,51	5,63	9,3	31,64	199,9	
Micronutrientes										
	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn				
		-	1,8	134,64	29,66	2,09				

\*Análise realizada pelo laboratório de Química e fertilidade do solo da Universidade Federal do Piauí.

Os dados climáticos mensais de temperaturas máximas, mínimas, precipitações foram obtidos pelo INMET, registradas no período experimental podem ser observadas na Figura 1.



**Figura 1:** Dados mensais de temperatura mínima (°C), temperatura média (°C), temperatura máxima (°C) e precipitação (mm) mínima durante o período experimental. Fonte: Estação Meteorológica (INMET) do *Campus* Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI.

### 3.2 Manejo da área experimental

O pomar experimental possui 40 plantas adultas com 14 anos de idade, implantado em 2005, propagadas por via seminífera, cujas sementes são oriundas de diferentes plantas da região sul do Piauí (CAVALCANTE et al., 2010). Possui espaçamento entre plantas de 4x4 metros.

Durante a execução do experimento, o manejo do pomar seguiu as práticas culturais padrão de acordo com a necessidade da cultura. A adubação foi realizada de acordo com os resultados da análise de solo, sendo colocado a mesma quantidade de adubo foliar e via solo para ambos os tratamentos de poda. Foram aplicados 200g de NPK (nitrogênio, fosforo e potássio), divididos em duas aplicações (uma para cada semestre), além de 100g de superfosfato simples, 100g de ureia e aplicação de 200 ml diluído em água de cálcio e boro, via foliar.

Para o controle das principais pragas e doenças, foi realizado monitoramento visual e quando necessário foi aplicado extrato alcóolico de fumo para combater as cochonilhas. As intervenções com tratamento químico somente foram realizadas quando foi atingido o nível de controle, utilizando produtos recomendados para a cultura (CORDEIRO; PINTO; RAMOS, 2000).

Para o controle de plantas daninhas invasoras, na área de cultivo, foram realizadas roçadas nas entrelinhas, capinas manuais nas coroas das plantas. A irrigação

foi realizada com gotejadores autocompensantes, com vazão de 8 L h<sup>-1</sup>, no período de seca (abril a novembro de 2017), mantendo-se ligados duas horas por dia.

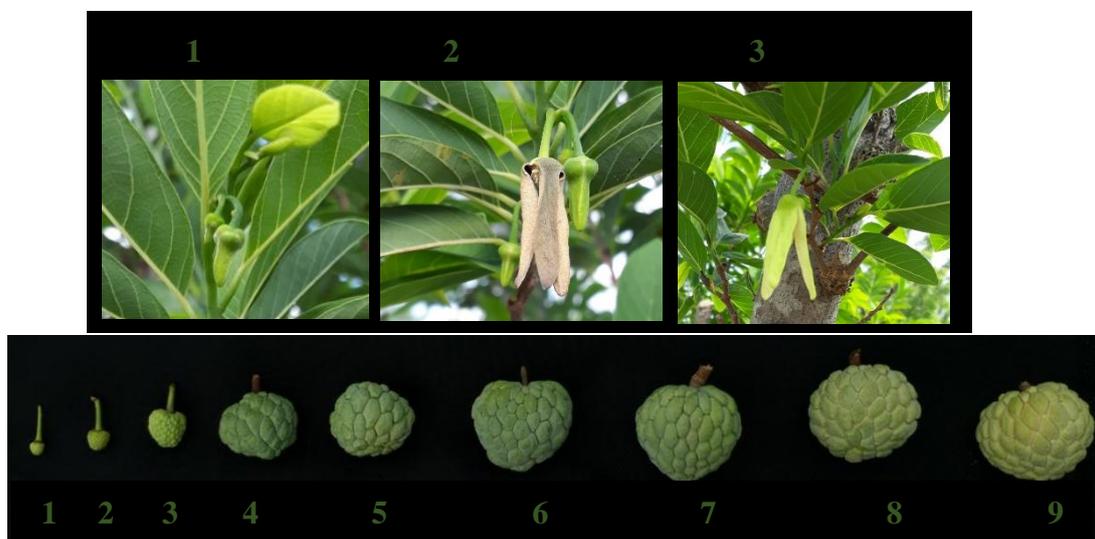
### **3.3 Tratamentos e amostras coletadas**

Das 40 plantas do pomar experimental, 20 destas receberam o tratamento poda de renovação e a outra metade poda de limpeza. Os tratamentos de poda foram realizados no dia 29 de março de 2017, no período da manhã, com auxílio de tesouras e serrotes de poda. Na poda de limpeza foram retirados os ramos secos, doentes e ladrões; Enquanto na poda de renovação as plantas tiveram todos os ramos encurtados, deixando apenas três pernadas desfolhadas por planta.

A partir dos 120 dias após a realização das podas e durante intervalos periódicos, foram coletadas as amostras compostas de flores e frutos, conforme os estádios de desenvolvimento e maturação (Tabela 2 e Figura 2) determinada de acordo com a escala fenológica BBCH proposta para *Annona squamosa* L. (LIU et al., 2015), com adaptação ao local. Para isso foram coletadas, separadamente, flores e frutos por estágio para cada tipo de poda e, em seguida, cada tipo de órgão vegetal, caracterizando a amostra composta. Ainda foram coletadas amostras compostas de folhas maduras próximas a estas flores. Todo o material vegetal foi coletado no final da tarde e utilizado para a determinação dos carboidratos solúveis e amido.

**Tabela 2:** Estádios de desenvolvimento e maturação BBCH proposto para flores e frutos de *Annona squamosa* L. Fonte: Liu et al. (2015), com modificações.

Estádio	Código	Descrição
<i>Flores</i>		
1	515	Botões florais fechados e pequenos com coloração verde escuro.
2	615	Floração principal; flores totalmente abertas, coloração amarelo pálido, pétalas carnudas.
3	619	Fim da floração; desbotamento da flor, pétalas secam e caem.
<i>Frutos</i>		
1	712	O fruto tem cerca de 10% do tamanho final, já apresentando pericarpo característico em forma de coração, redondo, ovalado ou cônico, verde.
2	713	O fruto tem cerca de 20% do tamanho final.
3	715	O fruto tem cerca de 40% do tamanho final.
4	717	O fruto tem cerca de 60% do tamanho final.
5	719	O fruto tem cerca de 70% do tamanho final.
6	811	As sementes atingem o seu tamanho natural, endurecem e mudam de cor, de branco para castanho, progredindo de castanho-claro a castanho-escuro.
7	815	Frutos no primeiro estágio de maturação, com tamanho padrão, cor de sementes escurecida, fruto com coloração verde claro.
8	819	Frutos maduros próximo ao ponto de consumo: coloração verde amarelado, polpa amolecida.
9	825	Fruto totalmente maduro para o consumo.



**Figura 2:** Representação visual dos estádios de desenvolvimento e maturação das flores e frutos de *Annona squamosa* L. coletados no pomar experimental, segundo a escala BBCH. Fonte: Liu et al. (2015), com modificações.

### 3.4 Análises de carboidratos

Após a coleta do material vegetal, estes foram rapidamente transferidos para uma caixa de isopor, levados para o Laboratório de Genética do CPCE/UFPI para o

congelamento rápido em nitrogênio líquido e armazenados a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Após este processo, as amostras foram secas em liofilizador modelo L108 (Liotop), trituradas em moinho (Tecnal) até a formação de pó fino e armazenadas em recipientes herméticos à temperatura ambiente no escuro.

#### **3.4.1 Extração de açúcares solúveis totais e redutores**

Para a extração dos açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR) utilizou-se as metodologias de Gonçalves et al. (2010) e Maldonado et al. (2015) com adaptação. Amostras de 200 mg de flores; frutos inteiros até o estágio 3; frutos sem semente a partir do estágio 4; apenas a polpa dos frutos nos estádios 8 e 9; e folhas foram pesadas, colocadas em tubos do tipo falcon de 15mL, adicionado 3 mL de etanol 80% aquecido, agitadas, deixadas em repouso por 10 minutos e, posteriormente, centrifugadas a 2000 RPM, por 15 minutos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi pipetado para outro tubo falcon de 15 mL e a operação foi repetida com mais três lavagens de etanol 80% aquecido. Os volumes combinados foram completados para 8,0 mL. Este processo de extração foi realizado sempre em triplicatas.

