



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

## **DISSERTAÇÃO**

**MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Lophantera lactescens* Ducke**

**PATRÍCIA CÂNDIDO DA CRUZ SILVA**

AREIA - PB

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CAMPUS II - AREIA/PB



## **MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Lophantera lactescens* Ducke**

**PATRÍCIA CÂNDIDO DA CRUZ SILVA**

*Sob a orientação da Professora*

**Edna Ursulino Alves**

Dissertação submetida como requisito para obtenção  
do grau de **Mestre em Agronomia**, no Programa de  
Pós-Graduação em Agronomia.

AREIA - PB

2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB

S586m Silva, Patrícia Cândido da Cruz.

Maturação fisiológica de sementes de *Lophantera lactescens* Ducke/Patrícia Cândido da Cruz Silva - Areia: UFPB/CCA, 2017.  
xv, 50 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientadora: Edna Ursulino Alves.

1. Sementes de *Lophantera lactescens* - Germinação 2. Sementes de lanterneira - Vigor 3. Malpighiaceae - Maturidade fisiológica I. Alves, Edna Ursulino (Orientadora)  
II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 631.53.02:582.755.1(043.3)

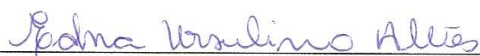
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CAMPUS II - AREIA/PB

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

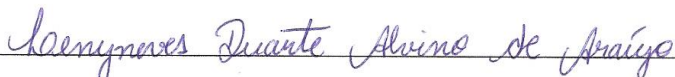
**MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Lophantera lactescens* Ducke**

**PATRÍCIA CÂNDIDO DA CRUZ SILVA**

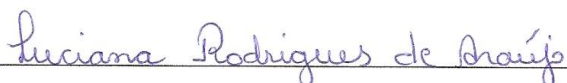
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em  
AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela Comissão Examinadora



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Edna Ursulino Alves - CCA/UFPB  
Orientadora



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lenyneves Duarte Alvino de Araújo - DCB/CCA-UFPB  
Examinadora



Dr<sup>ª</sup>. Luciana Rodrigues de Araújo - PMA/SEDUC  
Examinadora

Aprovada em 23 de fevereiro de 2017.

Presidente da Comissão Examinadora  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Edna Ursulino Alves  
Orientadora

*“Aquele que supre a semente ao que semeia e o pão ao que come também lhes suprirá e multiplicará a semente e fará crescer os frutos da sua justiça. Vocês serão enriquecidos e fará crescer os frutos da sua justiça. Vocês serão enriquecidos de todas as formas, para que possam ser generosos em qualquer ocasião e, por nosso intermédio, a sua generosidade resulte em ação de graças a Deus”*

**2 Coríntios 9:10-11**

*“Foi o tempo que dedicaste à tua rosa que a fez tão importante”*

***O pequeno príncipe***

*As minhas avós*  
*Maria do Carmo Ribeiro da Silva e Agripina Cândido da Cruz (in*  
*memorian)*

**OFEREÇO**

*Aos meus queridos e amados pais*  
*Pedro Raimundo Ribeiro da Silva e Maria das Neves Cândido da*  
*Cruz Silva*  
*E a minha companheira e amada irmã*  
*Natália Cândido da Cruz Silva*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu infinito amor, por ser meu escudo e está sempre ao meu lado, me dando forças nos momentos de alegrias e tribulações. Obrigada por tudo Senhor, muitas vezes não entendo os teus propósitos, mas sei que sempre fazes o melhor por mim.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudo.

A Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelo tempo de acolhimento e grande oportunidade a mim concedida para concretização de mais uma etapa da minha vida.

A Profa. Dra. Edna Ursulino Alves, pelo exemplo de profissionalismo, pela forma sábia de orientação, pelos preciosos ensinamentos, disponibilidade de orientação, apoio e compreensão a mim concedidos nos momentos difíceis.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, que tive o prazer de conviver no decorrer das disciplinas, por todo aprendizado e conhecimento adquirido.

As funcionárias do Programa de Pós-graduação em Agronomia.

A Dr<sup>a</sup>. Luciana Rodrigues de Araújo, pela amizade, carinho, consideração, disponibilidade e ajuda durante a pesquisa.

A banca examinadora, Luciana Rodrigues de Araújo e Lenyneves Duarte Alvino de Araújo pelas contribuições para melhoria do trabalho.

Ao Prof. Walter Esfrain Pereira pela contribuição nos conhecimentos estatísticos.

As pessoas mais importantes da minha vida, meus pais (Maria das Neves Cândido da Cruz Silva e Pedro Raimundo Ribeiro da Silva), por todo amor, carinho, apoio, compreensão e sacrifícios, que para mim são exemplos. Deus não poderia ter me concedido pais melhores, por isso rogo muito ao Senhor pelas vossas vidas, uma vez que vocês são meus maiores tesouros.

A minha amada e companheira irmã (Natália Cândido da Cruz Silva) e cunhado (Manoel da Silva), por todo carinho, apoio, amor, companheirismo e compreensão. Que não medem esforços para me ajudar sempre que preciso, peço que Deus os ilumine grandemente.

A José de Oliveira Cruz, pelo carinho, apoio, companheirismo, amor e que também não mede esforço para me ajudar sempre que preciso.

Aos meus familiares avós, tios, tias, primos, primas, madrinha, pelo apoio, incentivo e orações nos momentos que mais precisei.

As amizades construídas no decorrer do curso de Pós-Graduação. Deus abençoe vocês.

A equipe do Laboratório de Análise de Sementes, especialmente Carol, Lúcia, Mercês, Paulo Araújo, Flávio, Rosemere, Adeilson, Emanuel e Nelto pelo convívio, amizade, aprendizado compartilhado e momentos de descontração.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, Antônio Alves de Lima, Rui Barbosa da Silva e Severino Francisco dos Santos, pelo apoio.

Ao pessoal do Viveiro de Fruticultura do Centro de Ciências Agrárias, em especial a Jandira Pereira da Costa e Josinaldo Gomes da Silva (Sr. Doda) pelo apoio durante a realização da pesquisa.

Ao pessoal do Viveiro de Ecologia Vegetal, em especial a Edilson Guedes da Costa, Pedro Raimundo Ribeiro da Silva e Cosme Ribeiro Cavalcante pelo apoio no decorrer da realização da pesquisa.

A Saulo Antônio Alves de Lima pelo apoio durante a pesquisa.

A André Barbosa da Silva pelo apoio durante a pesquisa.

Enfim, a todos que não foram citados, mas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e na minha vida profissional e pessoal.

**Muito obrigada!**

## SUMÁRIO

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| <b>LISTA DE TABELA.....</b>                                   | <b>xi</b>  |
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>                                  | <b>xii</b> |
| <b>RESUMO.....</b>                                            | <b>xiv</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>                                          | <b>xv</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                     | <b>1</b>   |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                          | <b>3</b>   |
| 2.1. Aspectos botânicos da <i>Lophantera lactescens</i> ..... | 3          |
| 2.2. Maturação fisiológica.....                               | 4          |
| 2.3. Teor de água.....                                        | 5          |
| 2.4. Mudanças de coloração de frutos e sementes.....          | 7          |
| 2.5. Tamanho de frutos e sementes.....                        | 8          |
| 2.6. Conteúdo de massa seca de frutos e sementes.....         | 10         |
| 2.7. Germinação e vigor de sementes.....                      | 12         |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                             | <b>14</b>  |
| 3.1. Área de estudo.....                                      | 14         |
| 3.2. Implantação do experimento.....                          | 14         |
| 3.3. Parâmetros morfológicos e fisiológicos.....              | 16         |
| 3.3.1. Caracterização biométrica dos frutos.....              | 16         |
| 3.3.2. Coloração de frutos.....                               | 16         |
| 3.3.3. Determinação do teor de água dos frutos.....           | 16         |
| 3.3.4. Massa seca de frutos.....                              | 17         |
| 3.3.5. Teste de germinação.....                               | 17         |
| 3.3.6. Índice de velocidade de germinação (IVG).....          | 17         |

|           |                                                      |           |
|-----------|------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.7.    | Comprimento e massa seca de plântulas.....           | 18        |
| 3.4.      | Delineamento experimental e análise estatística..... | 18        |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                   | <b>19</b> |
| <b>5.</b> | <b>ANÁLISE DE CORRELAÇÃO.....</b>                    | <b>32</b> |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSÕES.....</b>                               | <b>35</b> |
| <b>7.</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>               | <b>36</b> |

## LISTA DE TABELA

**Figura 1.** Coeficientes de correlação simples (r) entre precipitação (mm), umidade relativa do ar (%) e temperatura média do ar (°C) com massa seca de frutos (MSF), teor de água (TA), comprimento de frutos (COM), largura de frutos (LAR), espessura de frutos (ESP), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz primária de plântula (CRP), comprimento de parte aérea de plântulas (CPA), massa seca das raízes de plântulas (MSR), massa seca de parte aérea de plântulas (MSPA), de *L. lactescens* avaliados em diferentes estádios de maturação, nos anos de 2015 e 2016, Areia-PB.....

