

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**EDVAN COSTA DA SILVA**

***ANNONA SYLVATICA* (A. ST.-HILL) MART: BIOMETRIA DE FRUTOS,  
DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES E POTENCIAL DE USO PARA  
PORTA-ENXERTO**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2021**

**EDVAN COSTA DA SILVA**

***ANNONA SYLVATICA* A. ST. – HILL MART: BIOMETRIA DE FRUTOS,  
DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES E POTENCIAL DE USO PARA  
PORTA-ENXERTO**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fabíola Villa  
Coorientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2021**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Costa da Silva, Edvan

*Annona sylvatica* (A. St.-Hill) Mart: biometria de frutos, desempenho fisiológico de sementes e potencial de uso para porta-enxerto / Edvan Costa da Silva; orientadora Fabíola Villa; coorientador Jean Carlo Possenti. -- Marechal Cândido Rondon, 2022.

64 p.

Tese (Doutorado Campus de Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2022.

1. Araticum. 2. Caracterização de frutos. 3. Vigor de sementes. 4. Enxertia. I. Villa, Fabíola, orient. II. Possenti, Jean Carlo, coorient. III. Título.



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



**PARANÁ**

GOVERNO DO ESTADO

## EDVAN COSTA DA SILVA

*Annona sylvatica* A. St. – Hill Mart.: biometria de frutos, desempenho fisiológico de sementes e potencial de uso para porta-enxerto

Tese apresentada à distância, de forma síncrona e por videoconferência, conforme Resolução nº 052/2020 – CEPE, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADO pela seguinte banca examinadora:

Orientadora - Fabíola Villa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Élcio Silvério Klosowski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Gilberto Costa Braga

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Daniel Fernandes da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Nei Peixoto

Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Vander Mendonça

Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Neumarício Vilanova da Costa

Coordenador Especial do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Marechal Cândido Rondon, 10 de dezembro de 2021

*À minha família e in memoriam, ao meu pai (Edimar Gregório da Silva) e avós (Aldenora Gregório da Silva e Napoleão Samuel da Cruz), que estiveram sempre ao meu lado.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo, principalmente por ter me concedido sabedoria e entendimento, para que eu pudesse ultrapassar todos os obstáculos.

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

À minha orientadora Fabíola Villa e coorientador Jean Carlo Possenti, pelo auxílio, dedicação, todo conhecimento e aprendizado disponibilizado.

Ao Daniel Fernandes da Silva, pelo auxílio e amizade.

A todo o corpo docente e demais funcionários do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA).

Aos meus colegas do Grupo de Estudos em Fruticultura e Floricultura (GEFF), que auxiliaram na execução dos experimentos e pelo companheirismo, digo-lhes, que vocês foram essências nessa grandiosa trajetória. Em especial a Luciana Sabini da Silva, que nos momentos mais difíceis esteve sempre ao meu lado e ao Michel Anderson Masiero, no qual tivemos a oportunidade de dividir aluguel juntos.

Aos amigos Michel (novamente), Fernanda, Jéssica, Noéle, Jordanya, Soraia, “Barra”, Eduardo, Guilherme, Ana, Eunice, que sempre compartilharam a amizade e pelos bons momentos que passamos juntos durante esse tempo. Sintam-se todos agradecidos e abraçados por mim.

Aos meus amigos Erasmo José, Eduardo Olgado, Salvador Torres, Carolina Galvão, Elisvânia França, Natália Arruda, Veralúcia Ribeiro e Ronaldo Arantes, mesmo que distantes, sempre me deram forças para seguir na busca de realizar meus sonhos.

À minha família, minha mãe Nonatília Costa da Silva, irmãos Ediline Costa da Silva, Ediléia Costa da Silva, Edinalva Costa da Silva e Edvar Costa da Silva, por todo amor, apoio e incentivo durante esse período e por sempre acreditarem na minha capacidade de vencer.

Enfim, por todos que me ajudaram, direto ou indiretamente no meu crescimento pessoal e profissional. Obrigado!

*“Todos os nossos sonhos podem se tornar realidade se tivermos a coragem de persegui-los.”*

Walt Disney

## RESUMO

SILVA, Edvan Costa, D. S. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Dezembro - 2021. *Annona sylvatica* (A. St.-Hill) Mart: **biometria de frutos, desempenho fisiológico de sementes e potencial de uso para porta-enxerto**. Orientadora: Profa. Dra. Fabíola Villa. Coorientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti.

As anonáceas cultivadas comercialmente são propagadas por enxertia, porém a obtenção dos porta-enxertos é objetivo de estudo, devido à dificuldade de superação de dormência das sementes e compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto. Objetivou-se caracterizar fisicamente os frutos de *Annona sylvatica* (A. St.-Hill.) Mart, e avaliar o potencial fisiológico de sementes na superação de dormência, além de definir padrões de enxertia em copas comerciais de atemoia. Foi realizada a caracterização física dos frutos e conduzidos 4 experimentos. Para caracterização dos frutos foi realizada coleta de frutos maduros de quatro plantas nativas (acessos A1, A 2, A3 e A4), na Fazenda Experimental, pertencente a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR. Avaliou-se o diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, biomassa do fruto, biomassa do epicarpo, polpa do fruto, número de sementes e massa de 100 sementes. No experimento I: o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 [4 acessos (A1, A2, A3 e A4) x 2 regiões do fruto (proximal e distal) em 500 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>)]. Avaliou-se no 15º dia após a montagem do experimento a primeira contagem de germinação (%), e ao 105º dia a percentagem de germinação (%), índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação (dias). A germinação de sementes de araticum não foi influenciada pelos acessos e posição do fruto. No experimento II: o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 [4 concentrações de ácido giberélico (0, 400, 800 e 1200 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>) x 4 períodos de imersão na solução (0, 8, 16 e 24 h)]. Alta concentração (1.000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>) e maior período de imersão (24 h) em ácido giberélico promove maior germinação de sementes de araticum. Para o experimento III: foi delineado em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 5 [4 acessos x 5 períodos de imersão da semente (0, 18, 20, 22 e 24 h)]. Após 110 dias, avaliaram-se aspectos fisiológicos de emergência e vigor. Existe diferença entre os acessos da espécie, necessário avaliação da mesma antes da coleta, e no presente estudo o acesso A3 é promissor para coletas. O experimento IV: foi delineado em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 [três métodos de enxertia (garfagem em fenda cheia, garfagem em inglês complicado e borbulhia em placa) x três cultivares (African Pride, Thompson e Gefner)]. Aos 60 dias após a enxertia obtiveram-se dados de: percentagem de pegamento (%), percentagem

de brotação (%), número de brotação, número de folhas e comprimento da maior brotação (cm). O método de enxertia por garfagem em fenda cheia é eficiente para a produção de mudas de atemoieira. A cultivar African Pride pode ser enxertada nos porta-enxertos pelos métodos de garfagem fenda cheia e inglês complicado. O porta-enxerto de *Annona sylvatica* tem potencial para a produção de mudas de atemoieira, porém a enxertia por borbulhia em placa não é viável.

Palavras-chave: Araticum. Caracterização de frutos. Superação de dormência. Vigor de sementes. Enxertia.

## ABSTRACT

SILVA, Edvan Costa, D. S. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, December - 2021. *Annona sylvatica* (A. St.-Hill) Mart: **fruit biometry, physiological performance of seeds and potencial use as rootstock**. Advisor: Profa. Dra. Fabíola Villa. Co-Advisors: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti.

The anonaceous cultivated commercially are propagated by grafting, but the obtention of rootstocks is the object of study due to the difficulty of overcoming seed dormancy and compatibility between grafting and rootstock. The aim was to characterize physically the fruits of *Annona sylvatica* (A. St.-Hill.) Mart, and to evaluate the physiological potential of seeds in overcoming dormancy. As well as, to define patterns of grafting in commercial cups of atemoya. The physical characterization of the fruits was performed and 4 experiments were conducted. For characterization of the fruits, ripe fruits were collected from four native plants (accessions A1, A 2, A3 and A4), in the Experimental Farm, belonging to the Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, PR. Longitudinal diameter, transverse diameter, fruit biomass, epicarp biomass, fruit pulp, number of seeds and mass of 100 seeds were evaluated. In experiment I, the experimental design was entirely randomized, in a 4 x 2 factorial scheme [4 accessions (A1, A2, A3 and A4) x 2 regions of the fruit (proximal and distal) in 500 mg L<sup>-1</sup> of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>)]. The first germination count (%) was evaluated on the 15th day after the experiment was set up, and on the 105th day the germination percentage (%), germination speed index and mean germination time (days) were evaluated. The germination of araticum seeds was not influenced by accessions and fruit position. In experiment II: the experimental design was entirely randomized in a 4 x 4 factorial scheme [4 concentrations of gibberellic acid (0, 400, 800 and 1200 mg L<sup>-1</sup> of gibberellic acid GA<sub>3</sub> x 4 periods of immersion in the solution (0, 8, 16 and 24 h)]. High concentration (1,000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>) and longer soaking period (24 h) in gibberellic acid promoted greater germination of araticum seeds. For experiment III: it was designed in randomized blocks in a 4 x 5 factorial scheme [4 accessions x 5 soaking periods (0, 18, 20, 22 and 24 h). After 110 days, physiological aspects of emergence and vigor were evaluated. There is difference between the accessions of the specie, the evaluation of the same before collection is necessary, and in the present study access A3 is promising for collection. The experiment IV: was designed in randomized blocks, in factorial scheme 3 x 3 [three methods of grafting (full-thickness grafting, intricate English grafting and (plate budding) x three cultivars (African Pride, Thompson and Gefner)]. The seedlings were evaluated, at 60

days after the grafting: percentage of settlement (%), percentage of sprouting (%), number of sprouts, number of leaves and length of the longest sprout (cm). The method of grafting by full-thickness budding is efficient for the production of pineapple seedlings. The cultivar African Pride can be grafted onto rootstocks by the full slit and complicated english methods of grafting. The rootstock of *Annona sylvatica* has potential for the production of atemoya seedlings, however grafting by plate grafting is not feasible.

Key-words: Araticum. Fruit characterization. Overcoming dormancy. Seed vigour. Grafting.

**LISTA DE FIGURAS****Artigo II.**

Figura 1. Primeira contagem de germinação (A), germinação (B), índice de velocidade de germinação (C) e tempo médio de germinação (D) de sementes de *Annona sylvatica* em função de concentrações e períodos de imersão em solução de ácido giberélico.....42

Figura 2. Emergência de plântulas (A), índice de velocidade de emergência (B) e tempo médio de emergência (C) de sementes de *Annona sylvatica* em função de acessos e períodos de imersão em solução de ácido giberélico.....44

## LISTA DE TABELAS

### Artigo I.

Tabela 1. Estatística descritiva e dados médios da caracterização física dos frutos de acessos (A1, A2, A3 e A4) de frutos de araticum.....22

Tabela 2. Dados médios de primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de araticum.....27

### Artigo III.

Tabela 1. Resumo da análise de variância contendo os valores do quadrado médio para pagamento do enxerto (PEG), brotação (BRO), número de brotações (NB), número de folhas (NF) e comprimento da maior brotação (CMB), em função de métodos de enxertia (E) e cultivar (C). Unioeste, *Campus Marechal C. Rondon*, PR. 2021.....55

Tabela 2. Dados médios de percentagem de pagamento (PEG) e percentagem de brotação (BRO) dos enxertos de mudas de atemoieira (*Annona squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.), em função de métodos de enxertia e cultivar. Unioeste, *Campus Marechal C. Rondon*, PR. 2021.....56

Tabela 3. Dados médios de número de brotações (NB), número de folhas (NF) e comprimento da maior brotação (CMB) de mudas de atemoieira (*Annona squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.), em função de métodos de enxertia e cultivar. Unioeste, *Campus Marechal C. Rondon*, PR. 2021.....58

**SUMÁRIO**

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>2 ARTIGO 1_ .....</b>	<b>14</b>
<b>3 ARTIGO 2_ .....</b>	<b>37</b>
<b>4 ARTIGO 3_ .....</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSOES GERAIS .....</b>	<b>64</b>

## 1 1 INTRODUÇÃO GERAL

2 A família Annonaceae é constituída aproximadamente por 120 gêneros e mais de 2300  
3 espécies, com quatro gêneros de importância econômica: *Annona*, *Duguetia*, *Uvaria* e  
4 *Asimira*. Neste contexto, apesar de vago conhecimento em relação às anonáceas  
5 comercialmente cultivadas no país, o araticum (*Annona sylvatica* (A. St. – Hill.) Mart.),  
6 nativo do bioma da Mata Atlântica, desde o estado de Pernambuco ao Rio Grande do Sul,  
7 apresenta grande potencial econômico no setor de fruticultura brasileira.

8 No Brasil, plantios comerciais de araticum não são comuns, uma vez que o modelo de  
9 produção predominante se refere ao extrativismo associado à comercialização informal dos  
10 frutos e subprodutos processados artesanalmente. O principal meio de consumo dos frutos se  
11 dá pela produção de sucos, sorvetes e geleias, com grande apreciação das comunidades, o que  
12 revela grande potencial do mesmo, pois além da riqueza nutricional presente na polpa do  
13 fruto, a fração lipídica nas sementes pode ser usada na indústria farmacêutica, alimentícia e na  
14 fabricação de biodiesel.

15 Com base na crescente demanda pela produção de frutas da família Annonaceae,  
16 principalmente a pinha (*Annona squamosa* L.), graviola (*A. muricata* L.), cherimiola (*A.*  
17 *cherimola* Mill) e atemoia (*A. cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.), leva à necessidade de  
18 obtenção de maior conhecimento sobre os aspectos fisiológicos da germinação, visando  
19 fornecer subsídios para a produção de mudas de qualidade para a instalação de novos  
20 pomares.

21 De acordo com alguns autores, a dormência de sementes da espécie, deve-se a  
22 embriões pouco desenvolvidos. O processo germinativo do araticum torna-se difícil, por  
23 apresentar um longo período de dormência, em função de problemas endógenos, que  
24 interferem no desenvolvimento dos órgãos do embrião, além da presença de tegumento duro  
25 nas sementes, fazendo com que o processo de germinação possa levar até 213 dias, mesmo em  
26 condições de viveiro.