Após a extração, o extrato alcoólico foi armazenado em freezer em frascos vedados, visando a quantificação dos AST e AR. Enquanto os resíduos retidos no fundo dos tubos falcon foram secos em temperatura ambiente ( $25^{\circ}\text{C}$ ) até peso constante e armazenados em dessecador para posterior extração e determinação do teor de amido.

#### **3.4.2 Quantificação de açúcares solúveis totais (AST)**

Para a quantificação dos AST foi empregado o método fenol-sulfúrico (Dubois et al., 1956). O extrato etanólico diluído (12,5 vezes para frutos, flores e folhas) foi pipetado nos tubos de ensaio, sempre em triplicatas. A leitura foi realizada em espectrofotômetro na absorvância de 490 nm e os valores obtidos foram comparados com a curva padrão de sacarose.

#### **3.4.3 Quantificação de açúcares redutores (AR) e não redutores (ANR)**

Os mesmos extratos etanólicos da quantificação de AST foram utilizados para a determinação de açúcares redutores, segundo a metodologia de Gonçalves et al. (2010). Amostras diluídas (12,5 vezes para frutos e 25 vezes para flores e folhas) foram pipetadas

em tubos de ensaio, sempre em triplicatas. A leitura foi realizada a 540 nm em espectrofotômetro e os valores obtidos foram comparados com a curva padrão de glicose.

Os açúcares não-redutores foram estimados subtraindo-se os valores de açúcares redutores dos valores de açúcares solúveis totais.

#### **3.4.4 Extração e quantificação de amido**

Para a extração de amido, utilizou-se o resíduo da extração dos açúcares solúveis totais (AST) retido no tubo falcon (pellet). De acordo com a metodologia de extração descrita por McCready et al. (1950) adaptada, as amostras secas foram desintegradas, pesadas em balança analítica e colocadas em tubo falcon de 15 mL. Para a extração foram adicionados 830 microlitros de água deionizada e 1083 microlitros de ácido perclórico 52%. A mistura foi agitada em vortex, deixada repousar por 30 minutos e centrifugada a 2000g por 15 minutos. Esta operação foi realizada por 4 vezes, até que o conteúdo apresentasse coloração mais clara. Os sobrenadantes foram combinados e o volume completado com água deionizada para 6 mL.

Na quantificação de amido, amostras do extrato bruto foram diluídas 25 vezes e desta diluição uma alíquota foi utilizada para a quantificação, sempre em triplicata. A determinação da concentração de amido seguiu o mesmo método adotado para a determinação de AST, descrito anteriormente, sendo o resultado multiplicado pelo fator de 0,9.

#### **3.5 Análises físico-químicas**

Na colheita (26/02/2018), adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial 2x3, dois tipos de poda (renovação e de limpeza) e três estádios de maturação (de vez, semi maduro, maduro).

Os frutos de pinha foram colhidos em três estádios de maturação fisiológica dentro de cada tratamento, acondicionados em caixas de isopor devidamente identificados e levados para o Laboratório de Bioquímica. Em seguida, foram selecionados de acordo com a aparência visual (sem doenças, deformações, ou demais defeitos) e, posteriormente, realizado as seguintes avaliações:

### 3.5.1 Peso do fruto

Os frutos foram pesados individualmente em balança digital de precisão.

### 3.5.2 Largura e comprimento do fruto

A medição do comprimento e largura dos frutos foi realizada através de um paquímetro digital, sendo expressos em milímetro (mm).

### 3.5.3 Cor da casca dos frutos

A cor superficial de cada fruto foi avaliada com o colorímetro modelo Minolta Chroma Meter CR-400 (Minolta, Tóquio, Japão). As coordenadas CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) foram medidas em ambas as zonas equatoriais de cada fruto e as médias utilizadas para calcular o ângulo Hue ( $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ ) e Chroma ( $C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{1/2}$ ) para caracterizar as mudanças na casca.

### 3.5.4 pH

Triturou-se 10g da polpa do fruto com água deionizada, completando-se o volume para 50 mL. Em seguida, foi realizada a leitura de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

### 3.5.5 Acidez Total

Triturou-se 10g da polpa do fruto com água deionizada, completando-se o volume para 50 mL. Em seguida, foram adicionadas 3 gotas de fenolftaleína 1% e titulado com NaOH 0,1 N, previamente padronizado, até obter a coloração rósea claro, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A acidez foi calculada considerando o equivalente-grama do ácido cítrico (0,2216) sendo expressa em % de ácido cítrico.

### 3.5.6 Sólidos Solúveis Totais (Brix°)

A polpa do fruto foi triturada e o suco resultante foi analisado em refratômetro manual, utilizando a unidade °Brix.

### **3.5.7 Relação SS/ATT**

Os valores obtidos para a relação foram dados pela subtração dos sólidos solúveis menos a acidez total titulável.

### **3.6 Análise estatística**

Para as variáveis de carboidratos foram calculados os valores médios e estes discutidos seguindo a estatística descritiva. As variáveis físico-químicas foram submetidas a análise de variância e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico R.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Carboidratos**

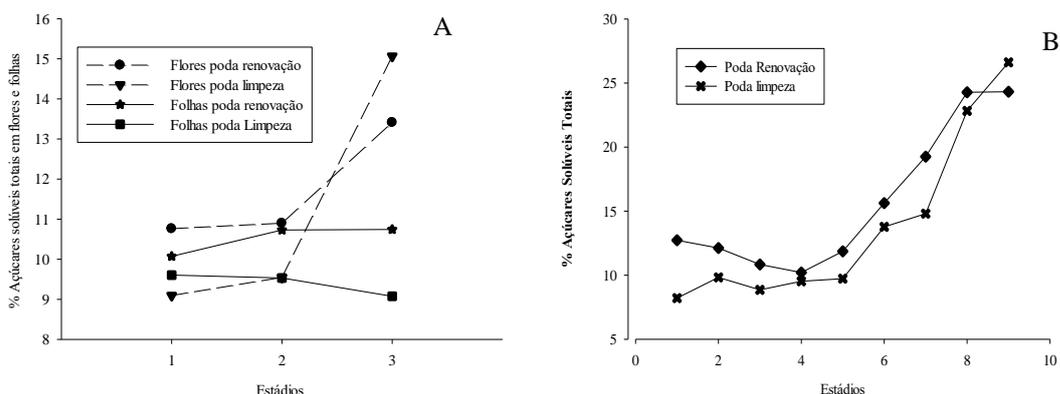
#### **4.1.1 Açúcares solúveis totais (AST) em flores, folhas e frutos**

O teor de açúcar total apresentou comportamento semelhante entre os tratamentos de poda durante a fase de florescimento da pinha e das folhas, obtendo aumento nos valores a partir do estágio fenológico 2 (Figura 3A). No entanto, nos estádios iniciais 1 e 2, o nível de AST foi maior nas flores das plantas submetidas a poda de renovação (18,24% e 14,13%, respectivamente, em comparação a poda de limpeza). O aumento nos teores de AST nas flores das plantas que receberam poda de limpeza ocorreu quando estas apresentavam pétalas abertas e de coloração amarela claro (estádio 3), atingindo aproximadamente 15% de AST, sendo este valor maior que o outro tipo de poda.

Os teores de AST nas folhas durante o desenvolvimento das flores de pinha tiveram comportamento diferentes entre os tipos de poda testados (Figura 3A). Observa-se que houve redução nos valores quando as plantas foram submetidas a poda de limpeza. No estágio 1, as folhas das plantas com poda de renovação apresentaram quase 10% de AST e as da poda de limpeza 9,6%. Ao final do desenvolvimento (estádio 3), observa-se que a poda de renovação alcançou teor de AST próximo 18,28% e a poda de limpeza tinha próximo a 9,1%.

Durante o desenvolvimento dos frutos de pinha, observou-se que as plantas submetidas aos tratamentos tiveram o mesmo padrão de variação entre os dois tipos de

poda, com aumento nos valores de AST a partir do estágio 4 (Figura 3B). Os frutos das plantas que receberam poda de renovação apresentaram maiores teores de AST até o estágio 8, sendo que na fase inicial (estádio 1) o valor foi 55% maior quando comparado as plantas da poda de limpeza. Apenas no estágio 9 os frutos das plantas submetidas a poda de limpeza tiveram maiores valores de AST, sendo estes 30,13% maior que o do outro tratamento.