## LISTA DE FIGURAS

|                  |                                                                                                                                                                                           |            |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Figura 1.</b> | Valores mensais das variáveis precipitação pluviométrica, umidade relativa e temperatura média do ar, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), média de dez anos (2005 - 2014) (C), Areia-PB..... | Pág.<br>15 |
| <b>Figura 2.</b> | Comprimento, largura e espessura dos frutos de <i>Lophantera lactescens</i> colhidos em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A, C e E) e 2016 (B, D e F), Areia-PB.....                   | 20         |
| <b>Figura 3.</b> | Coloração dos frutos de <i>Lophantera lactescens</i> dos 15 até os 210 dias após a antese, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.....                                                 | 23         |
| <b>Figura 4.</b> | Teor de água dos frutos de <i>Lophantera lactescens</i> colhidos em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.....                                                     | 24         |
| <b>Figura 5.</b> | Massa seca dos frutos de <i>Lophantera lactescens</i> colhidos em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.....                                                       | 26         |
| <b>Figura 6.</b> | Germinação das sementes de <i>Lophantera lactescens</i> colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.....                                                     | 27         |
| <b>Figura 7.</b> | Índice de velocidade de germinação das sementes de <i>Lophantera lactescens</i> colhidas em diferentes épocas, nos anos de em 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.....                          | 28         |
| <b>Figura 8.</b> | Comprimento de raiz primária de plântulas de <i>Lophantera lactescens</i> oriundas de sementes colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.....              | 29         |
| <b>Figura 9.</b> | Comprimento de parte aérea de plântulas de <i>Lophantera lactescens</i> oriundas de sementes colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.....                | 30         |

|                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 10.</b> Massa seca das raízes de plântulas de <i>Lophantera lactescens</i> oriundas de sementes colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.....     | 31 |
| <b>Figura 11.</b> Massa seca da parte aérea de plântulas de <i>Lophantera lactescens</i> oriundas de sementes colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB..... | 32 |

SILVA, Patrícia Cândido da Cruz. **MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Lophantera lactescens* Ducke**. 2017. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia - PB, 2017. Orientadora: Edna Ursulino Alves.

## RESUMO

*Lophantera lactescens* Ducke (Malphigiaceae) é uma planta arbórea, exclusiva da região amazônica, amplamente distribuída na América do Sul, a qual se propaga por sementes. Diante disto, objetivou-se avaliar o processo de maturação de *L. lactescens*, visando determinar o ponto de maturidade fisiológica. O estudo de campo foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), Campus II, no município de Areia/PB. Foram realizadas 14 colheitas de frutos quinzenalmente, no período de 16 de maio à 14 de novembro de 2015 e 13 de maio à 11 de novembro de 2016, as quais foram iniciadas aos 15 e estenderam-se até os 210 dias após a antese (DAA). Avaliou-se o teor de água, coloração externa, tamanho, massa seca, teste de germinação e índice de velocidade de germinação de sementes, como também comprimento e massa seca de plântulas. Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, em função das épocas de colheita. Não ocorreu grandes variações nas dimensões dos frutos; o teor de água reduziu ao longo do processo de maturação assumindo aos 210 dias após a antese o valor de 11%, nos dois anos estudados; a massa seca dos frutos aumentou no decorrer do processo; a germinação e vigor das sementes aumentou, atingindo valor máximo entre 190 e 210 dias após a antese. Nas condições ambientais de Areia - PB, o ponto de maturidade fisiológica das sementes de *L. lactescens* é atingido entre 165 e 186 dias após a antese. O teor de água e massa seca dos frutos foram os índices mais eficientes para determinar o ponto de colheita e maturidade fisiológica da espécie.

**Palavras-chave:** lanterneira, germinação, vigor, maturidade.

SILVA, Patrícia Cândido da Cruz. **PHYSIOLOGICAL MATURATION IN SEEDS OF *Lophantera lactescens* Ducke**. 2017. 50p. Dissertation (Master degree in Agronomy) - Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia - PB, 2017. Advisor: Edna Ursulino Alves.

## ABSTRACT

*Lophantera lactescens* Ducke (Malphigiaceae) is an arboreal plant, exclusively found on the Amazon region, widely distributed in South America, which is propagated by seeds. The aim of this study was to evaluate the maturation process of *L. lactescens* in order to determine the physiological maturity point. The field study was conducted at the Centro de Ciências Agrárias of Universidade Federal da Paraíba (CCA / UFPB), Campus II, in the city of Areia / PB. A total of 14 harvests of fruits were conducted biweekly, from May 16 to November 14, 2015 and from May 13 to November 11, 2016, which were started at 15 and extended up to 210 days after anthesis (DAA). Were evaluated the water content, outer color, size, dry mass, germination and seed germination speed index, as well as seedling length and the dry matter. The design was completely randomized, the data were submitted to analysis of variance and polynomial regression, as function of harvest times. There were no large variations in fruit size; The water content decreased during the maturation process, reaching at 210 days after the anthesis the value of 11% in the two years studied; The dry matter of the fruits increased during the process; The germination and vigor of the seeds increased, reaching maximum values between 190 and 210 days after the anthesis. Under the environmental conditions of Areia - PB, the physiological maturity of *L. lactescens* seeds is reached between 165 and 186 days after anthesis. The water content and dry matter of the fruits were the most efficient indexes to determine the harvest point and the physiological maturity of this specie.

**Key words:** lanterneira, germination, vigor, maturity.

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Lophantera lactescens* Ducke, popularmente conhecida como lanterneira, lofantera-da-amazônia e chuva-de-ouro (PAOLI, 1997), pertence a família Malpigiaceae e é amplamente distribuída na América do Sul, mas exclusiva da região amazônica (JUDD et al., 1999; SILVA, 2007). A sua distribuição ocorre no interior da mata primária densa, como em formações secundárias (LORENZI, 2008), sendo considerada uma das dez espécies mais bem representadas no bioma Cerrado (MENDONÇA et al., 1998; SILVA, 2007).

A espécie é arbórea, podendo atingir entre 10 e 20 metros de altura, cujos frutos são esquizocárpicos, secos, com sementes piriformes, anátropas, bitegumentadas, exariladas, com cotilédones mucilaginosos (PAOLI, 1997). O seu florescimento ocorre entre os meses de fevereiro e maio, com amadurecimento dos frutos nos meses de setembro e outubro (LORENZI, 2008). Na região da Amazônia, a espécie tem grande destaque na medicina porque é responsável por baixar a febre da malária (ABREU et al., 1990), além disso é empregada na preservação permanente de áreas degradadas, arborização urbana de parques e jardins, e por possuir madeira moderadamente pesada e compacta é usada na construção civil, fabricação de vigas, forros e caibros utilizadas na marcenaria e carpintaria (CARREIRA et al., 1991; LORENZI, 2008).

O estudo da maturação de sementes torna-se de fundamental importância porque é uma forma de se conhecer o comportamento físico e fisiológico de uma espécie e assim é possível determinar o estabelecimento e a época adequada para a colheita (ALVES et al., 2005). Através desses estudos determina-se para cada espécie como e quando será atingido o ponto de máxima qualidade das sementes de cada espécie, evitando grandes prejuízos, como redução e perdas na produtividade das sementes (ARAÚJO et al., 2006).