27 Desta forma, considerando as limitações da espécie, o método de propagação mais  
28 indicado para as anonáceas comerciais, é a enxertia. O uso da espécie *Annona sylvatica* A. St.  
29 – Hill Mart. como porta-enxerto para as espécies da família Annonaceae fica como sugestão,  
30 sendo que ainda existem lacunas nos estudos sobre *A. sylvatica*, o que ressalta a necessidade  
31 de novos trabalhos relacionados a germinação, temperatura e secagem de semente, condições  
32 de armazenamento, bem como a identificação de possíveis mecanismos de dormência, suas

33 causas e tratamentos de superação, além de métodos de produção de mudas para a utilização  
34 de porta-enxertos e compatibilidade anatômica.

35 Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar fisicamente os  
36 frutos de *Annona sylvatica* (A. St.-Hill.) Mart, e avaliar o potencial fisiológico de sementes na  
37 superação de dormência, além de definir padrões de enxertia em copas comerciais de atemoia.  
38 Para isto, a tese foi dividida em três artigos:

39 No artigo I intitulado “Caracterização física de frutos de araticum e germinação de  
40 sementes em função de acessos e região no fruto.”

41 O artigo II intitulado “Acessos de araticum: ácido giberélico na superação de  
42 dormência em sementes.”.

43 Para o artigo III intitulado “Potencial de espécie nativa de araticum como porta-  
44 enxerto de cultivares de atemoieira, propagada por métodos de enxertia.”

## 2 ARTIGO 1

### **Caracterização física de frutos de araticum e germinação de sementes em função de acessos e posição no fruto**

#### ***Physical characterization of araticum fruits and seed germination as a result of accesses and fruit region***

**Edvan Costa da Silva<sup>1</sup>, Fabíola Villa<sup>2</sup>, Daniel Fernandes da Silva<sup>3</sup>,  
Jean Carlo Possenti<sup>4</sup>, Luciana Sabini da Silva<sup>1</sup>, Tatiane Eberling<sup>1</sup>**

(Elaborado de acordo com as normas da Revista Comunicata Scientiae)

#### **Resumo**

As características físicas dos frutos são de grande importância para identificação e seleção de materiais genéticos superiores, apropriados à comercialização ou uso industrial. Objetivou-se caracterizar fisicamente o fruto de araticum e verificar a influência dos acessos e posição da semente no fruto sob a sua germinabilidade. O trabalho foi desenvolvido na Unioeste, Campus Marechal Cândido Rondon (PR) e conduzido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos, da própria Universidade. Frutos maduros de araticum (*Annona sylvatica*) foram coletados de quatro plantas nativas (acessos A1, A 2, A3 e A4) no mês de fevereiro de 2019, na Fazenda Experimental da Universidade. O trabalho envolveu dois experimentos. O primeiro avaliou características físicas dos frutos e mensurou as variáveis resposta diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, biomassa do fruto, biomassa do epicarpo, polpa do fruto, número de sementes e massa de 100

sementes. No segundo ensaio, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 [4 acessos (A1, A2, A3 e A4) x 2 regiões do fruto (proximal e distal), sendo as sementes submersas em 500 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) por 24 horas], contendo 4 repetições e 25 sementes por repetição. Mensurou as variáveis resposta primeira contagem de germinação (%), percentagem de germinação (%), índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação (dias). Os frutos apresentaram biomassa média de 63,41 g, média de 38 sementes por fruto e polpa do fruto com média de 39,63 g. A germinação de sementes de araticum não foi influenciada pelos acessos e nem pela sua posição no fruto.

**Palavras-chaves:** *Annona sylvatica* (A. St.-Hill) Mart., espécie nativa, pós-colheita, vigor de sementes.

### **Abstract**

The physical characteristics of the fruits are of great importance for the identification and selection of superior genetic materials, appropriate for commercialization or industrial use. Given the above, the objective was to physically characterize the araticum fruit and to verify the influence of accessions and fruit region under seed germination. The work was developed at Unioeste, Marechal Cândido Rondon Campus (PR), and conducted at the University Laboratory of Post-Harvest Technology. Ripe fruits of araticum (*Annona sylvatica*) were collected from four native plants (accessions A1, A2, A3, and A4) at the Experimental Farm of the University in February 2019. As

for the physical evaluation of the fruits, four repetitions of 10 randomly chosen ripe fruits per access were evaluated. The longitudinal diameter, transversal diameter, fruit biomass, epicarp biomass, fruit pulp, number of seeds, and mass of 100 seeds were the characteristics evaluated. The experimental design used for the germination test was completely randomized, in a factorial scheme 4 x 2 [4 accessions (A1, A2, A3, and A4) x 2 regions of the fruit (proximal and distal) in 500 mg L<sup>-1</sup> of acid gibberellic (GA3)], containing 4 repetitions and 25 seeds per repetition. The evaluations were carried out from the 15th day of the experiment setup until 105 days. The characteristics evaluated were: first germination count (%), germination percentage (%), germination speed index, and average germination time (days). The fruits had an average biomass of 63.41 g, an average of 38 seeds per fruit, and fruit pulp with an average of 39.63 g. The germination of araticum seeds was not influenced by the accessions and fruit region.

**Keywords:** *Annona sylvatica* (A. St.-Hill) Mart., native species, postharvest, seed vigor.

## Introdução

A família Annonaceae é constituída aproximadamente por 120 gêneros e mais de 2300 espécies, com cinco gêneros de importância econômica (Braga Sobrinho, 2014), sendo o gênero *Annona* o mais representativo (Nunes et al., 2012). O araticum (*Annona sylvatica* (A. St. – Hill.) Mart.) é nativo do bioma da Mata Atlântica, predominante desde o estado

de Pernambuco ao Rio Grande do Sul (Lorenzi, 2016) e apresenta potencial econômico no setor da fruticultura brasileira. Além da importância econômica da espécie, ela apresenta relevância quanto a recomposição florestal de áreas degradadas, em função as suas características de adaptação (Lorenzi, 2016).

O potencial para a exploração de frutas nativas no setor agroindustrial brasileiro é crescente (Hansen et al., 2013). Contudo, apesar do grande potencial dessa frutífera, apenas os povos locais de sua região nativa, realizam o consumo da fruta *in natura*, em sucos, sorvetes, bolos, doces e geleias, dentre outros (Arruda et al., 2016). Sendo assim, nota-se a importância de trabalhos que detalhem as características do fruto, assim como suas aplicações no setor alimentício, de modo a maximizar sua produção nacional.

As características físico-químicas dos frutos são de grande importância para identificação e seleção de materiais genéticos superiores, de modo que ocorra a produção de frutos com características superiores, apropriados à comercialização *in natura*, ou uso industrial (Carvalho et al., 2013; Oliveira et al., 2010).

É importante caracterizar os frutos quanto a avaliação física e físico-química, permitindo identificar acessos com qualidades desejáveis e adaptados para região de cultivo (Greco et al., 2014). O número de publicações sobre algumas espécies frutíferas nativas tem sido relevante (Wu et al., 2013), no entanto, para a grande maioria, dados sobre a composição físico-química e nutricional ainda são escassos.

Além da caracterização física de frutos, sementes e plântulas, deve-se dar enfoque quanto à reprodução sexuada, bem como às questões referentes sobre a posição das sementes no fruto. Em espécies frutíferas nativas, ainda há certa escassez quanto as informações desta natureza (Mendonça et al., 2016)

Alguns trabalhos com diferentes espécies foram realizados, como, *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Freitas et al., 2013), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Lessa et al., 2014) e *Annona macrophyllata* Donn. (González-Esquinca et al., 2015), com intuito de verificar a influência da posição da semente no fruto sobre a germinação. Porém, inexistentes são as pesquisas com avaliação de germinação de sementes de *A. sylvatica* quanto a região da semente no fruto.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho caracterizar fisicamente o fruto de araticum e verificar a influência dos acessos e posição da semente no fruto sob sua germinabilidade.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus Marechal Cândido Rondon (PR). Frutos maduros de araticum (*Annona sylvatica*) foram coletados de quatro plantas nativas (acessos A1, A 2, A3 e A4) no mês de fevereiro de 2019, na Fazenda Experimental, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Unioeste.

O clima local é classificado, segundo Köppen, como *Cfa*, clima subtropical com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média do mês mais quente superior à 22°C (Alvares et al., 2013). Os verões são quentes, geadas pouco frequentes nos invernos, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. A média anual de precipitação pluvial varia de 1600 a 1800 mm (Caviglione et al., 2000).

A coleta dos frutos foi realizada com o auxílio de um podão manual. As plantas nativas com aproximadamente de 15-20 m de altura com aspecto sadio (fitossanitário) encontravam-se em sítio natural, localizadas em uma área pertencente a Unioeste, distribuídas, à uma distância de aproximadamente 5 a 20 metros uma da outra, sendo que o critério analisado para a coleta dos frutos foi a coloração amarelada do epicarpo.

O trabalho envolveu dois ensaios. No primeiro avaliaram-se características físicas dos frutos e sementes, sendo avaliadas 4 repetições de 10 frutos maduros por acesso (A1, A2, A3 e A4), escolhidos ao acaso.

Foram mensuradas as variáveis resposta diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) medidos com auxílio de paquímetro digital e os resultados expressos em mm por fruto. A biomassa do fruto (BMF) e biomassa do epicarpo (BME) mensuradas em balança digital com capacidade para seis quilos e precisão de 0,002 g, e os resultados expressos em g por fruto. A polpa do fruto (PF) foi avaliada após o despulpamento do fruto e mensurada em balança digital com precisão de 0,001g, e os resultados médios expressos em gramas por fruto. O número de sementes por fruto (NS) foi contabilizado

manualmente e a massa de 1000 sementes (MMS) foi determinada conforme recomendações das Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009) e os resultados expressos em g.

Após a coleta dos frutos, foi retirado o epicarpo, dispendo-os em baldes plásticos de 5 L e deixando em repouso por 48 h. Após este período, as sementes foram lavadas em água corrente sobre uma peneira (malha fio 06, fio 23 BWG, aro 65 cm) até a total retirada da mucilagem. Na sequência, as sementes foram colocadas para secar em local seco, sombreado, ventilado e em temperatura ambiente de  $25\pm 2$  °C.

Antes da montagem dos testes laboratoriais, todas as sementes, após sua homogeneização, foram desinfetadas, de acordo com metodologia adaptada de Silva et al. (2007). Assim, foram imersas por 10 minutos em solução de hipoclorito de sódio (2,5% de cloro ativo), na proporção de 10 mL para cada 1000 mL de água. Em seguida, foram enxaguadas em água corrente para a total lavagem do tegumento, deixando-as para secar sobre papel toalha em temperatura ambiente de  $25\pm 2$  °C.

Para o segundo ensaio, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 [4 acessos (A1, A2, A3 e A4) x 2 posições do fruto (proximal e distal)], sendo que as sementes oriundas de cada posição foram retiradas e tratadas em uma solução de 500 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) por 24 horas, contendo 8 repetições e 25 sementes por repetição.

O teste de primeira contagem de germinação de sementes (PC) foi realizado em conjunto com o teste de germinação, computando-se no 15º

dia após a montagem do experimento, o número de sementes com protrusão da raiz primária, com resultados expressos em percentagem (%) de sementes germinadas.

O teste de germinação (G), foi conduzido com oito repetições de 25 sementes por tratamento, distribuídas sobre papel germitest, umedecido com água destilada 2,5 vezes o seu peso, em caixas gerbox. Em seguida, foram dispostas em B.O.D., com temperatura constante de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2$ , umidade relativa do ar entre 80-85% e fotoperíodo de 12 h (BRASIL, 2009). As avaliações foram realizadas a partir do 15º dia da montagem do experimento até 105 dias (Silveira et al., 2019; Braga Filho et al., 2014). Na análise de germinação adotou-se o critério botânico, considerada como germinada a semente com protrusão da raiz primária, com resultados expressos em percentagem (%).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizado concomitante com o teste de germinação. As avaliações foram realizadas semanalmente, desde o primeiro dia após a semeadura até o centésimo quinto dia. A partir dos valores diários de sementes germinadas, calculou-se o índice de velocidade de germinação, conforme Maguire (1962). O tempo médio de germinação (TMG) foi utilizado para estipular o valor em dias para atingir a germinação máxima, utilizando equação de Edmond e Drapala (1958).

As variáveis respostas quantitativas de caracterização dos frutos referente aos acessos foram submetidas à análise descritiva para determinação do valor mínimo, máximo, média e desvio padrão. Em

seguida, os dados obtidos análise descritiva e análise de germinação foram submetidos à análise de normalidade de Shapiro Wilk ( $p > 0,05$ ), posteriormente à análise de variância, aplicando-se o teste de Tukey para comparação de médias, a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

### **Resultados e Discussão**

Para os valores de diâmetro transversal (DT) do fruto, obteve-se uma média de aproximadamente 48,94 mm (mínimo de 40,90 e máximo de 62,70 mm) (Tabela 1). Houve diferença significativa entre os acessos, sendo o acesso 3 (46,29 mm), apresentando valor inferior aos demais acessos. Para os valores de diâmetro longitudinal (DL), foi encontrada a média de 46,36 mm (mínimo de 31,10 e máximo de 61,70 mm). Destacaram-se como promissores os acessos 1 e 2, apresentando 51,88 e 48,30 mm, respectivamente, diferenciando-se estatisticamente dos demais acessos.

Barros et al. (2018), que trabalharam com caracterização de frutos e sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.) nativos do Cerrado Mato-Grossense, encontraram para o diâmetro mínimo (125,00 mm) e máximo (163,50 mm), sendo valores superiores aos obtidos no presente estudo.