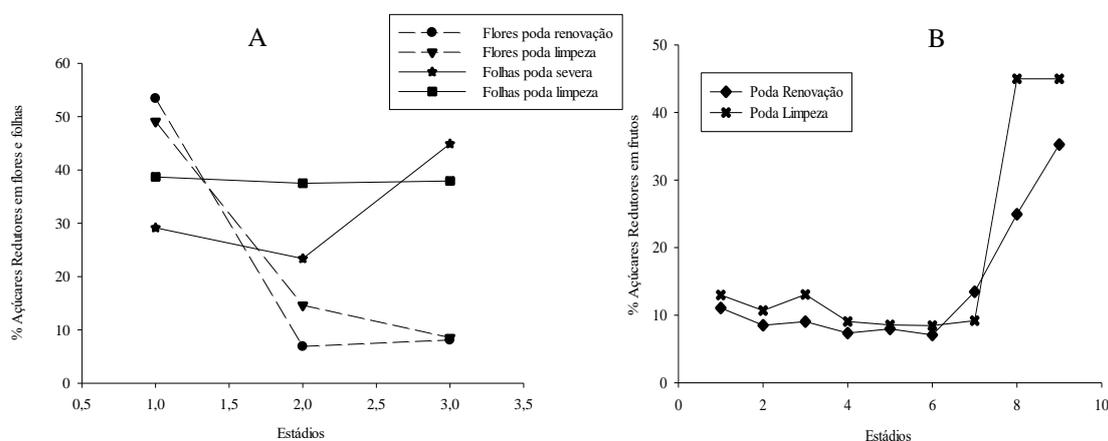
**Figura 3:** Variação nos teores de açúcares solúveis ao longo dos estádios de desenvolvimento de flores e folhas (A) e frutos (B) de *Annona squamosa* L. Estádio de flores e folhas 1, 2 e 3. Estádio dos frutos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

#### 4.1.2 Açúcares redutores (AR) em flores, folhas e frutos

Os açúcares redutores nas flores de *A. squamosa* apresentaram comportamento semelhante ao longo do desenvolvimento entre os tratamentos, com diferenças nas fases de botão floral (estádio 1) (Figura 4A). As flores das plantas submetidas à poda de renovação tiveram valores de AR 8,82% maiores no estágio 1 e 4,14% maiores no estágio 3, quando comparados a poda de limpeza.

Durante o desenvolvimento das flores, as folhas tiveram comportamento semelhante entre os tratamentos testados (Figura 4A). Nota-se que houve uma diferença inicial, sendo que a poda de renovação promoveu incremento de 32,69% nos teores de açúcares redutores das folhas em relação àquelas que receberam a poda de limpeza. No estágio 2, as folhas das plantas do tratamento poda de limpeza tiveram valores de AR superiores a 60,46% em relação ao outro tratamento. No estágio 2, os teores de AR nas folhas das plantas com poda de limpeza foram 18,41% maior comparado àquelas do tratamento poda de renovação.

Os AR nos frutos de pinha foram mais baixo durante as fases de desenvolvimento entre os estádios 1 ao 6, seguido de acréscimo nas próximas fases de maturação (Figura 4B). Os valores de AR foram semelhantes entre os tratamentos de poda até o estágio 7, observando diferenças entre os dois últimos estádios de maturação do fruto. O teor de AR nos frutos do estágio 7 das plantas submetidas a poda de renovação foi de 17,45% maior do que o tratamento poda de limpeza. No estágio de maturação 9, os frutos da poda de limpeza tiveram aumento de 16,05% de AR em relação aos da poda de renovação.



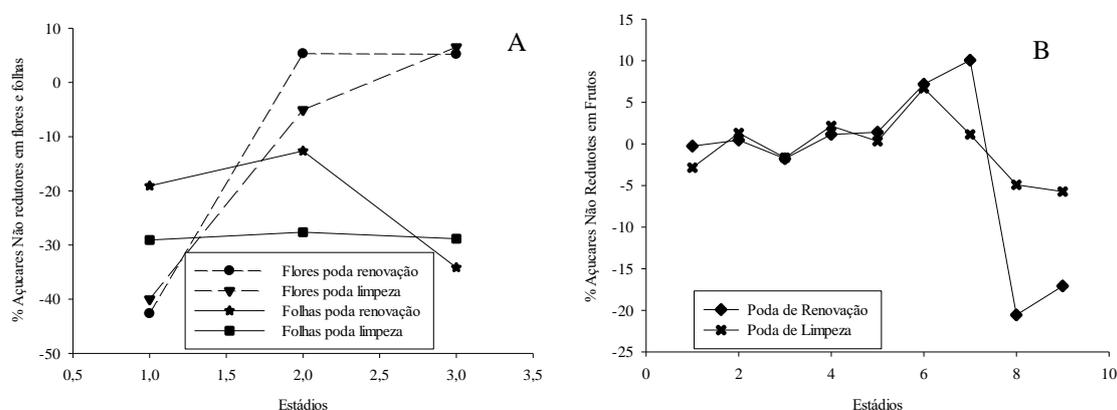
**Figura 4:** Variação nos teores de açúcares redutores ao longo dos estádios de desenvolvimento de flores e folhas (A) e frutos (B) de *Annona squamosa* L. Estádio de flores e folhas 1, 2 e 3. Estádio dos frutos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

#### 4.1.3 Açúcares não redutores (ANR) em flores, folhas e frutos

Os açúcares não redutores em flores e folhas de pinha tiveram resultados distintos ao longo do desenvolvimento (Figura 5A). Observa-se que os teores de ANR foram negativos nas flores durante o estágio 1 (botão floral) nos dois tipos de poda. No entanto, houve aumento nos teores nos próximos estádios, onde as flores das plantas submetidas a poda de renovação alcançaram valores positivos nos estádios 2 e 3 (4,31 e 10,14%, respectivamente). Comportamento diferente ocorreu nos ANR das flores da poda de limpeza, sendo os valores negativo no estágio 2 e positivo no estágio 3 (6,52%).

Os teores de ANR nas folhas de pinha durante os três estádios de desenvolvimento das flores tiveram valores negativos independentemente do tipo de poda utilizado (Figura 5A). Ou seja, esse tipo de açúcar não tem valores significativos nas folhas durante esses estádios.

Os teores de açúcares não redutores nos frutos de pinha tiveram comportamento parecido até o estágio 5, valores negativos ou próximos a zero, independentemente do tipo de poda (Figura 5B). A partir deste ponto, os valores aumentaram, alcançando teores próximos a 5% no estágio 6, em ambos os tipos de poda. Observa-se, ainda, que nos frutos da poda de renovação o valor de ANR dobrou no estágio 7 (10%) e, em seguida, teve uma queda brusca, atingindo valores negativos nos últimos dois estádios de maturação. Os frutos da poda de limpeza tiveram queda brusca nos valores de ANR a partir do estágio 6, também alcançando valores negativos nos estádios finais.



**Figura 5:** Variação nos teores de açúcares não redutores ao longo dos estádios de desenvolvimento de flores e folhas (A) e de frutos (B) de *Annona squamosa* L. Estádios de flores e folhas: Estádio de flores e folhas 1, 2 e 3. Estádio dos frutos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

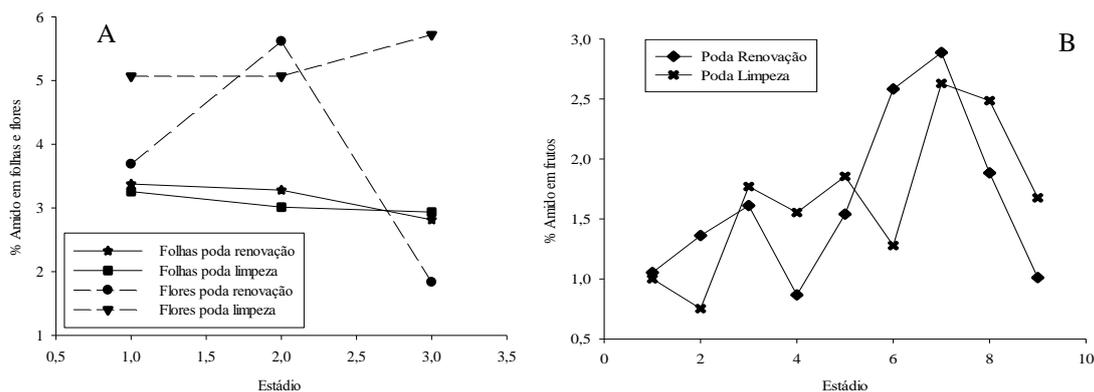
#### 4.1.4 Amido em flores, folhas e frutos

Observa-se comportamento distinto para os teores de amido nas flores de pinha entre os tratamentos de poda testados (Figura 6A). No estágio de desenvolvimento inicial (estádio 1), os botões florais das plantas tratadas com a poda de limpeza apresentaram valores de amido 25,17% superiores àquelas submetidas a poda de renovação. No estágio 3, as flores desse mesmo tratamento continuaram com os maiores teores, alcançando quase 6% de amido, as flores das pinhas com poda de renovação tiveram valores abaixo de 2%.