Quando a semente atinge valores máximos de peso da massa seca, germinação e vigor pode-se dizer que encontra-se no ponto de maturidade fisiológica (PESKE et al., 2012). As sementes sofrem mudanças no tamanho, teor de água, peso da massa seca, germinação e vigor de sementes durante o processo de maturação (ÁVILA e ALBRECHT, 2010). Estes índices mostram alterações bioquímicas e são analisados na indicação do ponto de maturidade fisiológica. Por meio da avaliação de diferentes índices de maturação é possível uma melhor identificação do ponto de maturidade fisiológica das espécies (MATA et al., 2013). Quando as sementes atingem a maturidade fisiológica,

encontram-se fisiologicamente desligada da planta-mãe (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Para a família Malpighiaceae foram desenvolvidas pesquisas a respeito da morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente (SOUTO e OLIVEIRA, 2005) e morfoanatomia e ontogênese de sementes (SOUTO e OLIVEIRA, 2008). Para a espécie *L. lactescens* foram realizadas pesquisas sobre morfo-anatomia de frutos e sementes (PAOLI, 1977), sistema de reprodução (GONÇALVES e PIÑA-RODRIGUES, 2007), anatomia e lignificação (TENORIO, 2010; DEUS, 2010; AMARAL et al., 2012) e estudos da morfologia polínica (DUTRA et al., 2014). Portanto, como não há relatos sobre a maturação e fisiologia da germinação referente às sementes desta espécie, o referido estudo pode contribuir para a compreensão do desenvolvimento e obtenção de sementes de melhor qualidade fisiológica, visto que são utilizadas como material de propagação das espécies.

Diante destas considerações, objetivou-se estudar o processo de maturação de sementes de *L. lactescens*, analisando as características físicas e fisiológicas das sementes, com a finalidade de determinar o ponto de maturidade fisiológica e o momento adequado para colheita.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos botânicos da *Lophantera lactescens*

A família Malpighiaceae é composta por cerca de 1.300 espécies, sendo uma das que tem maior número de representantes no Brasil (GIULIETTI et al., 2005), os quais são organizados em 75 gêneros (JUDD et al., 2009). No Brasil ocorrem 45 e aproximadamente 300 espécies (SOUZA e LORENZI, 2008), distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (A.P.G. III, 2012), sendo a principal família entre as Angiospermae.

A referida família é dividida em duas subfamílias, a Malpighioideae Burnett, constituída de sete gêneros e cerca de 560 espécies, com distribuição tropical e subtropical e a Byrsonimoideae W.R. Anderson, com um único gênero (*Byrsonima*) e cerca de 150 espécies (APG, 2003), muitas empregadas na medicina popular, a exemplo das que pertencem ao gênero *Banisteriopsis*, *Byrsonima* e *Galphimia* (DI STASI et al., 2002).

No Brasil, a família Malpighiaceae é representada por 19 gêneros e 44 espécies, com uma diversidade de habitats, podendo ser trepadeiras, árvores e arbustos (SOUZA e LORENZI, 2008) e ainda é fonte de produtos alimentícios, medicinais, madeireiros, ornamentais, entre outros (RIBEIRO et al., 1999). A espécie *Lophantera lactescens* é arbórea, tronco colunar revestido por casca pardacenta fina com ritidoma lenticelado, a planta é semidecídua, heliófita ou esciófita, seletiva higrófito, com 10-20 m de altura e 30-40 cm de diâmetro, característica da floresta pluvial da região amazônica, suas folhas são opostas cruzadas, com estípulas intrapeciolares, simples, elípticas a obovais, base aguda a atenuada e ápice arredondado a retuso, cartáceas, glabras, com nervuras primárias e secundárias imersas na face superior e proeminentes na parte inferior, lactescentes na fase jovem com 16-22 cm de comprimento e 8-11 cm de largura. As flores apresentam coloração amarela, vistosas, bissexuadas e pentâmeras dispostas em racemos terminais pendentes, com disco nectarífero ausente (TENÓRIO, 2010).

A inflorescência é do tipo cimosa, pedicelo piloso, hermafroditas, cálice composto por cinco sépalas livres entre si e a corola por cinco pétalas, tendo diferenças na forma,

margem e tamanho (PAOLI, 1997), suas flores tem estruturas denominadas elaióforos, que são responsáveis pela secreção de óleos florais (PROCTOR et al., 1996).

Os frutos são esquizocárpicos (aquenarium) indeiscentes e secos (TENÓRIO, 2010), coloração preta quando maduros, providos de laticíferos, com látex de coloração branco-leitosa, suas sementes são piriformes com 3 mm de comprimento por 2 mm de largura, as quais são originárias de óvulos anátropos, exalbuminosas, bitegumentadas, exariladas, tégmicas (não possuem a testa especializada), com coloração preta brilhante, sendo a região hilar bem demarcada e mais clara no tegumento e o embrião é total, axial e dobrado, com cotilédones bem desenvolvidos, mucilaginosos e após a semente segmentar, desidratam rapidamente (PAOLI, 1997).

## **2.2. Maturação fisiológica**

A maturação representa várias transformações de natureza morfológica e fisiológica iniciadas a partir da fecundação do óvulo até o momento que se encontra totalmente madura. As características físicas e fisiológicas são fundamentais nos estudos de maturação das sementes, dentre elas o tamanho, teor de água, germinação, vigor e massa seca (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). No decorrer do processo de maturação das sementes ocorrem várias transformações ocorridas a partir da fecundação do óvulo, este sofre muitas transformações morfológicas, bioquímicas, fisiológicas e funcionais, que resultam na formação da semente madura (BERGER et al., 2008; HEHENBERGER et al., 2012).

A espécie e o local interferem na maturidade fisiológica, diante disto é fundamental o estudo dos índices de maturação porque estes permitem a definição da época adequada de colheita (SILVEIRA et al., 2002). Quando as sementes atingem a maturidade fisiológica, tende a ocorrer redução da qualidade das mesmas, cuja velocidade de deterioração é influenciada pelos fatores ambientais, especialmente aquelas predominantes na fase final de maturação (PEDROSO et al., 2008).

Mesmo utilizando-se os índices de maturação, não se sabe ao certo o momento exato em que ocorre a maturidade fisiológica das sementes, de certeza sabe-se que a mesma é caracterizada pelo máximo acúmulo de massa seca, para alguns autores esta é

alcançada quando não mais ocorrem acréscimos significativos na massa seca das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

O estudo da maturação e a determinação do ponto de maturidade fisiológica são de fundamental importância para a obtenção de lotes de sementes com excelente vigor, uma vez que quando a colheita é realizada antes ou após a maturidade fisiológica a qualidade fisiológica das mesmas é afetada, salientando-se que o processo de maturação varia em relação à espécie, de forma que estádios diferentes de maturação podem ser observados em uma mesma planta e na mesma época, incluindo a presença de flores (BARBOSA et al., 2015).

Um dos fatores que influencia a aceleração ou retardamento da maturação das sementes é a temperatura, especialmente em determinados estádios (PIÑA-RODRIGUES, 1986). O clima e as diferenças geográficas também influenciam no processo de maturação porque podem determinar a retenção dos frutos nos galhos ou provocar a sua queda antes destes completarem o seu desenvolvimento (CARVALHO et al., 1980).

A determinação da maturidade fisiológica dos frutos é importante para orientar a época ideal de colheita, uma vez que auxilia o planejamento dessa operação no processamento, secagem, armazenamento e controle de qualidade (AGUIAR et al., 2007). O conhecimento da maturação de sementes é uma ferramenta para se entender o período compreendido desde o início do florescimento até o fim do processo de frutificação das espécies, ressaltando que, a qualidade do lote de sementes é influenciada pela sua procedência e ocasião da colheita (BARBOSA et al., 2015).

### **2.3. Teor de água**

Após a formação dos frutos e sementes o teor de água oscila entre 70 e 80%, no entanto, pode ocorrer a elevação desses valores em mais 5% para depois iniciar o processo de desidratação, podendo variar entre as espécies, cultivares e condições climáticas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). O teor de água das sementes decresce até o momento em que as mesmas atingem o equilíbrio higroscópico, a partir desse ponto ocorrem oscilações, juntamente com variações da umidade relativa do ambiente (MARCOS FILHO, 2015).

O teor de água é considerado um dos principais índices que evidencia o processo de maturação e, muitas vezes, é sugerido como ponto de referência para indicar a condição fisiológica das sementes (SILVA, 2002). O teor de água das sementes não é um indicador adequado para determinar a maturidade fisiológica, por sofrer influências genéticas e ambientais (JUSTINO, 2013).

Durante o processo de maturação, o teor de água desempenha importante papel, apresenta-se alto no momento que ocorre a transferência de fotoassimilados da planta mãe para as sementes, e reduz a partir do momento que as sementes tem o máximo acúmulo de matéria seca e desliga-se da planta (MARCOS FILHO, 2015).

Quando o teor de água e as condições ambientais são impróprias para a conservação de um determinado material, pode ocorrer acentuada perda da qualidade fisiológica. Portanto, é de fundamental importância conhecer o teor de água adequado para cada espécie porque assim poderá evitar a perda da viabilidade durante o armazenamento (GOLDFARB et al., 2008).