Braga Filho et al. (2014), observaram que há variação significativa no diâmetro de frutos da espécie entre as áreas de coleta e entre as plantas dentro das diferentes áreas. O diâmetro dos frutos, assim como outras características do araticum, pode apresentar variabilidade genética, devido a que, esta espécie ainda não ter sido domesticada e outro fato seria que a

planta apresenta polinização cruzada (Pimenta et al., 2014). Para Ataíde et al. (2012), o comprimento e o diâmetro são variáveis importantes para estudos biométricos, pois são estas que determinam o formato do fruto.

**Tabela 1.** Estatística descritiva e dados médios da caracterização física dos frutos de acessos (A1, A2, A3 e A4) de frutos de araticum. Unioeste, Campus Marechal C. Rondon, PR. 2022.

Estatística descritiva dos frutos							
Características	DT (mm)	DL (mm)	BMF (g)	BME (g)	PF (g)	NS (un.)	MMS (g)
Média	48,94	46,36	63,41	22,78	39,63	38,0	286,3
Máximo	62,70	61,70	130,40	53,30	98,49	53	345,89
Mínimo	40,90	31,10	29,00	12,90	6,09	11	205,18
DVP	4,38	5,71	16,71	8,08	13,99	7,66	5,15
CV(%)	4,91	4,12	11,78	14,97	15,45	5,77	4,95
Dados médios da caracterização física dos frutos							
Acessos	DT (mm)	DL (mm)	BMF (g)	BME (g)	PF (g)	NS (un.)	MMS (g)
A1	52,89 a*	51,88 a	78,54 a	32,19 a	44,08 a	35 b	307,4 a
A2	48,09 ab	48,30 a	67,40 ab	22,50 b	44,84 a	43 a	296,1 ab
A3	46,29 b	43,55 b	55,74 b	18,25 b	36,72 a	40 a	283,9 b
A4	48,50 ab	41,69 b	51,94 b	18,19 b	32,87 a	32 b	257,9 c

\*Médias na coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação. DVP = desvio padrão. A = acessos de plantas de araticum, DT = diâmetro transversal, DL = diâmetro longitudinal, BMF = biomassa do fruto, BME = biomassa do epicarpo, PF = polpa do fruto, NS = número de sementes e MMS = massa de 1000 sementes.

A biomassa do fruto (BMF) de *A. sylvatica* apresentou média de 63,41 g (mínima de 29,00 e máxima de 130,40 g) (Tabela 1). Houve diferença

significativa entre os acessos, o acesso 1 (78,54 g), apresentou maior biomassa de fruto, não diferenciando-se do acesso 2 (67,40 g) e tendo como menor biomassa dos frutos os acessos 3 e 4, com valores de 55,74 g e 51,94 g, respectivamente.

Para Santos et al. (2011), a biomassa média de frutos é uma característica importante para o mercado de frutas frescas e para indústria de processamento de alimentos. Pois os frutos mais pesados e de tamanhos uniformes, tornam-se mais atrativos para os consumidores e proporcionam uma padronização do rendimento da produção de polpas concentradas. Pereira et al. (2017) e Leão et al. (2016), destacam que frutos e sementes podem sofrer uma variação de massa e tamanho, devido aos aspectos fisiológicos das plantas matrizes, os quais são diretamente influenciados pelas relações solo, planta e ambiente de produção.

Para a variável biomassa do epicarpo (BME) (casca do fruto), obteve-se uma média de 22,78 g (mínimo de 12,90 e máximo de 53,30 g) (Tabela 1). Houve diferença significativa entre os acessos, sendo o acesso 1 (32,19 g), apresentando valor superior aos demais acessos (Tabela 1).

Na pós-colheita de frutos, este parâmetro é considerado importante e apresenta grande variabilidade genética, pois segundo Costa et al. (2015), a indústria de processamento prefere frutos que apresentem elevado rendimento, obtido pela pequena percentagem de casca e de sementes. Dutra et al. (2017), relatam que durante a realização do despulpamento dos frutos, parte da polpa fica aderente à casca, aumentando o volume de

resíduos gerados no processo. Entretanto, no presente trabalho este cuidado não foi observado.

A polpa do fruto (PF) apresentou média de 39,63 g (mínima de 6,09 e máxima de 98,49 g) (Tabela 1). Observou-se também que não houve diferença significativa entre os acessos para esta variável. Braga Filho et al. (2014), relatam que esta variável é fundamental na avaliação do fruto, por ser a polpa a parte de importância econômica do araticum (Gonçalves et al., 2013).

Para o número de sementes (NS) por fruto, obteve-se uma média de 38 sementes (mínimo de 11 e máximo de 53 sementes) (Tabela 1). Os acessos quando comparados estatisticamente, destacaram-se como melhores, os acessos 2 e 3, apresentando 43 e 40 sementes por fruto respectivamente, diferenciando-se estatisticamente dos demais. Observou-se também, que o acesso 1 apresentou maior biomassa de fruto (78,52 g), porém, apresentou o menor número de sementes (35 sementes). Em contrapartida, o acesso 3, apresentou menor biomassa de fruto (43,55 g), mas apresentou maior número de sementes por fruto (40 sementes).

A produção de sementes entre acessos da mesma espécie em uma população pode variar muito e é influenciada diretamente por fatores biológicos da planta (Dionisio et al., 2019). Cada acesso pode ter sido cultivado em uma condição do solo, disponibilidade de água e microclima, que podem influenciar diretamente a floração e a frutificação (Mendonça et al., 2014).

Sobre o número de sementes por fruto, existem duas vertentes. Para a produção de mudas florestais, frutos com maior quantidade de sementes, torna-se uma característica desejável. Entretanto, do ponto de vista comercial da fruta, visando tanto o mercado *in natura* quanto o de sucos, doces e sorvetes, procuram-se frutos com menor quantidade de sementes, pois a polpa é o principal objeto de comercialização (Gonçalves et al., 2013). Assim, denota-se a importância da presente investigação científica para aumentar a fronteira do conhecimento sobre o assunto.

A massa de 1000 sementes (MMS) observada, foi em média de 286,3 g (Tabela 1), proporcionalmente menor do que a massa descrita para *A. crassiflora* com média de 639,4 g (Machado et al., 2016) e 681,17 g (Barros et al., 2018). Houve diferença significativa entre os acessos. O acesso 1 (307,4 g), apresentou maior massa de mil sementes, não diferenciando-se do acesso 2 (296,1 g). Verificou-se como menor massa de mil sementes nos acessos 3 e 4, com valores de 283,9 e 257,9 g, respectivamente.

A qualidade fisiológica de sementes pode estar associada à alteração na massa de mil sementes. Sementes que apresentam menor tamanho ou massa de mil sementes podem demonstrar inferioridade quanto ao seu potencial fisiológico (Barbieri et al., 2013). Entretanto, esta informação é muito divergente na literatura e sobretudo em espécies de culturas anuais, onde vários autores afirmam não haver relações entre atributos fisiológicos, tamanho e MMS e sim entre estes e a massa específica ou massa gravimétrica das sementes (Camozzato et al., 2009).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), a massa das sementes fornece informações sobre a sua qualidade e seu estado de maturidade e é diretamente influenciado pela porcentagem de umidade. No presente trabalho, não houve determinação/padronização deste atributo físico das sementes.

Para o teste de germinação das sementes, com os resultados obtidos, não houve interação entre os acessos e a posição das sementes no fruto. Nem efeito isolado para os fatores quando consideradas as variáveis estudadas. Observa-se na Tabela 2, que não houve diferenças significativas entre as médias para PC, G, IVG e TMG de sementes de araticum.

Tabela 2. Dados médios de primeira contagem de germinação (PC), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de araticum. Unioeste, Campus Marechal C. Rondon, PR. 2021.

Acessos	PC (%)	G (%)	IVG	TMG (dias)
A1	7 <sup>ns</sup>	20 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	26,73 <sup>ns</sup>
A2	8 <sup>ns</sup>	17 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	23,43 <sup>ns</sup>
A3	8 <sup>ns</sup>	21 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	22,27 <sup>ns</sup>
A4	9 <sup>ns</sup>	16 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	26,29 <sup>ns</sup>
CV(%)	48,63	39,82	7,86	16,62
Posição do fruto	PC (%)	G (%)	IVG	TMG (dias)
Proximal	9 <sup>ns</sup>	20 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	23,82 <sup>ns</sup>
Distal	7 <sup>ns</sup>	16 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	23,54 <sup>ns</sup>
CV(%)	48,63	39,82	7,86	16,62

\*Médias na coluna seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. CV = coeficiente de variação.

Pelos resultados obtidos, possivelmente a heterogeneidade presente na primeira contagem de germinação e germinação (Tabela 2), pode estar associado com a dormência presente nas sementes de *Annona sylvatica*. De forma geral, as sementes de espécies nativas do gênero *Annona* apresentam embrião imaturo ou substâncias inibidoras de germinação que provocam dormência (Ferreira et al., 2015). Resultados semelhantes com o presente trabalho foram encontrados por Braga Filho et al. (2014), Barros et al. (2018), Silveira et al. (2019) e Pimenta et al. (2019). Todos estes autores, trabalharam na superação de dormência de sementes de araticum (*Annona crassiflora*).

Com relação à posição da semente no fruto, sobre a sua qualidade fisiológica, verificou-se não haver interação estatística, corroborando resultados encontrados na literatura. Estudos como o de Dionisio et al. (2019), com sementes de Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), Lessa et al. (2014) com sementes de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) e Freitas et al. (2013) com sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), evidenciaram que a posição das sementes no fruto não influenciou no desempenho germinativo e na formação de plântulas.

Entretanto, para catingueira (*Poincianella pyramidalis*), Mendonça et al. (2016) observaram haver influência da posição das sementes nos frutos. Os autores verificaram que sementes da posição proximal daqueles frutos, apesar de apresentarem menor comprimento, mostraram médias maiores no percentual de germinação.

O presente trabalho evidenciou que a posição da semente no fruto não interfere no poder germinativo na espécie em estudo. Sendo assim, não se recomenda do ponto de vista econômico e técnico, a classificação das sementes por posição do fruto. Como são raras pesquisas sobre a influência da posição da semente no fruto na germinação para as diferentes espécies vegetais, torna-se necessário ampliar estes estudos para maior segurança do mercado de sementes e produção de mudas de qualidade.

Importante ressaltar ainda, que sob o ponto de vista fisiológico, todas as características mensuradas podem sofrer influência do ambiente produtivo, bem como da carga genética dos indivíduos. Apesar destas variáveis, tais resultados são importantes por contribuírem para melhor conhecimento da espécie em futuros programas de melhoramento genético visando sua exploração comercial.

## **Conclusões**

Os frutos apresentam biomassa média de 63,41 g, média de 38 sementes por fruto e polpa do fruto com média de 39,63 g.

A germinação de sementes de araticum não é influenciada pelos acessos e nem pela sua posição no fruto.

## **Referências**

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.

Arruda, H.S., Botrel, D.A., Fernandes, R.V.B., Almeida, M.E.F. 2016. Development and sensory evaluation of products containing the Brazilian Savannah fruits araticum (*Annona crassiflora* Mart.) and cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart.). *Brazilian Journal Food Technology* 19: 1-7.

Ataíde, E.M.; Oliveira, J.C.; Ruggier, C. 2012. Florescimento e frutificação do maracujazeiro silvestre *Passiflora setacea* d.c. cultivado em Jaboticabal, SP. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34: 377-381.

Barbieri, A.P.P., Martin, T.N., Mertz, L.M., Nunes, U.R., Conceição, G.M. 2013. Redução populacional de trigo no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes. *Revista Ciência Agronômica* 44: 724-731.

Barros, A.P.G., Santos, L.A., Santos, A.K.C.F., Silva, P.S.R., Araújo, C., Pimenta, A.C. 2018. Caracterização de frutos e sementes de araticum (*Annona carassiflora* Mart.) nativos do Cerrado Matogrossense. *Agropecuária Científica no Semiárido* 14: 280-286.

Braga Filho, J.R., Naves, R.L., Chaves, L.J., Souza, E.R.B., Mazon, L.T., Silva, L.B. 2014. Germinação de sementes e emergência de plântulas de araticum oriundos do Cerrado de Goiás. *Bioscience Journal* 30: 74-81.

Braga Sobrinho, R. 2014. Produção integrada de anonáceas no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 102-107.

Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 2009. *Regras para análise de sementes*. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Brasília, DF, 365p.

Carvalho, A.V., Beckman, J.C., Maciel, R.A., Farias Neto, J.T. 2013. Características físicas e químicas de frutos de pupunheira no estado do Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura* 35: 763-768.

Caviglione, J.H., Kiihl, L.R.B., Caramori, P.H., Oliveira, D. 2000. *Cartas climáticas do Paraná*. Londrina: IAPAR. 1 CD-ROM.

Camozato, V.A., Peske, S.T., Possenti, J.C., Mendes, A.S. 2009. Desempenho de cultivares de soja em função do tamanho das sementes. *Revista Brasileira de Sementes* 31: 288-292.

Dionisio, L.F.S., Auca, E.C., Schwartz, G., Bardales-Lozano, M., Agurto, J.J.M., Corvea-Gomringer, R. 2019. Seedling production of *Bertholletia excelsa* in response to seed origin and position inside fruit. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 14: 1-9.

Dutra, F.V., Cardoso, A.D., Morais, O.M., Viana, A.E.S., Melo, T.L., Cardoso Júnior, N.S. 2017. Características físicas e químicas de acessos de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arr. Cam). *Revista de Ciências Agrárias* 40: 814-822.

Edmond, J.B., Drapala, W.J. 1958. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. *Proceedings of American Society of Horticultural Science* 71: 428-434.

Ferreira, D.F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35: 1039-1042.

Ferreira, G., Gimenez, J.L., Corsato, J.M., Dalanhol, S.J., Silva, M.A.P. 2015. Fisiologia da germinação e dormência de sementes de Anonaceae. In: Almeida, J.R.G.S.; Oliveira Júnior, R. G.; Oliveira, A. P. *Annonaceae: Tópicos selecionados*. Editora CRV, Curitiba, Brasil. p.33-62.

Freitas, T.P., Freitas, T.A.S., Campos, B.M., Fonseca, M.D.S., Mendonça, A.V.R. 2013. Morfologia e caracterização da germinação em função da posição das sementes no fruto de sabiá. *Scientia Plena* 9: 1-9.