Durante o desenvolvimento das flores, os teores de amido nas folhas de pinha tiveram comportamento semelhante, independentemente do tipo de poda adotado (Figura 6A). No estágio de botão floral, as folhas de pinha tiveram quase 3,5% de amido, sendo

que esses teores foram reduzindo a medida que as flores se desenvolviam, alcançando valores próximos a 3% no estágio 3, nos dois tratamentos de poda.

O teor de amido nos frutos de pinha apresentou diferença no comportamento ao longo do crescimento e desenvolvimento (Figura 6B). Observa-se que entre os tratamentos, as plantas submetidas a poda de renovação tiveram maior teor de amido no estágio inicial de crescimento do fruto (estádio 2), apresentando valor superior a 32,17% quando comparado à poda de limpeza. No estágio 4, os frutos das plantas da poda de limpeza tiveram 78,16% mais amido do que aqueles da poda de renovação. Acompanhando o crescimento e o desenvolvimento do fruto, observa-se que no estágio 7 os frutos das plantas submetidas a poda de renovação apresentaram teores de amido 32,44% superior aos submetidos a poda de limpeza. A partir desse estágio, os frutos de ambos os tratamentos tiveram queda brusca nos teores de amido, alcançando no estágio final valores próximos a 1,7% e 1,0%, respectivamente, poda de limpeza e de renovação.



**Figura 6:** Variação nos teores de amido ao longo dos estádios de desenvolvimento de flores e folhas (A) e de frutos (B) de *Annona squamosa* L. Estádios de flores e folhas: Estádio de flores e folhas 1, 2 e 3. Estádio dos frutos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

#### 4.2 Caracterização dos frutos de pinha em três estádios de desenvolvimento.

Analisando os dados da Tabela 3, verifica-se que houve efeito significativo do fator isolado “tipo de poda (P)” para as variáveis comprimento, peso, sólidos solúveis, pH, relação SS/ATT e ângulo hue. O fator “estádio de maturação (E)” teve significância isolada para as variáveis comprimento, sólidos solúveis e relação SS/ATT. A interação entre os fatores (tipos de poda X estágio de maturação) foi significativa apenas para as variáveis sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/ATT. As variáveis diâmetro, luminosidade e croma dos frutos de pinha não foram afetadas pelos fatores individuais e nem pela a interação dos fatores.

**Tabela 3:** Resumo da análise de variância dos atributos físico-químicos (comprimento, diâmetro, peso, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação SS/AT, luminosidade e ângulos hue e croma) dos frutos de pinha após a colheita 2017/2018.

Fontes de variação	GL	COMP (mm)	DIAM (mm)	PESO (g)	SS (°Brix)	pH
<b>Tipos de poda (P)</b>	1	600.00**	33.70 <sup>ns</sup>	17066.70**	131.91**	2.85**
<b>Estádios de maturação (E)</b>	2	229.13**	76.75 <sup>ns</sup>	3000.80 <sup>ns</sup>	1369,60**	0,18 <sup>ns</sup>
<b>P x E</b>	2	77.41 <sup>ns</sup>	50.70 <sup>ns</sup>	2230.40 <sup>ns</sup>	17,34*	0,10 <sup>ns</sup>
<b>C.V. (%)</b>		8.83	8.44	16.24	15.74	8,29
Fontes de variação	GL	AT (% ac. cít.)	SS/AT	L*	Hue	Croma
<b>Tipos de poda (P)</b>	1	0.01 <sup>ns</sup>	133.54**	0.08 <sup>ns</sup>	45.82*	1.21 <sup>ns</sup>
<b>Estádios de maturação (E)</b>	2	0,00 <sup>ns</sup>	1366.54**	3.16 <sup>ns</sup>	5.75 <sup>ns</sup>	20.28 <sup>ns</sup>
<b>P x E</b>	2	0,01*	16.95*	3.63 <sup>ns</sup>	12.88 <sup>ns</sup>	13.94 <sup>ns</sup>
<b>C.V. (%)</b>		31,74	15.91	8.59	2.97	17.75

\*Significativo a 5%; \*\*Significativo a 1%; <sup>ns</sup>Não significativo; CV: coeficiente de variação; Ângulo hue° 1 (0°=vermelho, 90°=amarelo, 180°=verde, 360°=azul).

#### 4.2.1 Desdobramento da interação tipos de poda X estádios de maturação

Analisando o efeito dos tipos de poda dentro de cada estágio de maturação, verifica-se que a variável sólidos solúveis (SS) foi significativa apenas para os frutos dos estádios mais maduros (Tabela 4), sendo que os frutos submetidos a poda de limpeza tiveram teores de SS significativamente maiores, atingindo 13,39 e 25,89 °Brix, respectivamente, nos estádios de maturação 2 e 3.

Para os resultados da variável acidez total (AT), houve diferença significativa apenas no estágio de maturação 3 (E3). Os frutos do fator poda de renovação teve valor superior de 0,16 em relação a poda de limpeza com valor de 0,12.

Na relação sólidos solúveis totais (SS) e acidez total (AT) não houve diferença significativa entre os tipos de poda para o estágio 1 (E1). Nos estádios 2 e 3 apresentou significância entre os tipos de poda. A poda de limpeza e renovação obtiveram maiores valores de 13,26 e 25,77 comparado ao tratamento poda de renovação (Tabela 4).

**Tabela 4:** Valores médios do desdobramento da interação tipos de poda (renovação e limpeza) X estádios de maturação (E1 de vez, E2 semi maduro e E3 maduro), para as variáveis sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT

TIPOS DE PODA	ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO		
	E1	E2	E3
	<i>Sólidos Solúveis (°Brix)</i>		
Renovação	7,23aB	8,44bB	22,50bA
Limpeza	8,28aC	13,39aB	25,89aA
	<i>Acidez Titulável (% ácido cítrico)</i>		
Renovação	0,14aAB	0,10aB	0,16aA
Limpeza	0,11aA	0,12aA	0,12bA
	<i>Relação SST/ATT</i>		
Renovação	7,09aB	8,34bB	22,34bA
Limpeza	8,17aC	13,26aB	25,77aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando os três estádios de maturação dos frutos dentro de cada tipo de poda, observa-se que houve diferença entre as médias para a variável sólidos solúveis (Tabela 4). Nas plantas de pinha submetidas ao tratamento poda de renovação é verificado que o valor de SS foi maior nos frutos do estágio 3 (22, 50 °Brix) e este diferiu dos outros dois estádios de maturação. Enquanto nas plantas da poda de limpeza houve diferença entre os teores de SS em cada estágio, sendo o maior valor encontrado nos frutos mais maduros (E3), seguido do E2 e E1, respectivamente, 25,89; 13,39; e 8,28 °Brix.

Observa-se na variável acidez total (AT) que ocorreu diferença significativa apenas entre os estádios 1 e 3 (14% e 16%) em frutos das plantas que receberam a poda de renovação (Tabela 4). Para os frutos das plantas que receberam poda de limpeza, não diferiram estatisticamente entre os estádios de maturação, sendo observado numericamente menor valor no estágio 1 (11%).

Os resultados obtidos na relação sólidos solúveis e acidez total (SS/AT) foram estatisticamente diferentes entre os estádios de maturação para ambos os tipos de poda. Observa-se que na poda de renovação os estádios 1 e 2 (E1 7,09% e E2 8,34%) diferem estatisticamente do 3 (E3 22,34%). Enquanto os frutos das plantas que receberam o tratamento poda de limpeza diferem estatisticamente entre si dentro dos 3 estádios de maturação, 8,17; 13,26 e 25,77 respectivamente.

#### 4.2.2 Fator de variação tipos de poda

Observa-se diferença entre os tipos de poda para o comprimento dos frutos de pinha, sendo que as plantas que foram submetidas a poda de renovação tiveram valor significativamente maior, atingindo 77,49 mm (Tabela 5).