Quando associado a outras características, o teor de água pode ser considerado um indicador adequado do ponto de maturidade fisiológica, por indicar a condição fisiológica das sementes (SILVA et al., 2009), uma vez que quando estas estão em processo de acúmulo de reservas, a desidratação ocorre lentamente, no entanto, torna-se acelerada quando as mesmas atingem a máxima massa seca (MARCOS FILHO, 2015).

Nas sementes recém-colhidas o teor de água, na maioria das vezes é inadequado para o beneficiamento e armazenamento, de forma que é indispensável que se proceda a secagem para a obtenção de sementes com alto padrão de qualidade (JÁCOME, 2014), desse modo, a infestação de microrganismos, patógenos e o consumo das reservas nutricionais pela respiração da semente será reduzida (REIS, 2004).

Em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert) o teor de água das sementes no decorrer das colheitas diminuiu gradativamente, atingindo 11% aos 98 dias após a antese - última colheita (NAKAGAWA et al., 2010). Nas sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) comportamento semelhante foi observado, à medida que as sementes amadureceram o teor de água foi reduzido para 17,1% (NOGUEIRA et al., 2013).

Variações no teor de água durante o processo de maturação foram verificados em sementes de jacarandá - *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (MARTINS et al., 2008a), surucucu - *Piptadenia viridiflora* (Kunth.) Benth. (PESSOA et al., 2010), corticeira-do-

banhado - *Erythrina crista-galli* L. (LAZAROTTO et al., 2011), sabiá - *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (FREITAS, 2012), cumaru - *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith (LOPES et al., 2014), urucum - *Bixa orellana* L. (DORNELAS et al., 2015), guanandi - *Calophyllum brasiliense* Cambess. (SILVA, 2016) e angico - *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan (PIRES NETO et al., 2016).

## **2.4. Mudanças de coloração de frutos e sementes**

A coloração de frutos e sementes é considerada como um importante índice na determinação da maturidade fisiológica (FOWLER e MARTINS, 2001), no entanto, ocorre variação de acordo com a espécie, localização geográfica e alternâncias climáticas (CAPELANES e BIELLA, 1985). Do ponto de vista morfológico, visíveis mudanças no aspecto externo e na coloração dos frutos e sementes são observadas durante o processo de maturação (FIGLIOLIA, 1995a). A determinação de indicadores de maturação como a coloração é de grande importância para salientar o sucesso na determinação da época adequada de colheita de sementes (GEMAQUE, 2002).

A medida que vai ocorrendo a degradação da clorofila as alterações tornam-se mais representativas (TUCKER, 1993), como também a síntese de pigmentos, os carotenóides, que promovem mudanças na textura dos frutos (HULME, 1971). As visíveis mudanças no aspecto externo dos frutos e sementes podem ser consideradas importantes para determinação do ponto de maturidade fisiológica (CASTRO et al., 2008). Desse modo, os índices de coloração, tamanho e textura de frutos e sementes podem auxiliar na determinação do ponto de maturidade fisiológica (CARRASCO e CASTANHEIRA, 2004; BARBOSA et al., 2015).

O estágio de desenvolvimento dos frutos e sementes pode ser determinado por meio dos índices de maturação, estes são utilizados quando se deseja determinar o momento adequado para realização da colheita de uma determinada espécie (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993). Dentre os muitos marcadores utilizados para determinar a maturidade fisiológica das sementes, pode-se citar a mudança de coloração dos frutos (DIAS et al., 2006).

A utilização da cor do fruto tem como vantagem a facilidade de sua identificação a nível de campo, quando confirmada correlação com a maturidade da semente, análises laboratoriais prévias à colheita são dispensadas, como também por ampla aplicabilidade,

uma vez que a coloração é modificada a medida que as sementes amadurecem (HERZOG et al., 2012; ORO et al., 2012; MOLIZANE et al., 2013; NOGUEIRA et al., 2013; SCHULZ et al., 2014; LOPES et al., 2014).

No entanto, durante o amadurecimento dos frutos de algumas espécies as alterações na cor são muito sutis (CALIL et al., 2005; MARTINS et al., 2008b; SILVA et al., 2008), o que pode provocar diferenças na interpretação no momento da colheita (LOPES et al., 2005; LIMA et al., 2007), como também a coloração do epicarpo dos frutos pode variar em função da região de origem (DUARTE et al., 2012; CORDEIRO et al., 2013).

Em muitas espécies, a mudança de coloração dos frutos foi um índice eficiente na determinação da maturidade fisiológica, a exemplo de pau-brasil - *Caesalpinia echinata* Lam. (BORGES et al., 2005; AGUIAR et al., 2007), urucum - *Bixa orellana* L. (LIMA, 2005; DORNELAS, 2010), carvalho vermelho - *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud (LOPES e SOARES, 2006), eritrina indiana - *Erythrina variegata* L. (MATHEUS et al., 2011), catingueira - *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz (LIMA et al., 2012), cumaru - *Amburana cearensis* (Allem.) A.C. Smith. (LOPES et al., 2014).

No entanto, para várias espécies a coloração não foi um bom indicador da maturidade fisiológica, a exemplo da tamareira-anã - *Phoenix roebelenii* O'Brien. (IOSSI et al., 2007), faveleira - *Cnidosculus quercifolius* Pax & K. Hoffm (SILVA et al., 2008), ipê-amarelo - *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. - (MARTINS et al., 2008b), paineira (*C. speciosa* St. Hil.) - (LEMES, 2011), catingueira - *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (SOUSA, 2011), angelim (*Andira fraxinifolia* Benth.) - (BARBÉRIO, 2013). Dessa forma, as diferenças observadas na coloração dos frutos podem ser ocasionadas pela influência das condições ambientais locais ocorridas na época de colheita (LOPES et al., 2014).

## **2.5. Tamanho de frutos e sementes**

No início do processo de maturação observa-se que o tamanho dos frutos e sementes aumenta rapidamente devido a intensa divisão e expansão celular, de forma que valores máximos são atingidos em um período curto de tempo, ocorrendo antes mesmo de completar o processo de maturação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Antes de ocorrer o processo de dessecação o floema pode descarregar mais água nos frutos do que

é transpirado, ocorrendo então à recirculação de água para a planta no período de secagem (PEOPLES et al., 1985).

O estudo da biometria de frutos e sementes de uma determinada espécie é fundamental para a obtenção de informações importantes a respeito da variabilidade dessas características entre indivíduos em uma determinada área (SOUTO et al., 2008). O tamanho dos frutos e sementes reduz com intensidade variável em função da espécie e do grau da desidratação verificada ao final da maturação (MARCOS FILHO, 2015).

O tamanho dos frutos e sementes pode ser utilizado como indicativo para determinar quando a semente está próxima a atingir seu ponto de maturidade fisiológica, este índice varia de indivíduo para indivíduo, ano para ano e até mesmo dentro da mesma árvore (REIS, 2004). Apesar de ser um importante índice de maturidade, o tamanho de frutos e sementes deve ser utilizado apenas como um indicativo auxiliar, uma vez que é necessário ser avaliado conjuntamente com outros indicadores de maturação (FIGLIOLIA, 1995a; FIGLIOLIA e PIÑA-RODRIGUES, 1995b).

O tamanho das sementes é uma característica que varia dentro de populações, entre plantas individuais, inflorescência e dentro de frutos, por ocasião das condições ambientais durante a maturação, fatores genéticos, taxa de polinização, disponibilidade de nutrientes, água, luz e posição do fruto na planta (FENNER e THOMPSON, 2005).

Com relação ao tamanho dos frutos, número de sementes por frutos e massa de sementes há grande variabilidade nas espécies arbóreas tropicais (CRUZ et al., 2001; CRUZ e CARVALHO, 2003; GUSMÃO et al., 2006). Um importante subsídio para determinar a diferenciação de espécies de um mesmo gênero e entre variedades de uma mesma espécie é a biometria de sementes e frutos (CRUZ et al., 2001; ALVES et al., 2007).

A variabilidade genética de uma mesma espécie pode ser determinada por meio da descrição biométrica, tendo em vista que pode fornecer informações para diferenciar espécies do mesmo gênero (CRUZ e CARVALHO, 2003; GUSMÃO et al., 2006). A caracterização biométrica das sementes pode estar relacionada com as características de dispersão e com o estabelecimento de plântulas, esta caracterização também pode ser utilizada para diferenciar espécies pioneiras e não-pioneiras em florestas tropicais (BASKIN e BASKIN, 1998). Geralmente, as espécies arbustivas e arbóreas apresentam antagonismo entre o tamanho das sementes e o número de sementes por frutos (CARVALHO et al., 1998).