Gonçalves, L.G.V., Andrade, F.R., Marimon Júnior, H., Schossler, T.R., Lenza, E., Marimon, B.S. 2013. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias* 36: 31-40.

González-Esquinca, A.R., De-La-Cruz-Chacón, I., Domínguez-Gutú, L.M. 2015. Dormancy and germination of *Annona Macroprophyllata* (Annonaceae): The importance of the micropylar plug and seed position in the fruits. *Botanical Sciences* 93: 509-515.

Greco, S.M.L., Peixoto, J.R., Ferreira, L.M. 2014. Avaliação física, físicoquímica e estimativas de parâmetros genéticos de 32 genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no distrito federal. *Bioscience Journal* 30: 360-370.

Hansen, O.A.S., Cardoso, R.L., Fonseca, A.A.O., Viana, E.S., Hansen, D.S., Barreto, N.S.E. 2013. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de néctar de mangaba. *Magistra* 25: 148-156.

Lessa, B.F.T., Almeida, J.P.N., Pinheiro, C.L., Nogueira, F.C.B., Medeiros Filho, S. 2014. Germinação e crescimento de plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong em função da localização da semente no fruto e regimes de temperatura. *Bioscience Journal* 30: 1474-1483, 2014.

Lorenzi, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 7 ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora: São Paulo, 384 p., 2016.

Machado, C.G., Oliveira, S.S.C., Cruz, S.C.S., Mendonça, N.G. 2016. Biometria e caracterização morfológica de sementes de araticum oriundas de matrizes de Palminópolis-GO. *Global Science and Technology* 9: 41-47.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding and vigour. *Crop Science* 2: 176-177.

Mendonça, A.V.R., Passos, L.G., Victor Junior, V.V., Freitas, T.A.S., Souza, J.S. 2014. Produção e armazenamento de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, em resposta a diferentes ambientes de coleta. *Agrária* 9: 413-419.

Mendonça, A.V.R., Freitas, T.A.S., Souza, L.S., Fonseca, M.D.S., Souza, J.S. 2016. Morfologia de frutos e sementes e germinação de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, comb. Nov. *Ciência Florestal* 26: 375-387.

Nunes, C.R., Bernardes, N.R., Glória, L.L., Oliveira, D.B. 2012. Flavonoides em Annonaceae: ocorrência e propriedades biológicas. *Vértices* 14: 38-57.

Oliveira, M.E.B., Guerra, N.B., Maia, A.H.N., Alves, R.E., Matos, N.M.S., Sampaio, F.G.M., Lopes, M.M.T. 2010. Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32: 114-125.

Pimenta, A.C., Silva, P.S.R., Zuffellato-Ribas, K.C., Koehler, H.S. 2014. Caracterização de plantas e de frutos de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart.) nativos no cerrado Mato Grossense. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 892-899.

Pimenta, A.C., Zuffellato-Ribas, K.C., Panobianco, M., Koehler, H.S. 2019. Giberelina na superação de dormência de sementes de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae. *Global Science and Technology* 12: 79-86.

Santos, M.B., Cardoso, R.L., Fonseca, A.A.O., Conceição, M.N. 2011. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32: 1089-1097.

Silva, E.A.A., Melo, D.L.B., Davide, A.C., Bode, N., Abreu, G.B., Faria, J.M.R., Hilhorst, H.W.M. 2007. Germination ecophysiology of *Annona crassiflora* seeds. *Annals of Botany* 99: 823-830.

Silveira, M.B., Silva, E.C., Ferreira, N.C.F., Peixoto, N., Oliveira, S.A. 2019. Superação de dormência de sementes de araticum do Cerrado. *Biodiversidade* 18: 82-90.

Wu, S.B., Long, C., Kennely, E.J. 2013. Phytochemistry and health benefits of jaboticaba, an emerging fruit crop from Brazil. *Food Research International* 54: 148-59.

### 3 ARTIGO 2

## ACESSOS DE ARITICUM: ÁCIDO GIBERÉLICO NA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES

### ARITICUM ACCESSES: GIBERELIC ACID AT OVERCOMING DORMANCY IN SEEDS

**Edvan Costa da Silva<sup>1</sup>, Fabíola Villa<sup>2</sup>, Daniel Fernandes da Silva<sup>3</sup>, Jean Carlo Possenti<sup>4</sup>,  
Luciana Sabini da Silva<sup>1</sup>, Giovana Ritter<sup>1</sup>**

(Elaborado de acordo com as normas da Revista Caatinga)

**RESUMO:** O processo germinativo da *Annona sylvatica* A.St.-Hill. torna-se difícil porque as sementes apresentam dormência física e fisiológica. Porém, o ácido giberélico pode atuar na superação desse processo fisiológico. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do ácido giberélico na superação de dormência em sementes de araticum. Foram desenvolvidos dois trabalhos distintos e simultaneamente (germinação de sementes em laboratório e emergência de plântulas em sementeira). Em laboratório, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 [4 concentrações de ácido giberélico (0, 400, 800 e 1200 mg L<sup>-1</sup> x 4 períodos de imersão na solução (0, 8, 16 e 24 h)]. Avaliando-se aspectos fisiológicos de germinação e vigor. A germinação de sementes apresentou desempenho superior quando foram imersas em 1200 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> em 24 h de imersão, alcançando 67% de germinação. Na emergência de plântulas em sementeira, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 5 [4 acessos x 5 períodos de imersão na solução (0, 18, 20, 22 e 24 h)]. Após 110 dias, avaliou-se aspectos fisiológicos de emergência e vigor. A emergência variou entre 32 a 45% (acessos A1 e A3) num período de 15 a 24 horas (acessos A1 e A3 ou A4). Alta concentração (1.200 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>) e maior período de imersão (24 h) em ácido giberélico promove maior germinação de sementes de araticum. Existe diferença entre os acessos da espécie, necessária avaliação da mesma antes da coleta, e no presente estudo o acesso A3 é promissor para coletas.

**Palavras-chave:** Escarificação química. GA<sub>3</sub>. Germinação. Propagação sexuada.

**ABSTRACT:** The germination process of the *Annona sylvatica* A.St.-Hill becomes difficult because the seeds have physical and physiological numbness. Although, the objective was to evaluate the effect the gibberellic acid can have in overcoming this physiological process. So that, aimed to evaluate the effect of the gibberellic acid in the overcoming dormancy of araticum seeds. Two different projects were developed simultaneously (plants germination in the laboratory and emergence of seedlings in seed). At the laboratory, the experimental design used was completely casualized in factorial scheme 4 x 4 [4 concentrations of gibberellic acid (0, 400, 800, and 1200 mg L<sup>-1</sup> x 4 periods of immersion in the solution (0, 8, 16, 24 h)]. Evaluating the physiological aspect of the germination and vigor. The germination of the seeds presented superior performance when they were immersed in 1200 mg L<sup>-1</sup> of GA<sub>3</sub>, in 24 h of imbibition, reaching 67% of germination. In the emergence of seedlings in seed, the experimental design used was to randomize blocks in factorial scheme 4 x 5 [4 accesses x 5 periods of immersion (0, 18, 20, 22 and 24 h). After 110 days, evaluating physiological aspects of emergence and vigor. The emergence varied between 32 to 45 % (accesses A1 and A3) in a period of 15 to 24 h (accesses A1 and A3 or A4). High concentration and longer period of soaking in gibberellic acid promote a bigger germination of the araticum seeds. There is a difference between the accesses of the species, necessary to evaluate before being collected, and in the present study the accesses A3 is promising for harvest.

**Keywords:** Physical scarification. GA<sub>3</sub>. Germination. Sexual propagation.

## INTRODUÇÃO

O araticum (*Annona sylvatica* A.St.-Hill.) é uma espécie nativa com distribuição geográfica compreendida entre Pernambuco e Rio Grande do Sul (LORENZI, 2016). A espécie pertence à família Annonaceae, a qual inclui 120 gêneros e aproximadamente 2300 espécies. No Brasil, ocorrem 33 gêneros e cerca de 250 espécies (FIGUEIREDO et al., 2016). O araticum tem plantios comerciais pouco comuns, uma vez que, o modelo de produção predominante se refere ao extrativismo, associado a comercialização informal dos frutos e produtos processados artesanalmente (OLIVEIRA et al., 2018).

A germinação de sementes do araticum é desuniforme, podendo variar de 70 a 217 dias (BRAGA FILHO et al., 2014), devido a fatores endógenos, que interferem no mau desenvolvimento dos órgãos do embrião, conhecida por dormência fisiológica, além da

presença de tegumento impermeável nas sementes, ou dormência física (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MACHADO; OLIVEIRA; MENDONÇA, 2016).

Esse mecanismo de dormência em sementes, representa uma condição em que o conteúdo de água nos tecidos é pequeno e o metabolismo das células é praticamente nulo, permitindo que a semente seja mantida sem germinar por um período relativamente longo (RIBEIRO et al., 2009). Para a obtenção de mudas comerciais de anonáceas, deve-se preparar o enxerto a partir de sementes, levando em consideração a dormência existente e sua superação, requerendo maior conhecimento e entendimento por parte de pesquisadores envolvidos (SILVA et al., 2011).

No processo germinativo, a giberelina promove produção e/ou reativação de diversas enzimas hidrolíticas, envolvidas na solubilização das reservas do endosperma (BARDIVIESSO et al., 2019). Sendo constituído de um grupo de fitorreguladores de crescimento com amplo espectro de ação, em relação à superação de dormência, que induz a expressão do gene da  $\alpha$ -amilase, através do aumento do nível de RNAm a ser traduzido (TAIZ et al., 2017).

Na superação de dormência de sementes de frutíferas, algumas substâncias podem ser utilizadas, como o ácido giberélico ( $GA_3$ ), que incrementa a germinação e o desenvolvimento inicial das espécies. Outro fator importante na superação de sementes é o período de imersão que ficam expostas ao ácido, diferente para cada espécie (SILVEIRA et al., 2019; FERREIRA et al., 2019).

Alguns trabalhos foram realizados com a aplicação de  $GA_3$  em espécies de anonáceas, como *Annona crassiflora* (FREITAS e MACEDO, 2018), *A. squamosa* L. (MALDONATO; MIRANDA; MAGNITSKIY, 2016) e *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill (COUTINHO et al., 2018; CAMPOS et al., 2015), com o intuito de verificar a sua influência na superação de dormência e processo germinativo das sementes, constataram que aplicação exógena de  $GA_3$  proporciona aumento na percentagem de emergência, velocidade de emergência e biomassa seca, e que a eficiência deste fitorregulador está relacionada a maior concentração e ao maior período de imersão das sementes. Porém, inexistentes são as pesquisas com superação de dormência de sementes de *A. sylvatica*.

Estudos com sementes de espécies frutíferas não comerciais são importantes, pois auxiliam no preparo de porta-enxertos para a enxertia, na produção de mudas de qualidade e podem contribuir na recuperação de áreas degradadas. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do ácido giberélico na superação de dormência de sementes de araticum.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos dois experimentos simultaneamente na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. O primeiro foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da própria universidade no período de março a junho de 2019 e o segundo foi conduzido em sementeira no período de abril a agosto de 2019, no viveiro de mudas pertencente à Estação Experimental de Horticultura e Cultivo Protegido da Unioeste, sob coordenadas geográficas de latitude 54° 22' W, longitude 24° 46' S e altitude de 420 m.

Os frutos maduros foram coletados de quatro plantas nativas (denominadas acessos A1, A2, A3 e A4) de araticum, em fevereiro de 2019, na Fazenda Experimental, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Unioeste. Os acessos (plantas matrizes) encontravam-se próximos a uma distância de aproximadamente 5 a 20 metros uma da outra, com altura média de 12-16m, sendo que o critério analisado para a coleta dos frutos foi a coloração amarelada dos mesmos.

Após a coleta, os frutos foram levados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos, onde o epicarpo foi retirado, e dispostos em baldes plásticos de 5 L, e deixando-o em repouso por 48 h. Decorrido este período, as sementes foram lavadas em água corrente sobre uma peneira (malha fio 06, fio 23 BWG, aro 65cm) até a total retirada da mucilagem.

Na sequência, as sementes foram colocadas para secar em local seco, sombreado, ventilado e em temperatura ambiente de  $25 \pm 2$  °C. Antes da montagem do teste de germinação, as sementes foram previamente desinfetadas, através de imersão, por 10 min, em solução de hipoclorito de sódio (0,025% de cloro ativo). Em seguida, foram enxaguadas em água corrente para a total lavagem do tegumento.

O delineamento experimental utilizado no primeiro experimento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 [4 concentrações de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) - 0, 400, 800 e 1200 mg L<sup>-1</sup> x 4 períodos de imersão na solução (0, 8, 16 e 24 h)], contendo 8 repetições e 25 sementes por repetição.

A primeira contagem de germinação (PG) foi realizada em conjunto com o teste de germinação, sendo avaliado no 15º dia após a montagem do experimento, e os resultados expressos em porcentagem (%). O teste de germinação (G) foi conduzido com oito repetições de 25 sementes por repetição adaptado de Freitas et al. (2018) e distribuídas sobre papel germitest, umedecido com água destilada, em uma quantidade equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco, em caixas gerbox. Em seguida, foram dispostas em B.O.D., com temperatura

constante de  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa do ar entre 80-85% e fotoperíodo de 12 h (BRASIL, 2009). Na análise de germinação adotou-se o critério botânico, considerada como germinada a semente com protrusão da raiz primária, com resultados expressos em percentagem (%).

A partir dos valores diários de sementes germinadas, calculou-se o índice de velocidade de germinação (IVG), segundo Maguire (1962), com intervalo de contagem do 1° ao 115° dia após a instalação do teste. O tempo médio de germinação (TMG) foi utilizado para estipular o valor em dias para atingir a germinação máxima, utilizando a equação de Edmond e Drapala (1958). As avaliações foram realizadas diariamente, desde o primeiro dia após a semeadura (15° dia da montagem do experimento até o 115°) (SILVEIRA et al., 2019).