Os valores obtidos para diâmetro do fruto não diferiram significativamente entre os tipos de poda, no entanto numericamente o tratamento poda de renovação teve valor de 81,53mm comparado ao diâmetro dos frutos das plantas que receberam a poda de limpeza (Tabela 5). Observando os valores de peso dos frutos entre os tipos de poda, nota-se que o tratamento poda de renovação apresentou valor significativamente superior de 252,26 gramas.

Para os atributos químicos dos frutos, foi observado que as plantas que receberam a poda de limpeza obtiveram valor significativo de 15,85 superior comparado ao tratamento poda de renovação. O contrário ocorreu nos valores de pH, sendo os frutos da poda de renovação diferindo estatisticamente (7,03) da poda de limpeza. Na variável acidez total (AT) não ocorre diferença significativa entre os tratamentos. Enquanto para a variável relação SS/AT os tratamentos diferiram entre si, tendo-se a poda de limpeza com valor superior de 15,73% maior comparado aos frutos da poda de renovação (Tabela 5).

A cor dos frutos da variável luminosidade (L) e croma, não diferem estatisticamente entre os tratamentos poda de renovação e limpeza. Contrário ocorre para a variável do ângulo hue, em que há diferença significativa entre os tratamentos, sendo a poda de renovação apresentando maior valor (99,13) comparado aos frutos das plantas que receberam a poda de limpeza (Tabela 5).

**Tabela 5:** Atributos físico-químicos (comprimento, diâmetro, peso, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação SS/AT, luminosidade e ângulos hue e croma) dos frutos de pinha submetidos aos dois tipos de poda

TIPOS DE PODA	COMP (mm)	DIAM (mm)	PESO (g)	SS (°Brix)	pH
Renovação	77.49a	81.53a	252.26a	12,72b	7,03a
Limpeza	70.82b	79.95a	216.70b	15,85a	6,57b
TIPOS DE PODA	AT (% ác. cít.)	SS/AT	L*	Hue	Croma
Renovação	0,14a	12.59b	48.13a	99.13a	25.61a
Limpeza	0,12a	15.73a	48.06a	97.29b	25.31a

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

### 4.2.3 Fator de variação estádios de maturação

Ao analisar os estádios de maturação dos frutos, verifica-se que houve diferença estatística entre estes na variável, comprimento do fruto (Tabela 6). O fruto mais verde (estádio 1) teve maior comprimento (78,24 mm) do que os outros dois estádios, sendo esta diferença significativa. Enquanto que, os frutos dos estádios 2 e 3 (mais maduros) não diferiram quanto aos valores de comprimento do fruto.

Nos resultados de sólidos solúveis (SS) observa-se diferença significativa entre os estádios de maturação dos frutos (Tabela 6). No estágio de maturação 3 (E3), fruto totalmente maduro o valor de sólidos solúveis chegou a 24,20. Não houve diferença estatística para a acidez total (AT) entre os estádios.

Observa-se que na relação sólidos solúveis e acidez total (SS/AT) os estádios de maturação dos frutos diferiram estatisticamente entre si, sendo que o estágio 1 (E1) apresentou valor de 7,63; E2 de 10,80 e E3 de 24,01 respectivamente.

**Tabela 6:** Atributos físico-químicos (comprimento, diâmetro, peso, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação SS/AT, luminosidade e ângulos hue e croma) dos frutos de pinha submetidos aos três estádios de maturação

Estádios de maturação	COMP (mm)	DIAM (mm)	PESO (g)	SS (°Brix)	pH
1	78.24a	83.12a	246.33a	7,76	6,90 <sup>a</sup>
2	72.55b	79.66a	236.39a	10,92	6,82 <sup>a</sup>
3	71.67b	79.43a	220.72a	24,20	6,70 <sup>a</sup>
Estádios de maturação	AT (% ác. cít.)	SS/AT	L	Hue	Croma
1	0,13a	7.63	47.77a	98.86a	24.31 <sup>a</sup>
2	0,12a	10.80	48.57a	97.84a	25.67 <sup>a</sup>
3	0,14a	24,01	47.94a	97.94a	26.40 <sup>a</sup>

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

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 Carboidratos em pinha

#### 5.1.1 Teores de AST em flores, folhas e frutos

Os açúcares solúveis totais em flores de pinha tiveram aumento ao longo dos estádios de desenvolvimento conforme as pétalas amadureciam (passava de verde para amarelo e de amarelo para marrom), nas folhas os teores foram caindo conforme os estádios das flores avançavam (Figura 3). Esse comportamento é resultado da relação fonte-dreno (locais onde os fotoassimilados são produzidos e utilizados). De acordo com

Mesa et al. (2016), ao longo do desenvolvimento vegetativo as árvores têm uma ordem de prioridade baseada na força de diferentes drenos que seriam as folhas jovens, ápices caulinares e raízes, enquanto na fase reprodutiva flores e frutos se tornam dominantes.

Nos frutos de pinha, os AST foram maiores em plantas submetidas ao tipo de podas de renovação durante os estádios de desenvolvimento (Figura 3). Resultados semelhantes ao do presente trabalho foram obtidos por Kumar et al. (2010), que concluíram que a poda de renovação diminuiu a quantidade de frutos por planta, mas aumentou o teor de açúcares dos mesmos. De acordo com Gonzaga Neto et al. (1997), plantas que produzem menores quantidades de frutos tem maior qualidade. A redução do número de drenos vegetativos e reprodutivos, por sua vez pode originar um tamanho maior de frutos (MARCHI, 2018).

O desenvolvimento dos frutos é um dreno influente de carboidratos. Os níveis de açúcares solúveis e ácidos orgânicos são fatores importantes na determinação da qualidade sensorial da fruta madura (DUGALIC et al., 2014).

Comparando as médias durante os estádios fenológicos de flores, folhas e frutos (Figura 3), o teor de AST (glicose + frutose + sacarose) foram maiores no tratamento poda de renovação. Provavelmente porque as plantas que foram submetidas a poda de renovação, apresentavam menos ramificações, menor quantidades de flores e frutos, resultando em menor competição na relação fonte-dreno.

A importância de vários drenos pode mudar durante o desenvolvimento da planta; já que durante o crescimento vegetativo, os ápices das raízes e brotações são os principais drenos, enquanto no desenvolvimento reprodutivo as flores e frutos se tornam os drenos principais (TAIZ; ZEIGER, 2013). As folhas maduras (órgãos fonte), devido à sua alta atividade fotossintética, distribuem os fotoassimilados para suprir os órgãos drenos (flores e frutos) (ARAYA; NOGUCHI; TERASHIMA, 2006).

### **5.1.2 Teores de AR em flores, folhas e frutos**

Os resultados para os teores de açúcares redutores em folhas, flores e frutos demonstraram que o tratamento poda de limpeza obtiveram valores superiores em relação ao tratamento poda de renovação durante os estádios fenológicos (Figura 4).

Os teores de açúcares redutores (glicose e frutose) nas flores de pinha reduziram a partir do estágio 1, sendo que quando suas pétalas se encontravam marrom,

que caracteriza o fim do florescimento, eles estavam com baixos valores (Figura 4). Enquanto que, nesses mesmos períodos de desenvolvimento, os açúcares redutores nas folhas apresentaram maiores valores comparados as flores.

Durante o amadurecimento dos frutos, os polissacarídeos (amido, celulose, hemicelulose e pectinas) começam a se degradar para açúcares simples, monossacarídeos (hexoses, glicose e frutose) e, portanto, a doçura dos frutos aumenta (YAHIA; CARRILLO-LÓPEZ; BELLO-PEREZ, 2019). Fato observado nos resultados para açúcares redutores nos frutos de pinha, a partir do estágio 7, momento no qual o fruto entra na maturação fisiológica, começa a degradação da sacarose. A pinha, por ser um fruto climatérico, apresenta mudanças consideráveis nas concentrações de açúcares solúveis, as quais ocorrem durante a fase de maturação. Segundo Chitarra; Chitarra (2005), este conteúdo continua aumentando durante o período pós-colheita e armazenamento, mas diminuindo em frutos maduros devido à atividade respiratória que promove a degradação dos polissacarídeos. Cerca de 100% dos teores de açúcares solúveis totais nos estádios iniciais de desenvolvimento dos frutos é contribuídos por açúcares redutores e nos estádios de maturação fisiológica a sacarose pode chegar até 50% divididos entre glicose e frutose (YAHIA; CARRILLO-LÓPEZ; BELLO-PEREZ, 2019).