Nos vegetais ocorrem alterações morfológicas e anatômicas devido às mudanças metabólicas provocadas pela ação e interação de reguladores de crescimento, a exemplo de auxinas, citocininas e giberelinas, cuja biossíntese de giberelinas nas sementes, juntamente com sua ação sobre a expansão e divisão celular, determinam o desenvolvimento e tamanho final dos frutos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Para um melhor entendimento da evolução das Malpighiaceae, se faz necessário uma análise detalhada de morfologia e ontogênese de frutos (DAVIS et al., 2001). A variabilidade fenotípica nas populações é detectada pela caracterização biométrica de frutos, por meio desta, será fornecida informações para métodos de seleção e melhoramento genético (CRUZ e CARVALHO, 2002; GUSMÃO et al., 2006; MORAES e ALVES, 2002).

Em corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli* L.), o tamanho das sementes foi um índice eficiente para determinar a maturidade fisiológica (LAZAROTTO, et al., 2011), comportamento semelhante ocorreu para sementes de quaresmeira - *Tibouchina granulosa* Cogn. (LOPES et al., 2005). No entanto, para angelim (*A. fraxinifolia* Benth.) este índice não foi considerado eficaz para determinar o ponto de maturidade fisiológica (BARBÉRIO, 2013), o mesmo ocorreu para brasileirinho - *E. variegata* L. (MATHEUS et al., 2011), sabiá - *M. caesalpiniifolia* Benth. (ALVES et al., 2005), urucum - *B. orellana* L. (MENDES et al., 2006) e ingazeiro - *Inga striata* Benth. (MATA et al., 2013).

Em eritrina indiana - *Erythrina variegata* L, incrementos acentuados no comprimento, diâmetro e massa fresca dos frutos foram observados entre 21 e 42 dias após a antese (MATHEUS et al., 2011). Em pitaia (*Hylocereus undatus* Haw.), o diâmetro máximo dos frutos foi verificado aos 41 dias após a antese, posteriormente esses valores decresceram (MENEZES et al., 2015).

## **2.6. Conteúdo de massa seca de frutos e sementes**

Durante a fotossíntese são formados produtos nas folhas, os quais são conduzidos para a semente em formação, onde sofrem modificações e serão utilizados para a formação de novas células, tecidos e como material de reserva, durante o desenvolvimento das sementes acumulam-se substâncias como proteínas, açúcares, lipídeos, entre outras, as quais são denominados de massa seca (PESKE et al., 2012).

Quando a semente encontra-se em formação, o acúmulo de massa seca inicialmente é lento, porque após a fecundação do óvulo a divisão das células é mais lenta do que o desenvolvimento destas, mas posteriormente, observa-se um crescimento contínuo e rápido de massa seca, até que um máximo é atingido e logo após ocorre uma estabilização, valendo ressaltar que, no final do período pode ocorrer uma pequena redução, devido as perdas pela respiração da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

No momento que ocorre intenso acúmulo de massa seca, o teor de água da semente é elevado porque a água é o veículo responsável pela translocação do material fotossintetizado da planta para a semente, por isso é importante que o meio onde esteja ocorrendo às reações seja aquoso para que o material chegue a semente e seja metabolizado (DIAS, 2001). À medida que o teor de água reduz é substituído nas células pela massa seca (CASTRO et al., 2004), valendo ressaltar que, quando as sementes atingem a maturidade fisiológica o teor de água é baixo e a massa seca elevada.

A massa seca é considerada o melhor índice para determinar o ponto de maturidade fisiológica das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Vale ressaltar que o ponto máximo de qualidade fisiológica de sementes de algumas espécies não corresponde com o máximo acúmulo de massa seca das mesmas (VILELA, 2012).

Os frutos e embriões de angelim (*A. fraxinifolia* Benth.) atingiram a maturidade fisiológica a partir dos 152 dias após a floração, neste momento havia certa estabilização e menores teores de água, elevado conteúdo de massa seca e alta porcentagem de germinação (BARBÉRIO, 2013). Em sementes de corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli* L.) constatou-se que a massa seca foi um índice eficaz para indicar a maturidade fisiológica, uma vez que valores máximos ocorreram na semana de máxima germinação e de máximo desenvolvimento das sementes (LAZAROTTO et al., 2011). Nas sementes de urucum (*B. orellana* L.), o máximo de massa seca coincidiu com a máxima germinação e vigor, portanto, esta característica foi eficiente para estimar o ponto de maturidade fisiológica desta espécie (MENDES et al., 2006).

Em sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex D.C.) Standl.) a medida que os frutos completavam o processo de maturação ocorreu aumento gradativo na massa seca, ressaltando a redução dos teores de água até atingir valores mínimos, atingindo então, o ponto de maturidade fisiológica (GEMAQUE et al., 2002). Em sementes de brasileirinho (*Erythrina variegata* L.) o ponto de maturidade fisiológica

coincidiu com o máximo de massa seca de sementes, fato que ocorreu aos 77 dias após a antese (MATHEUS et al., 2011).

Para sementes de cumaru (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith), o ponto de colheita ocorreu entre 54 e 63 dias após a antese, momento em que o teor de água encontrava-se baixo e a massa seca elevada (LOPES et al., 2014).

## **2.7. Germinação e vigor de sementes**

A germinação e o vigor determinam a qualidade fisiológica das sementes, a qual pode ser definida como a soma de características que possibilitam a semente germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais em ampla diversidade de condições ambientais (TUNES et al., 2011).

A germinação é definida como o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando desse modo, a sua capacidade para dar origem a uma plântula normal quando em condições ambientais favoráveis (BRASIL, 2009). O conhecimento da germinação é um dos fatores de fundamental importância para compreensão do ciclo biológico da vegetação nativa (AGUIAR et al., 1993). É de grande importância encontrar condições ambientais adequadas que possibilitam o sucesso da germinação de sementes, pois, esta é uma fase crítica no ciclo de vida das plantas (FAGUNDES et al., 2011).

A água é responsável por importantes efeitos no processo germinativo, uma vez que através da absorção ocorrem efeitos como, o aumento de volume, promovendo o rompimento do tegumento, e por consequência, gerando a emergência do eixo embrionário do interior da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Para espécies ortodoxas, é possível verificar relação do mínimo teor de água com a máxima massa seca e porcentagem de germinação, assim ocorrendo correlação entre estas características, que podem ajudar na determinação do teor de água (IOSSI et al., 2007).

No ponto de maturidade fisiológica as sementes atingem a máxima capacidade de germinação, desse modo é importante que o processo de maturação de sementes seja estudado, para que seja determinado o momento ideal para realização da colheita, para que seja proporcionado máxima qualidade as sementes (ALVES et al., 2005).

O vigor de sementes, em comparação à germinação, proporciona informação adicional para auxiliar na diferenciação de lotes de sementes com aceitáveis níveis de germinação (TEKRONY, 2003). Para avaliação do vigor de sementes é importante que

seja utilizado mais de um teste de vigor, para que as informações a respeito do potencial de desempenho de lotes de sementes sejam mais precisas (BAALBAKI et al., 2009).

O máximo vigor da semente é atingido quando a mesma se encontra com a máxima massa seca, sendo que, pode ocorrer defasagens em função da espécie e condições ambientais (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Quando a semente atinge o valor máximo de massa seca, germinação e vigor encontra-se no ponto de maturidade, neste momento tem máxima qualidade fisiológica (POPINIGIS, 1985). Os sistemas de membranas estão associados a esses fatores porque contribuem na viabilidade das sementes (DELOUCHE, 1975).

As sementes de corticeira-do-banhado (*E. crista-galli* L.) atingiram a máxima porcentagem de germinação e vigor na oitava semana após a antese (LAZAROTTO et al., 2011). Em sementes de brasileirinho (*E. variegata* L.), a máxima porcentagem de germinação e vigor foram obtidos aos 77 dias após a antese (MATHEUS et al., 2011). Para sementes de cumaru (*A. cearensis* (Allem.) A.C. Smith.) as maiores porcentagens de germinação foram obtidas aos 63 dias após a antese (LOPES, et al., 2014), enquanto em sementes de urucum (*B. orellana* L.) as porcentagens máximas de matéria seca, germinação e vigor ocorreram aos 76 dias após a antese (MENDES, et al., 2006).