Para o segundo experimento, foi conduzido em ambiente de telado, coberto com malha de sombreamento (30%) e a semeadura em canteiro de alvenaria, preenchido de areia de textura média, lavada e previamente desinfestada com solução de hipoclorito de sódio. O sistema de irrigação utilizado foi microaspersão e realizadas capinas manuais quando necessárias.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 5 [sementes de 4 acessos x 5 períodos de imersão (0, 18, 20, 22 e 24 h), sendo que as sementes foram tratadas em uma solução de  $500 \text{ mg L}^{-1}$  de ácido giberélico] (MATIAS et al., 2017), contendo 4 repetições e 50 sementes por repetição.

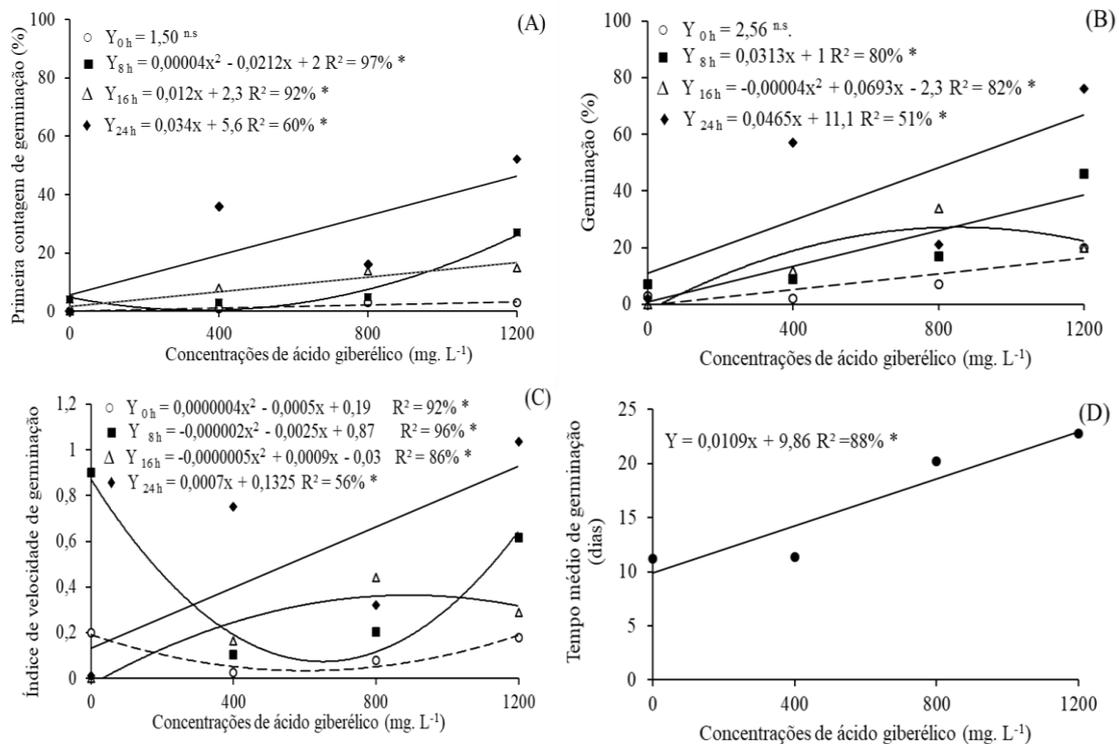
As avaliações ocorreram dos 100-143 dias após a instalação do experimento. Foram consideradas plântulas emergidas (EP) aquelas que apresentavam os cotilédones acima do substrato, com resultados expressos em percentagem (%) de plântulas emergidas. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi realizado concomitante a avaliação de emergência das plântulas. A partir dos valores diários de plântulas emergidas calculou-se o IVE, usando a fórmula proposta por Maguire (1962). O tempo médio de emergência foi utilizado para estipular o tempo para atingir a emergência máxima de plântulas (dias), utilizando a fórmula de Edmond e Drapala (1958).

Os dados obtidos nos dois experimentos foram submetidos à análise de homogeneidade das variâncias por Bartlett e normalidade de Shapiro Wilk ( $p > 0,05$ ) e posteriormente à análise de variância, aplicando-se regressão para as variáveis quantitativas, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o primeiro experimento, a análise de variância mostrou interação entre as concentrações de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) e o período de imersão das sementes na solução, quando considerada a primeira contagem de germinação (PG), germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG). Para o tempo médio de germinação (TMG) verificou-se significância isolada apenas para GA<sub>3</sub>.

Pode-se notar que, na PG, foram obtidas respostas diversas das sementes em relação às concentrações de GA<sub>3</sub> e períodos de imersão (Figura 1A). Para todos os períodos de imersão, com exceção do período zero, o melhor resultado foi encontrado com a concentração de 1200 mg L<sup>-1</sup> e predominância de resposta linear, no qual as sementes imersas por 24 e 16 h, alcançaram 47 e 17% de germinação, respectivamente. A germinação das sementes imersas por 8 h apresentou desempenho quadrático, com o ponto mínimo de 1% de germinação na concentração de 265 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico. Nas sementes não imersas não se verificou diferença significativa entre as concentrações de GA<sub>3</sub>.



**Figura 1.** Primeira contagem de germinação (A), germinação (B), índice de velocidade de germinação (C) e tempo médio de germinação (D) de sementes de *Annona sylvatica*, em função de concentrações e períodos de imersão em solução de ácido giberélico.

Segundo Machado, Oliveira e Mendonça (2016), não houve germinação das sementes que não foram submersas é justificado pela ocorrência de embriões imaturos que ainda não concluíram seu desenvolvimento em sementes de araticum. Para Ferreira et al. (2015) e Rego et al. (2018), o aumento do potencial de crescimento do embrião, incluindo o controle do crescimento do eixo embrionário e de tecidos em desenvolvimento (caulinares e radiculares), estariam ligados às giberelinas.

A germinação final assemelhou-se ao observado na primeira contagem de germinação (Figura 1B), com desempenho superior nas sementes imersas em 1200 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, alcançando 67% de germinação, em 24 h de imersão. Novamente o tratamento sem imersão foi aquele que não apresentou diferença entre as concentrações do fitorregulador.

Os resultados aqui obtidos indicam que a concentração de 1200 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico e imersão por 24 h, mostraram-se adequadas na superação de dormência e estímulo à germinação de *A. sylvatica*, mostrando-se tendencioso de quanto maior for a concentração e maior o período de imersão, maior será a germinação de sementes da espécie, onde tais resultados, abrem a possibilidade de novos estudos aumentando este intervalo.

A superação de dormência em sementes da família Annonaceae com utilização de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) foi comprovada por vários autores (CAMPOS et al., 2015; COUTINHO et al., 2018; FREITAS e MACEDO, 2018 e MALDONATO; MIRANDA; MAGNITSKIY, 2016). Apesar do consenso em relação a utilização do GA<sub>3</sub>, a concentração e o período de imersão apresentam variações, pois a concentração ideal deste fitorregulador pode variar entre as espécies, reforçando assim a afirmação dos autores quanto à necessidade de ajustes.

Observou-se um aumento linear no índice de velocidade de germinação (Figura 1C), para o período de 24 h de imersão, alcançando 0,97 na concentração de 1200 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>, sendo este o melhor resultado entre todos os tratamentos estudados. Os demais tratamentos apresentaram respostas quadráticas, com variação na concentração de GA<sub>3</sub> em cada período de imersão, exceto no tratamento controle, no qual não houve significância. Em relação ao IVG, quanto maior o valor, maior a germinação média diária, alcançando o valor máximo quando todas as sementes germinarem no primeiro dia (MOTA et al., 2015).

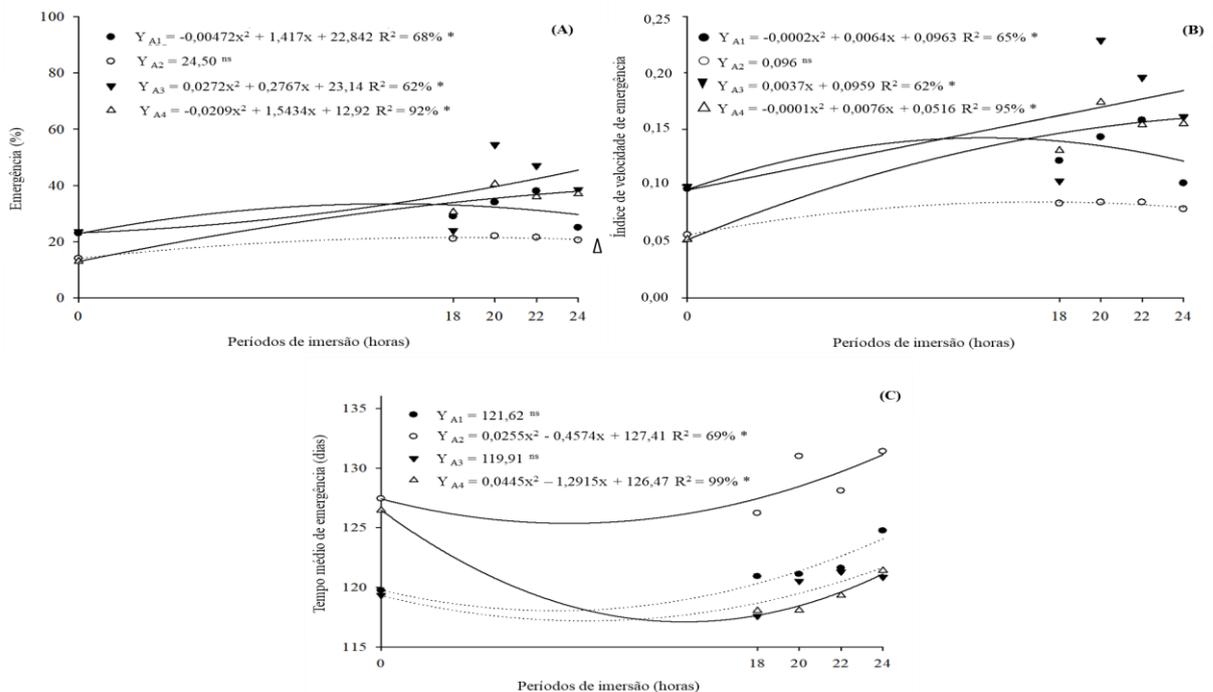
Quanto ao índice de velocidade de germinação (IVG), a concentração encontrada no presente trabalho é superior àquela encontrada por Barros et al. (2019), que estudaram o efeito do GA<sub>3</sub> na superação de dormência em sementes de *A. crassiflora*, obtiveram melhor resposta para a concentração de 1.000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub>. Pimenta et al. (2019), também trabalhando na

superação de dormência em sementes de *A. crassiflora*, os resultados mostraram que as concentrações de 1.000 a 3.000 mg L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> não apresentaram diferenças significativas.

O tempo médio de germinação (TMG) aumentou conforme aumento das concentrações de GA<sub>3</sub>, onde, na concentração máxima utilizada, verificou-se um atraso de 13 dias na germinação de sementes de araticum em relação ao tratamento controle. Do ponto de vista fisiológico GA<sub>3</sub> não parece ter exercido efeito sobre o vigor das sementes (Figura 1D). O TMG é útil para se estimar a rapidez da ocupação de uma espécie em determinado local, classificando o araticum como razoavelmente lento, apresentando TMG superior a 10 dias (PICO-MENDOZA et al., 2020).

Para o segundo experimento, observa-se interação significativa entre os fatores estudados (períodos de imersão e acessos) para todas as variáveis analisadas, como emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Nota-se que a emergência de plântulas (EP) (Figura 2A), provenientes dos diferentes acessos apresentaram desempenho quadrático, embora para o A2, não tenha ocorrido diferença significativa entre os períodos de imersão estudados. Para os demais acessos a emergência variou entre 32 a 45% (acessos A1 e A3) num período de 15 a 24 h (acessos A1 e A3 ou A4).



**Figura 2.** Emergência de plântulas (A), índice de velocidade de emergência (B) e tempo médio de emergência (C) de sementes de *Annona sylvatica*, em função de acessos e períodos de imersão em solução de ácido giberélico.

Devido à presença de uma quantidade de giberelina ativa nas sementes, esta pode suprir as necessidades mínimas e propiciar a superação da dormência em sementes de forma natural, como observado para o tratamento testemunha, onde houve uma baixa porcentagem na EP. Com o emprego de GA<sub>3</sub> nos períodos de imersão (18, 20, 22 e 24 h), houve uma maior porcentagem na EP, uma vez que esse fitorregulador fez com que a raiz primária rompesse os tecidos que restringiam o seu crescimento, como o endosperma e tegumento da semente.

Campos et al. (2015), ao estudarem o efeito do GA<sub>3</sub> na emergência e crescimento de plântulas de biribazeiro (*Rollinia mucosa*), observaram que o tratamento de sementes com 1000 mg L<sup>-1</sup> foi positivo, proporcionando aumento na porcentagem de emergência (5% para 87%) e índice de velocidade de emergência (0,56 para 0,75), corroborando o presente estudo no período de 24h, no qual foi utilizado uma menor concentração do fitorregulador (500 mg L<sup>-1</sup>).

Verifica-se que o índice de velocidade de emergência (Figura 2B), os resultados foram semelhantes aos de emergência de plântulas (Figura 2A), permite notar que o acesso 3 foi aquele que obteve melhor resultado com o aumento linear do tempo de imersão, alcançando 0,18 no tempo de 24 h, os acessos 1 e 4 apresentaram desempenhos quadrático, com o ponto máximo de 0,15 no tempo de 16 h e 0,19 no tempo de 38 h, respectivamente. Para o acesso 2, não houve diferença significativa entre os tempos de imersão estudados.

O IVE é uma importante característica avaliada na produção de mudas frutíferas, pois quanto maior o seu valor, menor a exposição das sementes às condições adversas do meio, como ataque de fungos e insetos, além de menor permanência das mudas no viveiro (DUTRA et al., 2012), resultando em maior eficiência no processo produtivo.