### **5.1.3 Teores de ANR em flores, folhas e frutos**

Os resultados para flores e folhas (Figura 5) mostram que no estágio 1 o tratamento poda de renovação causou maiores valores, enquanto nos estádios 2 e 3 o tratamento poda de limpeza promoveu maiores valores. As flores para ambos os tratamentos tiveram aumento de ANR conforme os estádios avançavam, o contrário ocorreu para as folhas. Estes resultados demonstram que a sacarose das folhas (fonte) próximas a essas flores (drenos) foi translocada para as mesmas, suprindo sua demanda.

Enquanto para os frutos (Figura 4), durante os estádios de desenvolvimento, ambos os tratamentos causaram o mesmo comportamento. No estágio de maturação (7) o fruto foi retirado da planta mãe e os teores de açúcares não redutores caíram para ambos os tratamentos, no entanto o tratamento poda de renovação apresentou valor negativo maior comparado a poda de limpeza. Possivelmente, isso ocorreu devido ao aumento da sacarose nos estádios de maturação fisiológica, havendo o acréscimo adocicado da fruta.

Os teores de glicose, frutose e sacarose no metabolismo dos carboidratos são influenciados por variações climáticas sazonais, à medida que o estágio avança ocorre mudanças nos metabólitos em ambos os órgãos, fonte e dreno, os quais influenciam na qualidade dos frutos (BERUTER; FEUSI; RUEDI, 1997). O amadurecimento dos frutos de pinha no presente trabalho ocorreu no período de chuva e alta umidade (entre os meses de dezembro a fevereiro), o que favoreceu o incremento de açúcares

### **5.1.1 Teores de amido em flores, folhas e frutos**

Durante o desenvolvimento dos estádios fenológicos, flores, folhas e frutos requerem nutrientes e energia. As condições do ambiente determinam as variações na capacidade de produção de assimilados e na absorção de nutrientes. Para Chesney; Varquez, (2007), a poda afeta os processos de fotossíntese e a síntese de carboidratos não estruturais, sendo que a energia para o crescimento das árvores provem das reservas destes, principalmente o amido. Foi observado neste trabalho que a poda de limpeza promoveu o armazenamento de amido durante a maior parte dos estádios fenológicos (Figura 6), possivelmente pelo fato que as plantas que receberam a poda de renovação consumiram mais reservas para o crescimento estrutural da planta (desenvolvimento dos ramos vegetativos secundários).

O amido é sintetizado em cloroplastos e amiloplastos pelas enzimas ADP-glicose-pirofosforilase, assim, torna-se um composto importante nos processos metabólicos e no crescimento de flores, folhas e frutos (PALLARDY, 2007). O fruto acumula amido durante o crescimento até a maturação e, a partir do amadurecimento, ele é degradado, estes fenômenos são importantes porque aumentam os teores de açúcares, proporcionando a doçura associada com o sabor do fruto maduro (YAHIA; CARRILLO-LÓPEZ; BELLO-PEREZ, 2019). A doçura é um dos atributos de qualidade mais importante nos frutos, afetando o sabor e a qualidade final do produto.

Entender o papel da poda no aumento da disponibilidade de carboidratos para os órgãos dreno é importante para aumentar a qualidade do fruto. A maior intensidade da poda de renovação pode ocasionar atraso na frutificação, pois a reserva de carboidratos nestas plantas será utilizada para o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (SOUZA, 1986). Portanto, observa-se no presente trabalho que a poda de renovação bem como a de

limpeza afetaram a distribuição dos carboidratos ao longo dos estádios de crescimento e desenvolvimento dos órgãos analisados.

## **5.2 Qualidade pós-colheita em frutos de pinha**

### **5.2.1 Interação entre os fatores tipos de poda X estádios de maturação**

Observa-se que durante o amadurecimento da pinha, o teor de sólidos solúveis aumentou para ambos os fatores, tipos de poda e estádios de maturação (Tabela 4). Resultados semelhantes foram registrados por Medeiro et al. (2009) em frutos de atemoia, onde foi observado aumento no teor de SS de 18,17, entre os dois estádios 1 e 3 da fruta.

Estudos destacam-se que o acúmulo de acidez é comum em algumas anonáceas (WILLS et al., 1998). De acordo com Chitarra; Chitarra (2005), a acidez do fruto, geralmente, tende a diminuir por causa da utilização de ácidos orgânicos na atividade respiratória, que é intensa com o avanço do crescimento e o amadurecimento do fruto. A acidez é um dos critérios utilizados para a classificação da fruta pelo sabor.

### **5.2.2 Fator individual tipos de poda**

Foi observada uma redução no comprimento dos frutos e diâmetro entre os estágios de maturação, o que pode ser relacionado com a degradação de constituintes celulares e seus estoques, ocasionando a redução da polpa e o aumento no teor de sólidos solúveis, respectivamente, como observado na tabela 3. A quantidade de frutos por planta afeta no crescimento e tamanho final dos mesmos e as variações no tamanho final do fruto está relacionada com os processos do dreno durante o período de divisão celular e a taxa de crescimento do fruto durante a expansão celular (VALANTIN MORINSON et al., 2006).

Resultados encontrados mostram que os frutos das plantas que receberam a poda de renovação obtiveram maior peso comparado aos frutos do tratamento poda de limpeza (Tabela 5). A diferença no peso dos frutos para cada tipo de poda está relacionada ao número produzido por planta, já que a menor quantidade pode induzir a planta a produzir frutos maiores (GONZAGA NETO et al., 1997).

Os teores de sólidos solúveis neste trabalho foram maiores nos frutos das plantas submetidas à poda de limpeza (15,85), diferindo-se do tratamento poda de renovação. Essa diferença significativa pode estar associada à área foliar da planta, pois

as plantas submetidas a poda de limpeza apresentavam maior área foliar. Os frutos provenientes de plantas que receberam a poda de limpeza, provavelmente, receberam maior quantidade de fotoassimilados que foram direcionados para o crescimento e maturação dos frutos, o que proporcionou a elevação dos valores de sólidos solúveis na polpa dos frutos. O teor de SS é uma das principais características de sabor dos frutos, tornando-se um dos parâmetros indicadores de qualidade dos frutos e de seus subprodutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os valores de pH neste trabalho foram significativos para os tipos de poda, (Tabela 5). Resultados contrários foram encontrados por Villa et al. (2014), avaliando a de renovação em amoreira, verificaram que esse tipo de poda não alterou o valor de pH dos frutos, mas melhorou o teor de sólidos solúveis obtendo diferença significativa. Os mesmos autores concluíram ainda que, os melhores resultados foram obtidos com a poda convencional, já que na poda drástica a planta teve que consumir suas reservas para o desenvolvimento vegetativo.

De acordo com os resultados obtidos para variável SS/AT, o tratamento poda de limpeza originou maiores valores, confirmando que o fruto de pinha constitui dreno intenso e que esse tipo de poda elevou a relação fonte: dreno na planta, possivelmente pelas plantas apresentarem frutos menores aumentando a concentração de açúcar dos mesmos.

### **5.2.3 Fator individual estádios de maturação**

Foi observada redução no comprimento dos frutos entre os estádios de maturação (Tabela 6), o que pode estar relacionado com a degradação de constituintes celulares e seus estoques, ocasionando a redução da polpa e o aumento no teor de sólidos solúveis.

Resultados semelhantes com os dados apresentados neste trabalho, foram registrados por Medeiro et al. (2009), observaram o aumento no teor do SST em frutos de atemoia entre os dois estádios da fruta, ° Brix 18,17 respectivamente. Resultados encontrados por Azzolini; Jacomino; Bron (2004) demonstraram que não houve diferenças significativas em relação à intensidade da coloração (croma) entre os três estádios na colheita em goiabas 'PEDRO SATO', o SS e AT diferiram dos estádios 1 e

3, a relação entre estas variáveis (SST/ATT) foi um índice que diferenciou os três estádios de maturação.

Entre os estádios de maturação inicial e final do fruto ocorrem diferentes reações químicas, causando alterações nas estruturas celulares e degradação das reservas de energia. A diminuição do pH durante o amadurecimento de frutos de pinha foi observada por Bolivar-Fernandez et al. (2009). Resultados contrários foram encontrados neste trabalho, em que o pH não diferiu estatisticamente entre os fatores estádios de maturação. Possivelmente pelo pH em *A. squamosa* não apresentar pH em meio ácido durante o seu desenvolvimento.