Em sementes de surucucu - *Piptadenia viridiflora* (Kunth.) Benth. foi observado que maiores valores de porcentagem de germinação coincidiu com o elevado acúmulo de massa seca, ressaltando que isso ocorreu a baixos teores de água (PESSOA et al., 2010). Para as sementes de canafístula - *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert, constatou-se que maior capacidade germinativa das sementes coincidiu com a ocorrência do máximo acúmulo de massa seca (NAKAGAWA et al., 2010). Para as sementes de paineira - *Ceiba speciosa* St. Hil., os máximos valores de germinação e vigor foram observados aos 163 dias após a antese (LEMES, 2011).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudo**

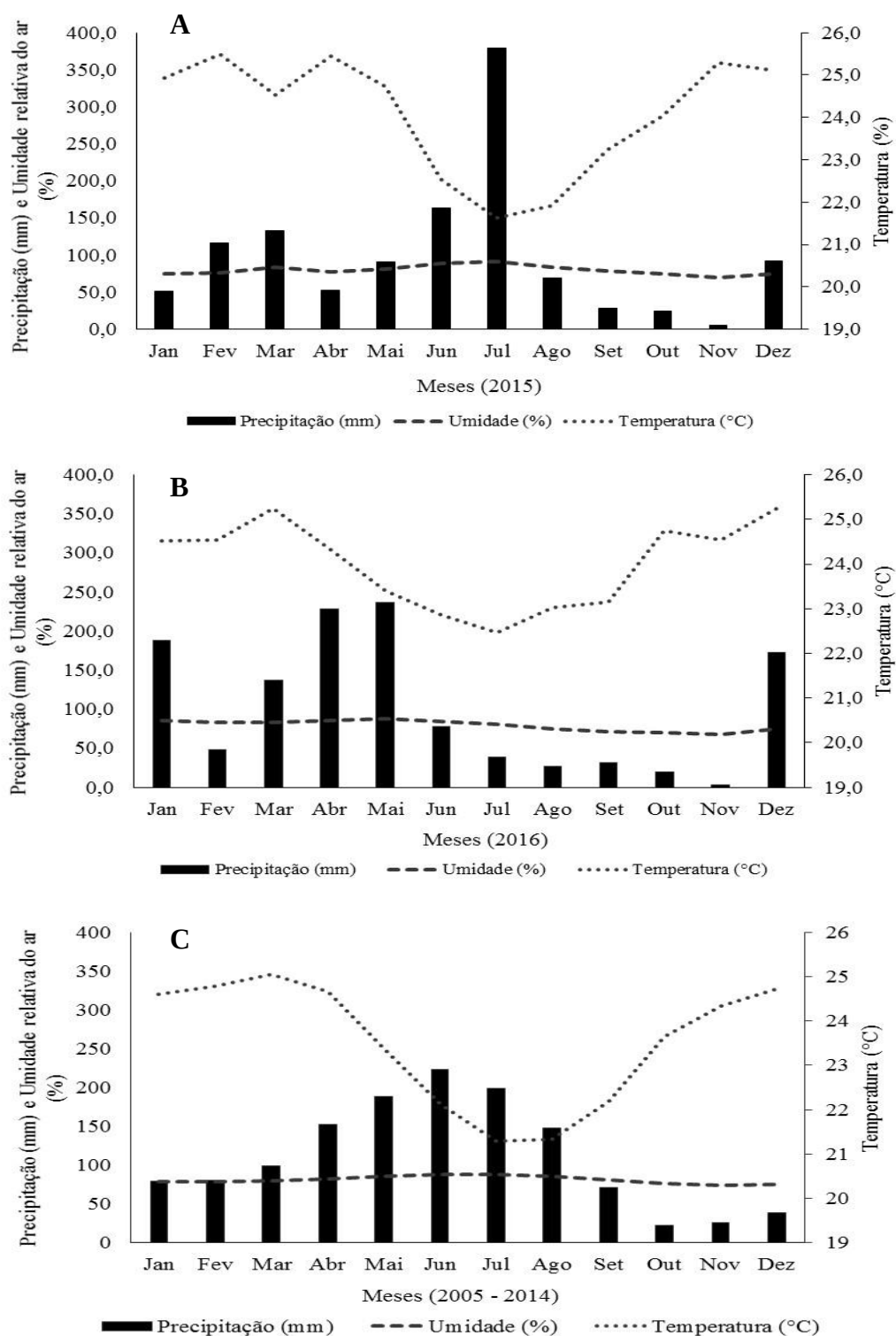
O estudo de campo foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), Campus II, no município de Areia - PB, e as determinações e testes realizados no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, localizado no mesmo centro. Conforme a classificação de Köppen-Geiger, no município de Areia - PB o clima é classificado como tropical com estação seca As, apresentando chuvas durante o período dezembro-janeiro com término em agosto (AESA, 2011).

Durante o período das atividades de campo foram coletados dados mensais da precipitação, temperatura média do ar e umidade relativa dos anos estudados (2015-2016) e últimos dez anos (2005-2014) na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do CCA/UFPB (Figura 1).

#### **3.2. Implantação do experimento**

Para o estudo da maturação fisiológica dos frutos de *L. lactescens* foram selecionadas quatro matrizes com base no vigor, boa aparência fitossanitária e altura média de aproximadamente 10-20 m, após se constatar que 50% das inflorescências se encontravam em antese, procedeu-se a marcação das mesmas, por toda a copa das árvores, utilizando-se fitas de cetim. A partir daí, as plantas foram monitoradas e a cada quinze dias feitas medições aleatórias de quatro amostras de 25 frutos.

As colheitas iniciaram-se aos 15º dia e estendendo-se até aos 210 dias após a antese (DAA), em intervalos quinzenais, num total de 14 colheitas, no período de 16 de maio à 14 de novembro de 2015 e 13 de maio à 11 de novembro de 2016, as quais foram realizadas manualmente, tendo-se o cuidado para não provocar danos mecânicos. Após a colheita, os frutos foram acondicionados dentro de caixas térmicas para evitar que ocorressem alterações no teor de água e levados para o laboratório para a realização das determinações e testes.



**Figura 1.** Valores mensais das variáveis precipitação pluviométrica, umidade relativa e temperatura média do ar nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), média de dez anos (2005 - 2014) (C), Areia-PB.

Fonte - Estação Climatológica do Centro de Ciências Agrárias. Areia, Paraíba.

### **3.3. Parâmetros morfológicos e fisiológicos**

#### **3.3.1. Caracterização biométrica de frutos**

As medidas biométricas realizadas foram o comprimento, largura e espessura, mensuradas com o auxílio de um paquímetro digital, estas medições iniciaram-se no 15º até os 210 dias após a antese. De forma aleatória foram colhidos 100 frutos de diferentes inflorescências, acondicionados em caixas térmicas e levados para o laboratório onde foram divididos em quatro amostras de 25 para posterior medição em todas as épocas de colheita e em ambos os anos estudados, sendo os resultados expressos em milímetros.

#### **3.3.2. Coloração de frutos**

Para determinação da coloração dos frutos os mesmos foram classificados visualmente, de acordo com a coloração: tonalidade verde, verde amarelado, cinza claro com marrom claro e marrom claro ocorrida nos diferentes estádios do decorrer do processo de maturação. Após cada colheita, alguns frutos foram colocados em duas embalagens (saco zip e vidro) e armazenados em congelador com a finalidade de preservar a coloração, e desse modo fotografar os 14 estádios observando a variação da coloração nos dois anos de estudo.

#### **3.3.3. Determinação do teor de água dos frutos**

O método utilizado foi o da estufa a  $105 \pm 3$  °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de 15 frutos, para cada época de colheita no decorrer dos dois anos de estudo. Após o período de secagem, as amostras foram retiradas da estufa e colocadas em dessecador e, em seguida realizadas as pesagens em balança analítica de precisão de 0,001g, cujos resultados foram expressos em porcentagem.

#### **3.3.4. Massa seca de frutos**

A determinação da massa seca foi realizada conjuntamente com o teor de água, em todas as épocas de colheita. Após permanência das quatro cápsulas de alumínio contendo os 15 frutos em estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (BRASIL, 2009), foi realizada a pesagem das mesmas em balança analítica, e os resultados foram expressos em gramas.

#### **3.3.5. Teste de germinação**

Para cada época de colheita foram utilizadas 100 sementes divididas em quatro repetições de 25, as quais foram tratadas com fungicida Captan® na proporção de 240g 100 kg<sup>-1</sup> de sementes e, posteriormente semeados em caixas de acrílico (11 x 11 x 3,5 cm) contendo substrato entre papel e colocados em germinador do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.), com lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W), regulado à temperatura alternada de 20-30°C e fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas de escuro, respectivamente.