Em gravioleira (*Annona muricata*), o índice de velocidade de germinação no tratamento com o ácido giberélico também se ajustou ao modelo quadrático da regressão, provavelmente tal fato esteja associado com a capacidade de indução de síntese enzimática desempenhada pela giberelina, onde proporcionará a hidrólise do tecido de reserva das sementes e consequentemente, promovem o crescimento, tornando o processo germinativo mais rápido e uniforme (REGO et al., 2018).

O TME (Figura 2C) os acessos apresentaram desempenhos quadrático, embora para os acessos A1 e A3 não tenha ocorrido diferenças significativas entre os períodos de imersão. Para o acesso 2 ajustou-se com o ponto mínimo de 125 dias no tempo de 9 horas de imersão e o acesso 3 ajustou-se com ponto mínimo de 117 dias no tempo de 15 horas de imersão. O TME refere-se ao tempo que 50% das sementes emergiram, nota-se que este parâmetro não é

profundamente afetado em sementes de araticum pelos diferentes períodos de imersão em ácido giberélico estudados, o que sugere que o fitorregulador possui maior influência na emergência final de plântulas.

O araticum apresenta grande variabilidade genética, devido as plantas existentes serem oriundas de sementes, além de ser uma espécie sem nenhum trabalho de melhoramento genético, resultando em indivíduos com características totalmente distintas. Plantas matrizes (acessos) com propriedades geneticamente desejáveis na população devem ser selecionadas para coleta de sementes, visto que são essenciais para a formação de banco de sementes com maior diversidade genética (BELARMINO et al., 2017). Para Araújo et al. (2020) a caracterização genética das plantas matrizes é tão importante quanto a qualidade fisiológica de sementes, visto que, pode garantir que a população resultante tenha níveis de diversidade genética compatíveis.

Sabe-se que as sementes de araticum apresentam dormência e existem poucos trabalhos na literatura no sentido de superar a dormência das sementes dessa espécie. Desta forma a realização de novos trabalhos que simulem condições de superação de dormência em sementes é de extrema importância, uma vez que podem indicar condições melhores para a germinação de sementes e desempenho de plântulas de araticum.

## CONCLUSÕES

Alta concentração ( $1.200 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ ) e maior período de imersão (24 h) em ácido giberélico promove maior germinação de sementes de araticum. Existe diferença entre os acessos da espécie, necessitando uma avaliação prévia antes da coleta, com o acesso A3 sendo o mais promissor.

## REFERÊNCIAS

BARDIVIESSO, E. M. et al. Pre-germination treatments of Paricá (*Shizolobium amazonicum*) seeds. **Bioscience Journal**, 36:1090-1098,2020.

BARROS, A. P. G. et al. Caracterização de frutos e sementes de araticum (*Annona crassiflora* Mart.) nativos do Cerrado Matogrossense. **Agropecuária Científica no Semiárido**, 14:280-286, 2019.

BRAGA FILHO, J. R. et al. Germinação de sementes e emergência de plântulas de araticum oriundos do Cerrado de Goiás. **Bioscience Journal**, 30: 74-81, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de semente**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Brasília, 2009. 365p.

CAMPOS, L. F. C. et al. Escarificação e ácido giberélico na emergência e crescimento de plântulas de biribá. **Ciência Rural**, 45: 1748-1754, 2015.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

CARVALHO, D. et al. Plant growth regulators on atemoya seeds germination. **Nucleus**, 15: 457-462, 2018.

COUTINHO, P. W. R. et al. Overcoming dormancy in seeds of biribá and seedling growth. **Scientia Agraria Paranaensis**, 17: 226-230, 2018.

DUTRA, T. R. et al. Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, 25: 65-71, 2012.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, 71: 428-434, 1958.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 35: 1039-1042, 2011.

FERREIRA, G. et al. **Fisiologia da germinação e dormência de sementes de Anonaceae**. Almeida, J.R.G.S.; Oliveira Júnior, R. G.; Oliveira, A. P. (Eds.). 1ª. Ed., cap. 2. 2015. p.33-62.

FERREIRA, G. et al. Propagation of Annonaceous plants. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 4: 1-14, 2019.

FIGUEIREDO, F. R. S. D. N. et al. Avaliação da atividade anti-Leishmania e anti-Trypanosoma do extrato etanólico das folhas de *Annona squamosa* L. **Acta Toxicológica Argentina**, 24: 173-179, 2016.

FREITAS, J. A.; MACEDO, W. R. Germinação de sementes de araticum: doses de GA<sub>3</sub> e períodos de imersão. **Colloquium Agrariae**, 14: 153-157, 2018.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 7 ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora: São Paulo, 2016. 384p.

MACHADO, C. G.; OLIVEIRA, S. S. C.; MENDONÇA, N. G. Biometria e caracterização morfológica de sementes de Araticum, oriundas de matrizes de Palminópolis-GO. **Global Science and Technology**, 9: 41-47, 2016.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding and vigour. **Crop Science**, 2: 176-177, 1962.

MALDONATO, F. E. M.; MIRANDA, D.; MAGNITSKIY, S. Sugar apple (*Annona squamosa* L.) seed germination affected by the application of gibberellins. **Agronomía Colombiana**, 34: 17-24, 2016.

MOTA, A. R. et al. Efeito da substância húmica na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista Verde**, 10: 26-30, 2015.

OLIVEIRA, E. C. T. et al. Licor de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Boletim Técnico IFTM**, 4: 6-13, 2018.

PICO-MENDOZA, J. et al. Germination capacity of *Annona deceptrix* (Westra) H. Rainer (Annonaceae) an endemic and endangered species in Manabí, Ecuador. **Indian Journal of Agricultural Research**, 54: 329-335, 2020.

PIMENTA, A. C. et al. Giberelina na superação de dormência de sementes de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. - Annonaceae. **Global Science and Technology**, 12: 79-86, 2019.

REGO, C. H. Q. et al. Ácido giberélico auxilia na superação da dormência fisiológica e expressão de vigor das sementes de graviola. **Revista de Agricultura Neotropical**, 5: 83-86, 2018.

RIBEIRO, M. N. O. et al. *In vitro* seed germination and seedling development of *Annona crassiflora* Mart. **Scientia Agricola**, 66: 410-413, 2009.

SILVA, P. E. M. et al. Quebra de dormência em sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Idesia**, 29: 39-45, 2011.

SILVEIRA, M. B. et al. Superação de dormência de sementes de araticum do Cerrado. **Biodiversidade**, 18: 82-90, 2019.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Editora Artimed: Porto Alegre, 2017. 888p.

#### 4 ARTIGO 3

### Potencial de propagação de atemoieira utilizando *Annona sylvatica* como porta-enxerto

### Potencial for propagation of the Atemoya tree using *Annona Sylvatica* as rootstock

Edvan Costa da Silva<sup>1</sup>, Fabiola Villa<sup>1</sup>, Daniel Fernandes da Silva<sup>1</sup>, Jean Carlo Possenti<sup>2</sup>,  
Adriana de Castro Correia da Silva<sup>3</sup>, Michel Anderson Masiero<sup>1</sup>

(Elaborado de acordo com as normas da Revista Acta Scientiarum Agronomy)

**RESUMO.** Devido ao crescente interesse pela cultura da atemoieira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.), informações técnicas e seguras sobre produção de mudas de qualidade são de suma importância. O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de uso de araticum (*Annona sylvatica*) como porta-enxerto de diferentes cultivares de atemoieira em função de métodos de enxertia. O experimento foi desenvolvido em ambiente de telado na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal C. Rondon-PR. Os ramos das cultivares de atemoieira Thompson, African Pride e Gefner foram coletados de plantas provenientes do viveiro de mudas da CATI/São Bento do Sapucaí (SP). A enxertia foi realizada utilizando-se porta-enxertos de araticum com um ano de idade e 8-10 mm de diâmetro, a uma altura de 15 cm do solo e enxertos medindo em média 8,5 cm de comprimento, 10 mm de diâmetro e com 3 gemas. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 [três métodos de enxertia (garfagem em fenda cheia, garfagem em inglês complicado e borbulhia em placa) x três cultivares (African Pride, Thompson e Gefner)], com quatro repetições e 10 mudas por repetição, totalizando 40 mudas por tratamento. As mudas foram avaliadas, aos 60 dias após a realização da enxertia: percentagem de pegamento (%), percentagem de brotação (%), número de brotação, número de folhas e comprimento da maior brotação (cm). O método de enxertia por garfagem em fenda cheia é eficiente para a produção de mudas de atemoieira. A cultivar African Pride pode ser enxertada nos porta-enxertos pelos métodos de garfagem fenda cheia e inglês complicado. O porta-enxerto de *Annona sylvatica* tem potencial para a produção de mudas de atemoieira, porém a enxertia por borbulhia em placa não é viável.

**Palavras-chave:** Araticum; *A. squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.; propagação assexuada.

**ABSTRACT.** Due to a growing interest in the culture of atemoya trees (*Annona squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.), reliable technical information on the production of quality seedlings is of utmost importance. The objective of the work was to evaluate the formation of atemoieira seedlings propagated by grafting techniques and cultivars, using rootstocks of araticum (*A. Sylvatica*). The experiment was developed in a screened environment at the State University of Western Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal C. Rondon-PR. The atemoya tree grafts (Thompson, African Pride, and Gefner) were collected from plants from the seedling nursery of CATI/São Bento do Sapucaí (SP). Grafting was performed using 1-year-old araticum rootstocks with 8-10 mm in diameter at a height of 15 cm from the ground and grafts

measuring an average of 8.5 cm in length, 10 mm in diameter, and with 3 buds. It was used the randomized block design, in a 3 x 3 factorial scheme [three grafting technique (cleft grafting, whip and tongue grafting, and plate budding) x three cultivars (African Pride, Thompson, and Gefner)], with 4 repetitions and 10 seedlings per repetition, totaling 40 seedlings per treatment. Sixty days after grafting the percentage of setting (%), percentage of sprouting (%), number of sprouting, number of leaves, and length of the largest sprouting (cm) were evaluated. The cleft grafting technique is efficient for the atemoya tree seedlings production. The African Pride cultivar may be grafted onto *Annona sylvatica* rootstocks by cleft grafting and whip and tongue graft technique, as they promote a higher percentage of setting. The *Annona sylvatica* rootstock has the potential to produce atemoya tree seedlings, although, the plate grafting is not viable.

**Keywords:** Araticum, *A. squamosa* L. x *A. cherimola* Mill., asexual propagation.

## INTRODUÇÃO

A produção comercial de anonáceas no Brasil tem destaque no cenário global (São José, Pires, Freitas, Ribeiro, e Perez, 2014). A atemoieira (*Annona squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.) é um híbrido interespecífico originado do cruzamento entre a cherimoia e a pinha (Leite, Mendonça, Mendonça, Dantas, e Cunha, 2013). O cruzamento entre espécies pode ocorrer naturalmente, entretanto, o híbrido atemoia foi resultado de um cruzamento intencional, que objetivou-se obter frutos com a qualidade apresentada por seus parentais e que apresentasse melhor adaptação clima tropical (Rabêlo, Costa, Libório, e Almeida, 2014).

Existem algumas cultivares de atemoieira disponíveis no mercado, entre elas estão: ‘Thompson’, ‘Gefner’, ‘African Pride’ e ‘PR3’ (Vieira, 2020). Algumas cultivares como Gefner e a Thompson são as mais cultivadas no estado de São Paulo, devido apresentarem melhor adaptação às condições climáticas regionais (Lemos, 2014).

Com o crescente interesse pela cultura da atemoieira, formas seguras sobre produção de mudas são imprescindíveis (Leite et al., 2013), visto que, as mudas tipo pés-francos podem levar de 3 a 4 anos para produzir, além de possuírem considerável variação na qualidade de frutos (Almeida, Alencar, e Yamanish, 2010). Para Leite et al. (2013), o porta-enxerto utilizado na enxertia é escolhido devido as suas características de rusticidade, disponibilidade de sementes viáveis, rápido desenvolvimento, compatibilidade com o enxerto, resistência às doenças de solo e indicação de boa produtividade.

Trabalhos com espécies nativas da família Annonaceae, como *Annona glabra*, *A. mucosa*, *A. reticulata*, *A. sylvatica* e *A. emarginata* mostraram que estas espécies apresentam potenciais para ser usadas como porta-enxerto (Almeida et al., 2010; Leite et al., 2013; Silva

et al., 2016; Baron, Gimenez, e Ferreira, 2018), sobretudo, existem poucos trabalhos utilizando diferentes cultivares de atemoieira como enxerto para estas espécies nativas.

O araticum, ariticum ou cortiça amarela (*Annona sylvatica* (A. St.-Hill.) Mart), é uma espécie nativa com presença distribuída de Pernambuco ao Rio Grande do Sul, dentro do Bioma de Mata atlântica (Braga Sobrinho, 2014; Lorenzi, 2016) e apresenta potencial econômico no setor da fruticultura brasileira e indústria madeireira (Arruda, Botrel, Fernandes, e Almeida, 2016), além da importância econômica da espécie, a mesma apresenta relevância quanto a recomposição florestal de áreas degradadas, em função de suas características de adaptação.

A propagação vegetativa é uma opção para produção de mudas de qualidade, pois permite a uniformidade das mesmas, além da obtenção de mudas idênticas a planta matriz, aumentando o vigor na produção (Hartmann, Kester, Davies Júnior, Geneve, e Wilson, 2018; Gomes e Krinski, 2018).

A enxertia é a técnica de propagação vegetativa recomendado para a maioria das espécies frutíferas (Beshir, Alemayehu, e Dessalegn, 2019). Um aspecto importante trata-se da compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto, em muitos casos podendo ocorrer incompatibilidade ocasionada pela má conexão vascular, descontinuidade vascular e degeneração do floema, sendo que a má conexão vascular, pode interromper a conectividade do porta-enxerto e do enxerto no ponto de enxertia (Cassol et al., 2017; Oldoni, Nienow, Schons, e Mayer, 2019; Fadel et al., 2019).