Verificou-se que, conforme os estádios de desenvolvimento avançaram, ocorreu acréscimo na relação SS/AT. Diante dos resultados deste trabalho o tratamento poda de limpeza teve maior valor comparado a poda de renovação, uma explicação seria pelo fato de as plantas submetidas a poda de renovação ter gastado mais fotoassimilados para o desenvolvimento estrutural, afetando negativamente os frutos. No entanto, os autores Pereira et al. (2003) afirmam que a poda promove o rápido crescimento, aumentando a área foliar (fonte) resultando no acréscimo de mais fotoassimilados translocados para os frutos (drenos).

De acordo com os dados obtidos neste trabalho, os teores de SS/AT (Tabela 6) aumentaram conforme o avanço dos estádios e maturação indicando a degradação da sacarose e amido conforme o fruto amadurece 100%, aumentando o sabor adocicado da pinha. É observado que o fruto colhido na maturidade fisiológica tem aumento na atividade respiratória nos dois primeiros dias após a colheita, este processo é provocado pela síntese do hormônio do amadurecimento denominado de etileno (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Além disso, mudanças na cor, textura, sabor e aroma da maioria dos frutos durante o amadurecimento são associados ao climatério respiratório.

## CONCLUSÃO

- A poda de renovação aumenta os teores de AST, ANR e amido em frutos e flores de *A. squamosa*.
- A poda de limpeza promove maiores teores de AR em flores e frutos de *A. squamosa*.

- As plantas de *A. squamosa* submetidas a poda de renovação melhora a qualidade pós-colheita dos frutos de pinha.

## REFERÊNCIAS

- ÁLVARES, V. S.; BRAGA, L. R.; MAIA, V. M.; SALOMÃO, L. C. C.; BRUCKNER, C. H.; RUIZ, G. A. C. Desenvolvimento do pêssego ‘Rei da Conserva’ em Viçosa-MG. **Revista Ceres**, v. 52, n. 294, p. 275-283, 2004.
- ALVES, J. E.; LIMA, B. M.; CARVALHO, B. E. J.; BORGES, L. A. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 107-130, 2004
- ANDRIOLO, J. L.; FALCÃO, L. L. Efeito da poda de folhas sobre a acumulação de matéria seca e sua repartição para os frutos do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 75-83, 2000.
- AZZOLINI, M.; PEDRO, A.; URBANO, I. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. v n. 1, p. 139–145, 2004.
- BERUTER, J.; FEUSI, M. E. S.; RUEDI, P. Sorbitol and sucrose partitioning in the growing apple fruit. **Journal of Plant Physiology**. v. 151, n. 3, p. 269–276, 1997.
- BOLIVAR-FERNANDEZ, N., SAUCEDO-VELOZ, C., SOLIS-PEREIRA, S., SAURIDUCH, E.; Ripening of sugar apple fruits (*Annona squamosa* L.) developed in Yucatan, Mexico. *Agrociência*. v. 43, p. 133–141. 2009.
- BORBA, M. R. C.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A. Teores de carboidratos em pessegueiros submetidos a diferentes intensidades de poda verde em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 27, n. 1, p. 68-72, 2005.
- BORGES L, A.; SOUZA, S, L. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 279. 2004.
- CAVALCANTE, I. H. L. et al. Seleção preliminar de genótipos de pinheira em Bom Jesus-PI. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 173-181, 2011.
- CALBO, G. C.; MORETTI, C. L.; HENZ, G. H. **Respiração de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2007. p. 10. (Comunicado técnico, 46).
- CALLE, Z. et al. Seasonal variation in daily insolation induces synchronous bud break and caquizeiro. Piracicaba: ESALQ/USP. (Série Produtor Rural 23). 35p. 2003.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. rev. e ampliada – Lavras: UFLA, 785p, 2005.
- CHIBBAR, R.; JAISWAL, S., GANGOLA, M.; **Carbohydrate Metabolism**, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada, Elsevier Ltd. All rights reserved, p.1-13, 2016.
- CRANE, J.H., BALERDI, C.F., MAGUIRE, I.; Sugar apple growing in the Florida homelandscape. **In: Horticultural Sciences Department Fact Sheet**. p. 9. 2005.

CORDEIRO, R. C. M.; PINTO, Q. C. A.; RAMOS, V. H. V.; **O cultivo da pinha, fruto do conde ou ata do Brasil**. Embrapa Cerrados. n. 9. p. 52. 2000.

CLAIR-MACZULAJTYS, D.; SARTHOU, C.; BORY, G. Effects of pruning on carbohydrate distribution in the trunk of sweet cherry (*Prunus avium* L.). **Scientia Horticulturae**. v. 59, n. 1, p. 61–67, 1994.

CRUZ, M.C.M.; SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; CECOM, P. R.; SANTOS, D. Teores de carboidratos em limeiras ácidas ‘Tahiti’ tratadas com paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 29, n. 2, p. 222-226, 2007.

DIAS, N. O. et al.; Influência da poda de produção em ramos de diferentes diâmetros no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 100-103, 2003.

DONADIO, L.C., NACHTIGAL, J.C., Sacramento, C.K. **Frutas Exóticas**. Jaboticabal: Funep. 279p. 1998.

DUARTE FILHO, J. et al. Principais variedades de abacateiros. **Abacate: aspectos técnicos da produção**. São Paulo: Cultura Acadêmica, p.25-36. 2008.

DUARTE, T. da S.; PEIL, R. M. N. Relações fonte:dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. **Horticultura Brasileira**. v. 28. n. 3, p. 342-347, 2010.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**. v.28, p.350-356, 1956.

DUGALIC, K. et al. Composição de sorbitol e açúcar em frutos de ameixa influenciados pelas condições climáticas. **Revista de Ciência e Tecnologia Agrícola**. v. 16, n. 5, p.1145-1155, 2014.

EVERARD, J. D.; LOESCHER, W. H. **Primary products of photosynthesis, sucrose and other soluble carbohydrates**. Second ed Everard, v. 2, p. 714–724, 2016.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: UFPel. v. 3, p.183. 2008.

FALCÃO, M.A.; CLEMENT, C.R.; GOMES, J.B.M. Fenologia e produtividade da sorva (*Couma utilis* (Mart.) Muell. Arg.) na Amazônia Central. **Acta botânica brasilica**, v.17, n.4, p. 541-547, 2003.

FAUST, M. Physiology of temperature zone fruit trees. New York: **John Wiley and Sons**, 338p. 1989.

FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L.M. Fenologia de flowering in the tropics. **Trees**, v.24, p.865–877, 2010.

FREITAS-SILVA, O.; SOUZA, A. M.; OLIVEIRA, E. M. M. **Potencial da ozonização no controle de fitopatógenos em pós-colheita.** In: Luz, W. C. da. (org.). Revisão anual de patologia de plantas. 1.ed. Passo Fundo: Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, v.21, p.96-130. 2013.

FISCHER, G.; ULRICHS, C.; EBERT, G. Contents of non-structural carbohydrates in fruiting cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) plants. **Agronomia Colombiana**, v. 33, n. 2, p. 155–163, 2015.

GONZAGA NETO, L.; LEODIDO, J.M.C.; SILVA, E.E.G. Raleamento de frutos da goiabeira cv. Rica em Juazeiro, BA, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.1281-1286, 1997.

HACK, H.; BLEIHOLDER, H.; BUHR, L.; MEIER, U.; SCHNOCK-FRICKE, U.; WEBER, E.; WITZENBERGER, A. Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien- mono- und dikotyler Pflanzen- Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein Nachrichtenbl. **Deut. Pflanzenschutzd.** v. 44, p. 265-270, 1992.

HADLICH, E.; MARODIN, G.A.B.; Poda e condução do pessegueiro e da ameixeira. In: MONTEIRO, L.B. et al. **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica.** Curitiba: UFPR, 97-118 p, 2004.

İKINCI, A.; KUDEN, A.; BEKIR, E. A. Effects of summer and dormant pruning time on the vegetative growth, yield, fruit quality and carbohydrate contents of two peach cultivars. **African Journal of Biotechnology**. v. 13, n.1, p. 84-90, 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz; métodos físicos e químicos para análise de alimentos.** 4ª edição, 1ª edição digital. I.A.L., São Paulo. 1020 p. 2008.