O substrato utilizado foi esterilizado em estufa a  $105 \pm 3$  °C por 2 horas, posteriormente pesado em balança e umedecido com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. As contagens das sementes germinadas foram realizadas diariamente, até o 82º dia após a instalação do teste, utilizando-se como critério para avaliação as plântulas normais (emissão do hipocótilo), conforme características descritas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

#### **3.3.6. Índice de velocidade de germinação (IVG)**

O teste foi realizado juntamente com o teste de germinação, mediante contagens diárias das sementes germinadas, no mesmo horário e, posteriormente determinado o número de plântulas normais. O índice foi calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$(IVG - \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}) \text{ em que:}$$

IVG = índice velocidade de germinação,

$G_1, G_2$  e  $G_n$  = número de sementes germinadas a cada dia;

$N_1, N_2$  e  $N_n$  = número de dias decorridos da semeadura a primeira, segunda e última contagem.

### **3.3.7. Comprimento e massa seca de plântulas**

Ao final do teste de germinação foi medido o comprimento da parte aérea e raiz primária das plântulas normais, com auxílio de uma régua graduada, sendo os resultados expressos em centímetros. Após as medições foram separadas as raízes e partes aérea com auxílio de uma tesoura, posteriormente acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft e levados à estufa com circulação de ar a 65 °C até atingirem peso constante (48 horas). Após esse período foram retiradas da estufa, colocadas em dessecadores e posteriormente pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, com os resultados expressos em gramas.

### **3.4. Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, cujos dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para os dois anos de estudo, e a análise de regressão polinomial, em função das épocas de colheita, utilizando-se o modelo de regressão de maior ordem ( $R^2$ ), para que desse modo, sejam expressas as possíveis estimativas de ocorrência. Para a realização da análise estatística foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2007). As variáveis foram relacionadas descritivamente com os fatores climáticos (precipitação pluviométrica, umidade relativa e temperatura média do ar) e calculados através da correlação simples de Pearson (r) pelo software SAS/STAT® versão 9.3 (SAS, 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Dimensões de frutos

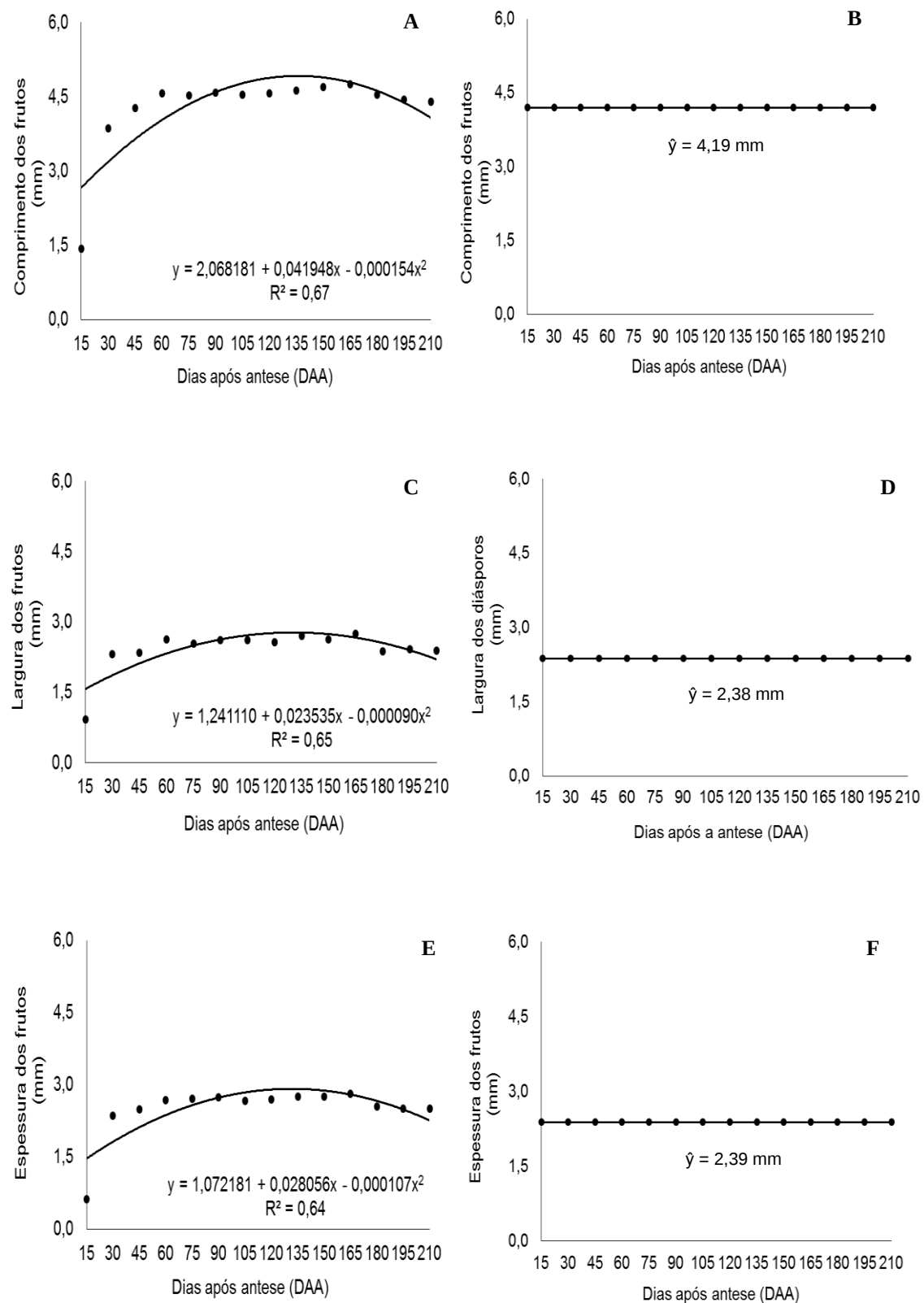
Pelos dados da Figura 2A, referentes ao comprimento dos frutos de *Lophantera lactescens* foi verificado ajuste de ordem quadrática, observando-se que ocorreu um aumento no comprimento ao longo do processo de maturação. O valor máximo no ano de 2015 foi de 4,92 mm obtido aos 136 dias após a antese (DAA), sendo que após esse período ocorreram decréscimos.

De acordo com os dados da Figura 2B, relacionados ao comprimento dos frutos no ano de 2016 verificou-se que os mesmos não se adequaram a nenhum dos modelos testados (linear e quadrático), constando unicamente o valor médio de 4,19 mm. No início do processo de maturação o aumento no crescimento das sementes é pequeno, mas, a medida que o processo avança ocorre uma fase de intensa divisão celular, em que o fruto pode alcançar o número total de células. Quanto ao tamanho das sementes pode ocorrer grande variabilidade, em função do ano, local e até entre ou dentro de indivíduos da mesma espécie (PIÑA-RODRIGUES e VALENTINI, 1995).

As sementes se desenvolvem em tamanho rapidamente, atingindo o máximo em um curto período de tempo, ao relacionar com o período em que ocorreu o processo de maturação, resultante da multiplicação e do desenvolvimento das células que constituem o eixo embrionário e o tecido de reserva. No final do processo de maturação, em algumas espécies ocorre acentuada redução do tamanho das sementes, provavelmente devido a acentuada e rápida desidratação das mesmas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Para a espécie castanha de cipó - *Dicella bracteosa* (Juss.), o fruto é caracterizado como seco, indeiscente, derivado de um ovário súpero, apresenta forma ovóide, mede cerca de 2,0-3,0 cm de diâmetro e de comprimento (ARAUJO, 1994).

Os dados de largura dos frutos de *L. lactescens* também se ajustaram ao modelo quadrático, com valor máximo no ano de 2015 de 2,78 mm atingido aos 131 dias após a antese (Figura 2C). Quanto ao ano de 2016 verificou-se que os dados de largura dos frutos não se adequaram aos modelos linear e quadrático, constando unicamente o valor médio de 2,38 mm (Figura 2D).



**Figura 2.** Comprimento, largura e espessura dos frutos de *Lophantera lactescens* colhidos em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A, C e E) e 2016 (B, D e F), Areia-PB.