A técnica de enxertia a ser utilizado pode influenciar na compatibilidade do porta-enxerto e enxerto e, conseqüentemente na formação inicial da muda (Hartmann et al., 2018; Oldoni et al., 2019). Entre as técnicas mais utilizadas estão a enxertia via garfagem (fenda cheia, fenda esvaziada, inglês simples ou inglês complicado) e também via borbulhia (gema e placa) (Hartmann et al., 2018).

Dessa forma, o estudo teve como objetivo avaliar o potencial de uso de araticum (*Annona sylvatica*) como porta-enxerto de diferentes cultivares de atemoieira em função de métodos de enxertia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental de Cultivo Protegido e Controle Biológico “Professor Doutor Mário Cesar Lopes”, pertencente Universidade

Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *Campus* Marechal Cândido Rondon-PR, sob as coordenadas geográficas de latitude 54° 22' W, longitude 24° 46' S e altitude de 420 m.

Para obtenção das sementes de araticum [*Annona sylvatica* (A. St.-Hill.) Mart] foram coletados, em março de 2019, frutos maduros de quatro plantas nativas que se encontram na Fazenda Experimental “Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa”, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Unioeste. Imediatamente após a coleta, os frutos foram levados ao Laboratório de Tecnologia de Sementes, a fim de remover o epicarpo. A polpa com as sementes foi colocada em baldes plásticos de 5 L e deixou-se em repouso por 48 h. Após este período, as sementes foram lavadas em água corrente sobre uma peneira (malha 06, fio 23 BWG, aro 65 cm) até a total retirada da mucilagem. Na sequência, as sementes foram colocadas para secar em local seco, sombreado, ventilado e em temperatura ambiente de  $25 \pm 2$  °C.

O experimento foi conduzido em ambiente de telado, coberto com malha de sombreamento (30%). Para a produção de porta-enxertos de araticum, as sementes foram submersas em ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na concentração de 1.200 mg L<sup>-1</sup> no período de 24 h e logo em seguida, semeadas em canteiro de alvenaria, preenchido de areia de textura média (entre 0,2 mm e 0,6 mm) lavada e previamente desinfestada com solução de hipoclorito de sódio. O sistema de irrigação utilizado foi aspersão com acionamentos intermitentes das 7:00 às 18:00 h, com acionamento a cada 30 min e duração de 2 min, com vazão de  $1,17 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, a cada vez.

O transplante das mudas foi realizado aos 150 dias após a semeadura (apresentavam em média 8-10 cm de altura e dois pares de folhas definidas), para sacos de polietileno preto (25 cm de altura, 15 cm de largura e 0,02 mm de espessura), com substrato composto de solo e esterco de curral curtido (1:1, v:v). A análise química do substrato foi realizada pelo Laboratório de Química Ambiental e Instrumental pertencente a própria Universidade. Obteve-se como resultado dos atributos químicos: pH em CaCl<sub>2</sub> = 6,43 mol L<sup>-1</sup>; P disponível (extrator Mehlich<sup>-1</sup>) = 253,62 mg dm<sup>-3</sup>; K disponível = 2,02 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 8,11 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 3,62 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al, 2,95 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 16,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; M.O = 45,80 g dm<sup>-3</sup>, SB = 13,75 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V (%) = 82,34.

Os ramos das cultivares copa de atemoieira (Thompson, African Pride e Gefner), foram coletados em agosto de 2020 (final do período de repouso vegetativo), oriundos de plantas em produção com idade média de 12 anos, provenientes do viveiro de mudas da CATI, São Bento do Sapucaí/SP. Os ramos tinham em média com 50 cm de comprimento, 6-

10 gemas e 10 mm de diâmetro, logo após a coleta foram acondicionados em jornal e envolvidos com sacos plásticos de coloração preta para o transporte à Uniãoeste.

A enxertia foi realizada no período da manhã em agosto de 2020, com enxertos medindo em aproximadamente 8,5 cm de comprimento, 10 mm de diâmetro e com 3 gemas, sendo estes enxertados em porta-enxertos de araticum com 1 ano de idade e 8-10 mm de diâmetro a uma altura de 15 cm do solo. O procedimento da enxertia foi feito com estilete limpo e esterilizado, fita veda-rosca (material politetrafluoretileno, 12 mm e 25 m e cor branca) e sacos plásticos transparentes (polietileno) com dimensões de 4 x 24 x 0,05 cm para a cobertura dos enxertos, evitando, assim, seu dessecamento (Kitamura, Ramos, e Lemos, 2004). As enxertias por garfagem (fenda cheia e inglês complicado) e borbulhia foram feitas de acordo com a metodologia proposta por Paiva et al. (2015).

Após a enxertia as mudas permaneceram em ambiente de telado, coberto com malha de sombreamento (30%) e realizaram-se irrigações diariamente, de forma a manter o substrato sempre úmido. Todos os tratos culturais necessário foram realizados de acordo com a necessidade. A retirada dos brotos abaixo do ponto de enxertia foi realizada por ocasião de seu surgimento. Após 30 dias da enxertia foram retirados os sacos de plásticos e as fitas que fixavam a enxertia.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 [três métodos de enxertia (garfagem em fenda cheia, garfagem em inglês complicado e borbulhia em placa) x três cultivares (African Pride, Thompson e Gefner)], contendo 4 repetições e 10 mudas por repetição, totalizando-se 40 mudas por tratamento.

Foram avaliados, aos 60 dias após a realização da enxertia, a percentagem de pegamento dos enxertos, contabilizando o número de porta-enxertos e enxertos que pegaram em relação ao número total de mudas, por meio da cicatrização e com presença ou ausência de brotação dos mesmos, com os resultados expressos em percentagem; percentagem de brotação, contabilizada a partir da presença de brotos nos enxertos com pegamento em relação ao número total de mudas, com os resultados expressos em percentagem; número de brotações, pela contagem direta do número de brotações emitidas no enxerto; Número de folhas, considerando-se as que apresentaram comprimento superior a 2 cm e comprimento da maior brotação, realizado por meio de medições com régua milimetrada, medindo-se a partir do início da brotação até o ápice deste, com resultados expressos em centímetros.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de normalidade de Shapiro Wilk ( $p > 0,05$ ). Cumpridos os pressupostos do modelo, realizou-se a análise de variância, para verificar os

efeitos dos fatores isolados e sua interação. Quando houve significância ( $p > 0,05$ ), aplicou-se o Teste de Tukey para comparação de médias, a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância (Tabela 1) verificou-se a interação entre os métodos de enxertia e as cultivares de atemoieira, para a percentagem de pegamento e percentagem de brotação. Para o número de brotação, número de folhas e comprimento da maior brotação houve diferença significativa para os fatores isolados.

**Tabela 1:** Resumo da análise de variância contendo os valores do quadrado médio para pegamento do enxerto (PEG), brotação (BRO), número de brotações (NB), número de folhas (NF) e comprimento da maior brotação (CMB), em função de métodos de enxertia (E) e cultivar (C). Unioeste, Campus Marechal C. Rondon, PR. 2022.

FV	GL	PEG (%)	BRO (%)	NB	NF	CMB (cm)
E	1	600,00*	416,66*	1,17*	50,75*	27,62*
C	2	20216,66*	21066,66*	17,79*	690,63*	474,74*
E x C	2	350,00*	416,66*	0,50 <sup>ns</sup>	4,73 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	22,22	8,33	0,10	1,65	2,14
Total	23					
CV(%)		8,08	5,09	17,22	11,70	14,56

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro, <sup>ns</sup> = não significativo, FV = fator de variação, GL = graus de liberdade, CV = coeficiente de variação.

O método de enxertia por borbúlia em placa foi o único com o qual não se obteve PEG, BRO, NB, NF e CMB, pois houve ressecamento das borbúlias com as três cultivares estudadas, tendo como consequência sua morte (Tabelas 2 e 3). Resultado semelhante foi observado por Leite et al. (2013). Estes autores ressaltam que o método de enxertia por borbúlia apresenta baixa eficiência na união entre os tecidos, por apresentar poucas reservas (carboidratos), dificultando no pegamento e brotação da mesma. Os mesmos autores testaram métodos de enxertia em atemoieira e dois porta-enxertos (*Annona glabra* e *A. squamosa*) e concluíram que o método de enxertia por borbúlia não é eficiente para a produção de mudas

de atemoieira cultivar Gefner, resultado que corrobora o presente trabalho para todas as cultivares estudadas.

**Tabela 2.** Dados médios de percentagem de pegamento (PEG) e percentagem de brotação (BRO) dos enxertos de mudas de atemoieira (*Annona squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.), em função de métodos de enxertia e cultivar. Unioeste, *Campus Marechal C. Rondon*, PR. 2021.

PEG (%)			
Métodos de enxertia	African Pride	Gefner	Thompson
Garfagem por fenda cheia	100 aA*	5 aC	85 aB
Garfagem por inglês complicado	100 aA	0 aC	60 bB
Borbulhia em placa	-	-	-
CV(%)	8,08		
BRO (%)			
Métodos de enxertia	African Pride	Gefner	Thompson
Garfagem por fenda cheia	100 aA	0 aC	82 aB
Garfagem por inglês complicado	100 aA	0 aC	57 bB
CV(%)	5,09		

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. PEG = percentagem de pegamento dos enxertos, BRO = percentagem de brotação e CV = coeficiente de variação.

Estudos com atemoieira (*A. squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.) (Leite et al., 2013), romãzeira (*Punica granatum*) (Paiva et al., 2015), magueira (*Mangifera indica*), cajueiro (*Anacardium occidentale*) (Ferreira, Negrini Júnior, Valente, Távora, e Ferreira, 2016) e tamarindeiro (*Tamarindus indica*) (Góes, Melo, Mendonça, Dantas, e Leite, 2016), sustentam os resultados encontrados nesta pesquisa, no qual, os métodos de garfagem apresentam maior viabilidade para produção de mudas de atemoieira, quando comparados com o método de borbulhia.

Em contrapartida, para outras espécies nativas, o método de enxertia por borbulhia em placa tem sido efetivamente utilizado na produção de mudas, a exemplo da castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) (Almeida et al., 2020), araucária (*Araucaria angustifolia*) (Constantino e Zanette, 2015) e cupuaçuzeiro (Souza e Souza, 2018), podendo ressaltar que, os principais fatores envolvidos no pegamento da borbulhia estão relacionados as condições edafoclimáticas e a compatibilidade na enxertia.

Observou-se que a cultivar African Pride apresentou PEG igual, entre a garfagem por fenda cheia e inglês complicado, ambos superiores à borbulhia e apresentou maior percentagem que as cultivares Thompson e Gefner propagadas pelo mesmo método (Tabela 2). Para a cultivar Thompson, maior PEG foi obtida com a utilização de garfagem de fenda cheia. Obteve-se também, menores percentagens de pegamento dos enxertos na cultivar Gefner, sendo valores quase nulos e sem diferença significativa entre os métodos de enxertia.

A variação nos resultados descrita acima pode estar relacionada com a possível diferença dos tecidos parenquimáticos das cultivares, podendo interferir no pegamento, sob inúmeros métodos de enxertia (Hartmann et al., 2018). E os mesmos autores ressaltam que para o sucesso da união cambial, é necessária uma elevada capacidade das células parenquimáticas em produzir calosidade.

Na garfagem de fenda cheia, a cultivar African Pride foi superior (100%) quando comparada com Thompson (85%) e Gefner (5%). Para o método em inglês complicado, novamente a cultivar African Pride (100%), destaca-se com valor superior, quando comparada à Thompson (60%) e Gefner (0%) (Tabela 2).

A compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto é muito importante para o pegamento da enxertia e, conseqüentemente, para a produção de mudas de qualidade (Campos, Marinho, Portella, Amaral, e Carvalho, 2017). O sucesso ou fracasso da técnica de enxertia está profundamente relacionado ao processo de cicatrização da união do enxerto e porta-enxerto (Zeist, Resende, Giacobbo, Faria, e Dias, 2017).

Para brotação (Tabela 2) a cultivar African Pride apresentou resultados estatisticamente iguais independentemente do método de enxertia (fenda cheia e inglês complicado), porém, apresentaram maiores percentagens do que as cultivares Thompson e Gefner. Para a cultivar Thompson, obtiveram-se as maiores percentagens de brotação no método de enxertia em fenda cheia. A cultivar que apresentou as menores percentagens de brotação foi a Gefner (0%), independentemente do método de enxertia utilizado.

É possível que esta variação na brotação entre as espécies tenha ocorrido em razão de diferenças morfológicas entre os porta-enxertos e as plantas utilizadas como enxertos (Citadin, Scariotto, Wagner Júnior, e Sachet, 2012), visto que se desenvolveram em condições edafoclimáticas diferentes, antes da realização da enxertia, ainda que as plantas matrizes que cederam os enxertos, tenham se desenvolvido no mesmo local.

No método de enxertia em fenda cheia, a cultivar African Pride (100%), foi estatisticamente superior quando comparada com Thompson (82%) e Gefner (0%). Para o

método em inglês complicado, novamente a cultivar African Pride (100%) destaca-se estatisticamente com valor superior quando comparada com Thompson (57%) e Gefner (0%) (Tabela 2). Em estudos realizados por Leite et al. (2013), verificou-se que a atemoieira enxertada em araticunzeiro-do-brejo (*Annona glabra*), apresentou maior brotação em relação à atemoieira enxertada em pinheira (*A. squamosa*).

O NB em função do método de enxertia pode ser observado na Tabela 3. O método em fenda cheia (2,1 brotos/enxerto) teve destaque evidenciado pela estatística, apresentando valor superior de brotação quando comparado com o método em inglês complicado (1,6 brotos/enxerto). Possivelmente o comprimento dos ramos não influenciaram no número de brotação, sendo que na presente pesquisa o método de garfagem por fenda cheia apresentou valores superiores no número de brotação e comprimento do maior ramo quando comparado com o método de garfagem em inglês complicado. Em contrapartida, Citadin et al. (2012), afirmam que o maior número de brotação, aumentará a competição por carboidratos e/ou fotoassimilados, reduzindo assim o comprimento das brotações. O NB em função das cultivares, houve diferença significativa estatisticamente, sendo que as cultivares African Pride (2,9 brotos/enxerto) e Thompson (2,6 brotos/enxerto), apresentaram melhores resultados quando comparadas com a cultivar Gefner (0,2 brotos/enxerto).