KADER, A. A. **Postharvest biology and technology: an overview.** In: Kader, A. A. (ed.), Postharvest technology of horticultural crops. 2nd ed. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Califórnia, Estados Unidos. p.1-8, 1992.

KLUGE, R. A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado.** Pelotas: UFPEL, p. 214, 2002.

KOEPPEN, W. **Climatologia.** Buenos Aires: Panamericana. 478 p. 1948.

KUMAR, M. et al. Effect of pruning intensity on peach yield and fruit quality. **Scientia Horticulturae**. v. 125, n. 3, p. 218–221, 2010.

KUMAR, R., HODA, M.N., SINGH, D.K. Studies on the floral biology of custard apple (*Annona squamosa* Linn). **Indian Journal of Horticulture**. v.34, n.3, p.252-256, 1977.

LEÃO, P.C. DE S., MAIA, J.D.G Aspectos culturais em viticultura tropical uvas de mesa. **Informe Agropecuário**. p. 34-40. 1998.

LIU, K.D., YUAN, C.C., JING, G.X., LI, H.L., LIU, J.X., Identification of phenological growth stages of sugar apple (*Annona squamosa* L.) using the extended BBCH-scale. **Scientia Horticulturae**. v.181, p.76–80, 2015.

LOPEZ, G.; GIRONA, J.; MARSAL, J. Response of winter root starch concentration to severe water stress and fruit load and its subsequent effects on early peach fruit development. **Tree Physiology**. v. 27, p. 1619-1626, 2007.

MARODIN, F. A. et al. Vegetative and productive behavior of kiwifruit ‘Elmwood’ submitted to pruning with different bud loading levels. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.40, n.6, p. 1–10, 2016.

MARCHI, L. F., Poda e raleio da pimenteira para produção e qualidade de frutos. 2018. p.80, Dissertação/fitotecnia, Universidade Federal de São Carlos, Araras.

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

MEIER, U. **Growth stages of mono and dicotyledoneous plants**. New York: Blackwell Science, p.1-204 1997.

MESA, K. et al. Seasonal trends of starch and soluble carbohydrates in fruits and leaves of ‘Abbé Fétel’ pear trees and their relationship to fruit quality parameters. **Scientia Horticulturae**. v. 211, p. 60–69, 2016.

McCready, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; OWENS, H. S. Determination of starch and amylose in vegetables. **Journal of Analytical Chemistry**. v. 22, p. 1156-1158, 1950.

MOTA FILHO, V. J. G. et al. Crescimento, produção e qualidade de frutos de atemoieira ‘Gefner’ submetida a diferentes intensidades de poda. **Ciência Rural**. v. 43, n. 11, p. 1932–1937, 2013.

NAN, L. et al. Maturation of shoots, leaves and fruits of ecolly grape in response to alternative new pruning system and harvesting times in China. **Scientia Horticulturae**. v. 231, p. 108–117, 2018.

OLESEN, T.; MULDOON, S. J. Branch development in custard apple (cherimoya - *Annona cherimola* Miller × sugar apple - *A. squamosa* L.) in relation to tip-pruning and flowering, including effects on production. **Trees - Structure and Function**, v. 23, n. 4, p. 855–862, 2009

OLIVEIRA, C.M.; PRIESTLEY, C.A. Carbohydrate Reserves *in*: deciduous in fruit trees. **Horticultural Review**. v.10, p.403-430, 1988.

PALLARDY, S. G. Carbohydrates. **Physiology of Woody Plants**. chapter 7, Third Edition, p. 199–215, 2008.

PESCIE, M.; BORDA, M.; FEDYSZAK, P.; LÓPEZ, C. Effect of time and intensity of pruning on the yield and fruit quality of southern highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum*) var. O'neal in Buenos Aires province. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**. v.37, p.268-274, 2011.

PEREIRA, F. H. F.; NOGUEIRA, I. C. C.; PEDROSA, J. F.; NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F. Poda da haste principal e densidade de cultivo sobre a produção e qualidade de frutos em híbridos de melão. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 191-196, 2003.

PETRIE, P. R. et al. Pruning after budburst to delay and spread grape maturity. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 23, n. 3, p. 378–389, 2017.

PAREEK, S. et al. Postharvest physiology and technology of Annona fruits. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1741-1751, 2011.

RAHMAN, M.S. **Manual de conservación de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, p.28-37, 2003.

RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J. Phenological growth stages of Feijoa [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret] according to the BBCH scale under tropical Andean conditions. **Scientia Horticulturae**. v. 232, p. 184–190, 2018.

RAMOS, D. P. et al. Épocas de poda na sazonalidade, produção e qualidade dos frutos da goiabeira “Paluma”. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 32, n. 3, p. 909–918, 2011.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; CARVALHO, A. Épocas de poda na sazonalidade , produção e qualidade dos frutos da goiabeira ‘Paluma’. **Semina: Ciências Agrárias** p. 909–918, 2007.

RICHARDSON, A. C. et al. Carbohydrate changes in kiwifruit buds during the onset and release from dormancy. **Scientia Horticulturae**. v. 124, n. 4, p. 463–468, 2010.

ROSSOUW, G. C. et al. Carbohydrate distribution during berry ripening of potted grapevines: Impact of water availability and leaf-to-fruit ratio. **Scientia Horticulturae**. v. 216, p. 215–225, 2017.

RODRIGUES A. et al. Desenvolvimento do pessegueiro ‘Flordaprince’ sob duas intensidades de poda verde. **Bragantia**. v.68, n.3, p. 673-679, 2009.

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. DE; PEREIRA, M. E. C. Desenvolvimento do fruto da lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.) ‘Bengal’. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 28, n.1, p. 11-13, 2006.

SARKHOSH, A.; MCCONCHIE, C.; KHADIVI, A. The effects of different tip-pruning times on flowering, yield, and maturity of two mango cultivars in subtropical climate of Northern Territory (Katherine region) from Australia. **Scientia Horticulturae**. v. 234, p. 140–145, 2018.

SEGANTINI, D. M. **Fenologia, produção e qualidade dos frutos de cultivares de pessegueiro (*Prunus persica* L. Bastch) em São Manuel – SP.** 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SCARPARE FILHO, J.A.; MINAMI, H.; KLUGE, R.A. Intensidade de raleio de frutos em pessegueiros ‘Flordaprince’ conduzidos em pomar com alta densidade de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** v.35, p.1109-1113, 2000.

SILVA, P. M. C.; NEVES, C.; BASTOSA, V. J.; LIMA, C. G. B.; ARAÚJO, K. G.; ROBERTO, S. R. Harvesting period of murici (*Byrsonima crassifolia* Kunth) fruit in relation to physical and chemical parameters evaluated during fruit development. **Scientia Horticulturae.** v. 200, n. 3, p. 66-72, 2016.

SILVA, L. H. A. DA; CORRÊA, A. S. Efeitos do sistema de condução, poda e irrigação na produção do maracujazeiro doce. **Revista Brasileira de Fruticultura.** n. 18, p. 450–453, 2004.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura.** Piracicaba: FEALQ. 760 p. 1998.

VALANTIN MORINSON, M. et al.; Source-sink balance affects reproductive development and fruit quality in cantaloupe melon. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology.** v.8, p. 105-117, 2006.

VILLA, Fabíola et al. Amoras-pretas produzidas em região subtropical, em função de podas, sistemas de condução e número de hastes. **Agrarian.** v. 7, n. 26, p. 521-529, 2014.

VILJEVAC, M. et al. Sorbitol and sugar composition in plum fruits influenced by climatic conditions. v. 16, p. 1145–1155, 2018.

WONGMETHA, ORATHAI; KE, LIH-SHANG; LIANG, YU-SHEN. The changes in physical, biochemical, physiological characteristics and enzyme activities of mango cv. Jinhwang during fruit growth and development. **Wageningen Journal of Life Sciences.** v. 72, p. 7-12, 2015.

WILLS, S. R.; MCGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals.** Chicago: CAB International. 167 p., 1998.

YAHIA, E. M.; CARRILLO-LÓPEZ, A.; BELLO-PEREZ, L. A. **Carbohydrates.** Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables. Chapter 9, p.175-205, 2019.

TAIZ, L., E E. ZEIGER. **Fisiologia vegetal.** 5.ed. Porto Alegre: Artmed, p.952, 2013.