Tabela 3. Dados médios de número de brotações (NB), número de folhas (NF) e comprimento da maior brotação (CMB) de mudas de atemoieira (*Annona squamosa* L. x *A. cherimola* Mill.), em função de métodos de enxertia e cultivar. Unioeste, *Campus* Marechal C. Rondon, PR. 2022.

Métodos de enxertia	NB	CMB (cm)	NF
Garfagem por fenda cheia	2,1 a*	11,1 a	12,5 a
Garfagem por inglês complicado	1,6 b	9,0 b	9,5 b
Cultivar	NB	CMB (cm)	NF
African Pride	2,9 a	15,3 a	18,9 a
Thompson	2,6 a	13,7 a	13,9 b
Gefner	0,2 b	1,2 b	0,8 c
CV(%)	17,22	14,56	11,70

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. NB = número de brotações, NF = número de folhas, CMB = comprimento da maior brotação e CV = coeficiente de variação.

Para Góes et al. (2016), o desenvolvimento das brotações está relacionado com a intensa atividade cambial e a disponibilidade de reservas do material propagado. Barreto,

Cavallari, Venturini, Andrade, e Martins (2015) e Malagi, Citadin, Scariotto, Wagner Júnior, e Sachet, (2012), apontam que a relação entre número de brotações por planta e comprimento é inversamente proporcional, fato este que não ocorreu no presente trabalho. Celant et al. (2010), trabalharam com armazenamento a frio de ramos porta-borbulhas e métodos de enxertia de cultivares de marmeleiro (*Chaenomeles sinensis*). Os mesmos autores verificaram maior número de brotação com o método de garfagem do tipo fenda dupla, com incremento de 71,8% na brotação dos enxertos, em comparação com a brotação da enxertia por borbulhia, por apresentar poucas reservas.

Para o CMB, o método de garfagem por fenda cheia (11,1 cm) foi superior ao método de garfagem por inglês complicado (9,0 cm), apresentando o maior comprimento de brotação. O CMB em função das cultivares, não diferiu estatisticamente entre si para as cultivares African Pride (15,3) e Thompson (13,7 cm), apresentando melhores resultados quando comparadas com a cultivar Gefner (1,2 cm).

Resultados contrários foram encontrados por Souza et al. (2010), que trabalharam com diferentes métodos de enxertia em cajazeira (*Spondias mombin*). Tais autores, encontraram o maior comprimento de brotação para o método em inglês simples e concluíram que os métodos em fenda cheia e fenda lateral, não diferiram entre si. Keller, Mills, e Harbertson (2010), relatam que o vigor das mudas pode ser caracterizado pela velocidade e a capacidade de crescimento de brotações/ramos de videira, das cultivares Merlot, Syrah e Chardonnay. Dessa forma, mudas que apresentam brotações/ramos crescendo mais rapidamente e atingindo maior comprimento são consideradas mudas mais vigorosas.

Para o NF, em função ao método de enxertia (Tabela 3), o método em fenda cheia (12,5) foi superior quando comparado o método inglês complicado (9,5). A cultivar African Pride (18,9), apresentou maior número de folhas, quando comparado as cultivares, cultivar Thompson (13,9) e Gefner (0,8).

O presente estudo corrobora com Góes et al. (2016), que estudaram métodos de enxertia em tamarindeiro (*Tamarindus indica*). Estes autores, observaram que o maior número médio de folhas foi verificado nos métodos de enxertia em fenda cheia, inglês complicado e inglês simples, respectivamente. Dependendo da fase da planta o número de folhas é importante para avaliação do vigor induzido pelo porta-enxerto (Leite et al., 2013). Seguindo esta mesma linha, Taiz, Zeiger, Moller, e Murphy (2017), afirmam que esta característica é importante para o desenvolvimento das mudas após o pegamento, porque as folhas são responsáveis pela síntese de 90% do carbono assimilado pelas plantas.

Na presente pesquisa, demonstra-se que os métodos de enxertia por garfagem por fenda cheia e garfagem por inglês complicado com a cultivar African Pride, pode ser recomendado para produção de mudas de atemoieira, com uso de porta-enxertos de *Annona sylvatica*, tendo em vista que apresentou melhor desenvolvimento aos 60 dias, em contra partida, realizando-se a técnica de enxertia com o mesmo porta-enxerto e a cultivar Gefener não se recomenda a utilização dos métodos usados na pesquisa. É importante ressaltar que existem poucos trabalhos na literatura no sentido de produzir mudas de atemoieira. Desta forma, a realização de novos trabalhos com utilização de outros métodos de enxertia e cultivares que apontem condições de desenvolvimento das mudas e em campo é de grande importância, uma vez que os porta-enxertos, os métodos de enxertia e as cultivares podem indicar melhor pegamento e desenvolvimento de mudas.

## CONCLUSÕES

O método de enxertia por garfagem em fenda cheia é eficiente para a produção de mudas de atemoieira. A cultivar African Pride pode ser enxertada no porta-enxerto de *Annona sylvatica* pelos métodos de garfagem, em fenda cheia e inglês complicado. O porta-enxerto de *Annona sylvatica* tem potencial para a produção de mudas de atemoieira, porém, a enxertia por borbulhia em placa não é viável.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, I. I., Santos, R. F., Mayer, M. M., Silva, J. Z., Alcoforado, A. T. W., & Pedrozo, C. A. (2020). Porta-enxertos e enxertia de castanheira-do-brasil pelo método da borbulhia por placa. *Revista Ciências Agrárias*, 63(1), 1-9.
- Almeida, L. F. P., Alencar, C. M., & Yamanish, O. K. (2010). Propagação por enxertia de atemoia ‘Thompson’ sobre espécies de *Rollinia*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(2), 653-656. DOI: 10.1590/S0100-29452010005000058
- Arruda, H. S., Botrel, D. A., Fernandes, R. V. B., & Almeida, M. E. F. (2016) Development and sensory evaluation of products containing the Brazilian Savannah fruits araticum (*Annona crassiflora* Mart.) and cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart.). *Brazilian Journal Food Technology*, 19(1), 1-7. DOI: 10.1590/1981-6723.10515
- Baron, D., Gimenez, J. I., & Ferreira, G. (2018). Abscysic acid and compatibility of atemoya (*Annona x atemoya* Mabb.) grafted onto native species. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 40(4), 1-5. DOI: 10.1590/0100-29452018954
- Barreto, L. F., Cavallari, L. L., Venturini, G. C., Andrade, R. A., & Martins, A. B. G. (2015). Propagação de rambutanzeiro (*Nephelium lappaceum* L.) por enxertia. *Revista Caatinga*, 28(1), 176 -182.

- Beshir, W., Alemayehu, M., & Dessalegn, Y. (2019). Effect of grafting time and technique on the success rate of grafted Mango (*Mangifera indica* L.) in Kalu District of Amhara Region, North Eastern Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1-19. DOI: 10.1080/23311932.2019.1577023
- Braga Sobrinho, R. (2014). Produção integrada de anonáceas no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(especial), 102-107. DOI: 10.1590/S0100-29452014000500012
- Campos, G. S., Marinho, C. S., Portella, C. R., Amaral, B. D. A., & Carvalho, W. S. G. (2017). Production of guava mini-grafted on intra or interspecific rootstock. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(1), 1-6. DOI: 10.1590/0100-29452017635
- Cassol, D. A., Pirola, K., Dotto, M., Citadin, I., Mazaro, S. M., & Wagner Junior, A. (2017). Grafting technique and rootstock species for the propagation of *Plinia cauliflora*. *Ciência Rural*, 47(2),1-6. DOI: 10.1590/0103-8478cr20140452
- Celant, V. M., Pio, R., Chagas, E. A., Alvarenga, A.A., Dalastra, I. M., & Campagnolo, M. A. (2010). Armazenamento a frio de ramos porta-borbulhas e métodos de enxertia de cultivares de marmeleiro. *Ciência Rural*, 40(1), 1-5. DOI: 10.1590/S0103-84782009005000223
- Citadin, G. M. I., Scariotto, S.; Wagner Júnior, A., & Sachet, M. R. (2012). Enxertia interespecífica de jabuticabeira: influência do tipo de garfo. *Ciência Rural*, 42(2), 221-224. DOI: 10.1590/S0103-84782012005000006
- Constantino, V., & Zanette, F. (2015). Produção de borbulhas ortotrópicas para enxertia de *Araucária angustifolia*. *Acta Biológica Paranaense*, 44(3), 49-55. DOI: 10.5380/abpr.v44i1-4.47598
- Fadel, A. L., Stuchi, E. S., Silva, S. R., Parolin, L. G., Oliveira, C. R., Müller, G. W., & Donadio, L. C. (2019). Compatibility and horticultural performance of Pera sweet orange clones grafted to Swingle citrumelo rootstock. *Bragantia*, 78(4), 564-572. DOI: 10.1590/1678-4499.20190116
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001
- Ferreira, L. G., Negrini Júnior, E., Valente, J. P., Távora, C., & Ferreira, C. B. (2016). Avaliação de métodos de enxertia para mangueira e cajueiro na baixada cuiabana. *Ensaio e Ciência*, 20(3), 126-130. DOI: 10.17921/1415-6938.2016v20n3p128-132
- Góes, G. B., Melo, I. G. C., Mendonça, V., Dantas, D. J., & Leite, G. A. (2016). Métodos de enxertia na produção de mudas de tamarindeiro. *Revista Ceres*, 63(6), 853-859. DOI: 10.1590/0034-737X201663060015
- Gomes, E. N., & Krinski, D. (2018). *Piper crassinervium* Kunth vegetative propagation: influence of substrates and stem cuttings positions. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, 11(3), 51-59. DOI: 10.5935/PAeT.V11.N3.05
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies Júnior, F. T., Geneve, R. L., & Wilson, S. E. (2018). *Plant propagation: principles and practices*. (9nd ed.) New Jersey: Prentice Hall.

- Keller, M., Mills, J. L., & Harbertson, H. F. (2010). Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: vigor yield formation, and fruit ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63(1), 29-39. DOI: 10.5344 / ajev.2011.11078
- Kitamura, M.C., Ramos, J.D., & Lemos, E.E.P. (2004). Avaliação de tipos de enxertia e recipientes para produção de mudas de grivoleira (*Annona muricata* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, 28(4), 24-33. DOI: 10.1590/S1413-70542004000100003
- Leite, G. A., Mendonça, V., Mendonça, L. F. M., Dantas, L. L. G. R., & Cunha, P. S. C. F. (2013). Portaenxertos e métodos de enxertia na produção de mudas de Ateemoieira (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill.). *Semina*, 34(5), 2117-2128. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n5p2117
- Lemos, E. E. P. (2014). A produção de anonáceas do Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(1), 77-85. DOI: 10.1590/S0100-29452014000500009
- Lorenzi, H. (2016). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arboreas nativas do Brasil*. (7nd ed.) São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- Malagi, G., Citadin, I., Scariotto, S., Wagner Júnior, A., & Sachet, M. R. (2012). Enxertia interespecífica de jabuticabeira: influência do tipo de garfo. *Ciência Rural*, 42(2),221-224. DOI: 10.1590/S0103-84782012005000006
- Oldoni, C. M., Nienow, J. S., Schons, J., & Mayer, N. A. (2019). Peroxidase activity and initial growth of 'Barbosa' peach on clonal rootstocks. *Revista Brasileira Fruticultura*, 41(6),1-10. DOI: 10.1590/0100-29452019086
- Paiva, E. P., Rocha, R. H. C., Sousa, F. A., Nobre, R. G., Guedes, W. A., Moreira, I. S., & Sá, F. V. S. (2015). Crescimento e fisiologia de mudas de romãzeira cv. Wonderful propagadas por enxertia. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 10(1), 117-122. DOI: 10.5039/agraria.v10i1a5170.
- Rabêlo, S. V., Costa, M. M., Libório, R.C., & Almeida, J. R. G. S. (2014). Atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(especial), 265-271. DOI: 10.1590/S0100-29452014000500031
- São José, A. R., Pires, M. D. M., Freitas, A. L. G. E. D.; Ribeiro, D. P.; & Perez, L. A. A. (2014). Atualidades e perspectivas das Anonáceas no mundo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(1), 86-93. DOI: 10.1590/S0100-29452014000500010
- Silva, C. C., Arrais, I. G., Almeida, J. P. N., Dantas, L. L. G., Oliveira, F. S., & Mendonça, V. (2016). Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. *Revista de Ciências Agrárias*, 39(2), 234-241. DOI: 10.19084/RCA15057
- Souza, A. D. G. C., & Souza, M. G. (2018). *Enxertia de borbulhia em placa em cupuaçuzeiro*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental.

Souza, E. P., Mendonça, R. M.N., Silva, S.M., Estrela, M. A., Souza, A. P., & Silva, G. C. (2010). Enxertia da cajazeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(1),316-320. DOI: 10.1590/S0100-29452010005000002

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. (6nd ed.) Porto Alegre: Editora Artimed.

Vieira, G. H. M. (2020). Irradiação ionizante em pós-colheita de atemoia cultivar ‘Thompson’. *Colloquium Agrariae*, 16(5), 67-81. DOI: 10.5747/ca.2020.v16.n5.a396

Zeist, A. R., Resende, J. T. V., Giacobbo, C. L., Faria, C. M. D. R., & Dias, D. M. (2017). Graft takes of tomato on other solanaceous plants. *Revista Caatinga*, 30(2), 513-520. DOI: 10.1590/1983-21252017v30n227rc

## 1 **CONCLUSÕES GERAIS**

2           A germinação de sementes de araticum não é influenciada pelos acessos avaliados e  
3 tampouco, da região do fruto de onde foram tiradas.

4           A superação da dormência em sementes de araticum é promovida por maior  
5 concentração e maior período de imersão.

6           O araticum tem potencial para ser utilizado como porta-enxerto para produção de  
7 mudas de atemoieira.