A redução tanto do comprimento quanto da largura dos frutos no ano de 2016 pode estar relacionada à desidratação, porque quanto mais próximo do final do processo de maturação, vai ocorrendo redução acentuada do teor de água. Alterações fisiológicas durante o processo de maturação dos frutos podem promover variações nos valores biométricos (ABUD et al., 2013), oscilações nas dimensões podem ser ocasionadas por fatores climáticos como alteração no sincronismo do processo de frutificação entre os indivíduos durante a pesquisa (MATA et al., 2013).

Para a espécie *Heteropterys leschenaultiana* Juss., o fruto é classificado como esquizocárpico, derivado de um ovário súpero, apresenta 1,5-2,5 cm de comprimento e 0,5-1,0 cm de largura. Em *Heteropterys aceroides* Griseb., os frutos medem 2,4-2,7 cm de comprimento e 0,7-1,2 cm de largura. A *Mascagnia anisopetala* (Juss.) apresenta frutos medindo 1,5-3,0 cm de comprimento e 3,0-5,0 cm de largura. Em *Banisteriopsis adenopoda* (Juss.), os frutos apresentam 3,0-4,0 cm de comprimento e 1,0-2,0 cm de largura e para *Stigmaphyllon lalandianum* Juss., os frutos medem 2,5-3,0 cm de comprimento e 1,0-2,0 cm de largura (ARAUJO, 1994).

Quanto à espessura dos frutos de *L. lactescens*, no ano de 2015 constatou-se que assim como o comprimento e a largura, os dados se ajustaram ao modelo quadrático, cujo valor máximo (2,91 mm) foi observado aos 131 dias após a antese (Figura 2E). Em relação ao ano de 2016 observou-se que os dados referentes à espessura dos frutos não se adequaram a nenhum dos modelos avaliados (linear e quadrático), constando unicamente o valor médio de 2,39 mm (Figura 2F).

Portanto, observou-se que os valores médios de largura e espessura dos frutos de *L. lactescens* foram semelhantes no ano de 2016, sendo que modificações nas dimensões podem ocorrer devido às variações individuais de uma espécie, por influência da distribuição geográfica, ambiente durante o desenvolvimento das sementes e variabilidade genética entre as matrizes (PIÑA-RODRIGUES et al., 2007).

O comprimento dos frutos no ano de 2015, não se correlacionou com nenhuma das variáveis climáticas (precipitação, umidade e temperatura relativa do ar). Em 2016, ocorreu correlação negativa da precipitação com as características biométricas; a umidade relativa do ar correlacionou-se negativamente com o comprimento, para a largura e espessura não houve correlação; a temperatura não apresentou correlação com as variáveis avaliadas, ou seja, a maior influência nas dimensões dos frutos foi ocasionada pela precipitação.

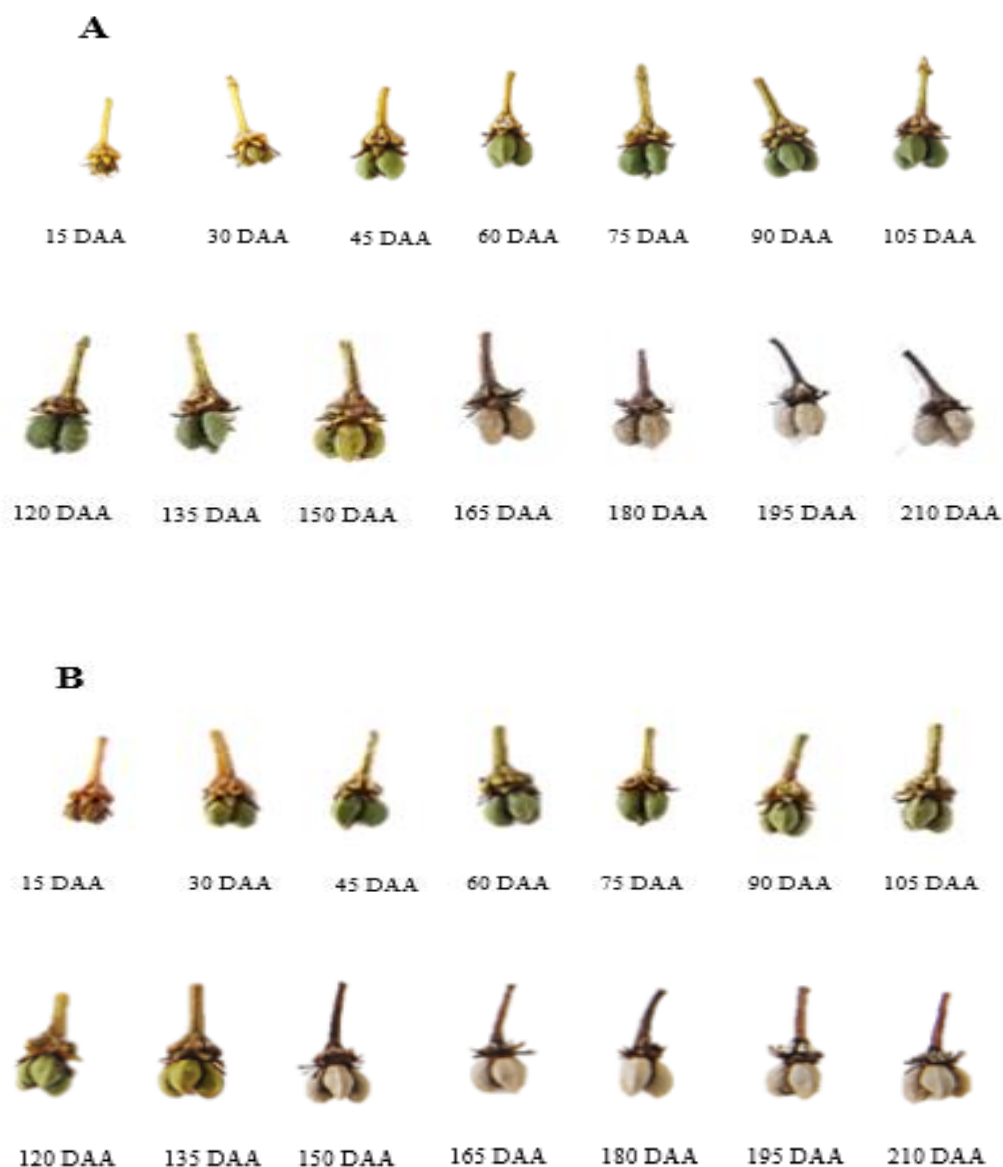
A espécie murici de flor rosa (*Byrsonima coccolobifolia* Kunth) apresentou pirênios com comprimento de 4,67-6,86 mm e murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth), apresentou maior diâmetro (4,40-6,94 mm), (BARBOSA, 2015).

#### 4.2. Coloração de frutos

Em relação ao índice de maturação baseado na coloração dos frutos de *L. lactescens* (Figura 3A), no ano de 2015 verificou-se que dos 15 aos 120 dias após a antese (DAA) a coloração variou apenas na tonalidade verde, ou seja, do verde bem claro, verde claro, verde ao verde escuro. Dos 135 aos 150 dias após a antese a coloração variou do verde amarelado ao verde amarelado claro, enquanto dos 165 aos 210 dias após a antese a coloração foi do cinza claro com marrom-claro ao marrom-claro com enrugamento do pericarpo quando foi observado que os frutos estavam se preparando para dispersão. A coloração marrom clara dos frutos pode ser considerada um indicativo importante para determinar o ponto de maturidade fisiológica (LIMA, 2011).

No ano de 2016 a coloração dos frutos também variou apenas na tonalidade verde, ou seja, do verde bem claro, verde claro, verde ao verde escuro, no entanto dos 15 aos 75 dias após a antese. Entre os 90 e 135 dias após a antese a coloração variou do verde amarelado ao verde amarelado claro, enquanto dos 150 aos 210 dias após a antese a coloração foi do cinza claro com marrom-claro ao marrom-claro com enrugamento do pericarpo (Figura 3B). O processo de maturação fisiológica das sementes é, de uma maneira geral, acompanhado por visíveis modificações no aspecto externo e na coloração de frutos e sementes (FIGLIOLIA, 1995a).

Durante a pesquisa as condições climáticas foram diferentes (Figura 1), uma vez que no ano de 2015 foram mais favoráveis ao desenvolvimento da espécie, a precipitação pluviométrica em 2016 (Figura 1) apresentou correlação negativa com as características biométricas, o que pode ter acelerado o processo de maturação dos frutos.



**Figura 3.** Coloração dos frutos de *Lophantera lactescens* dos 15 até os 210 dias após antese, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.

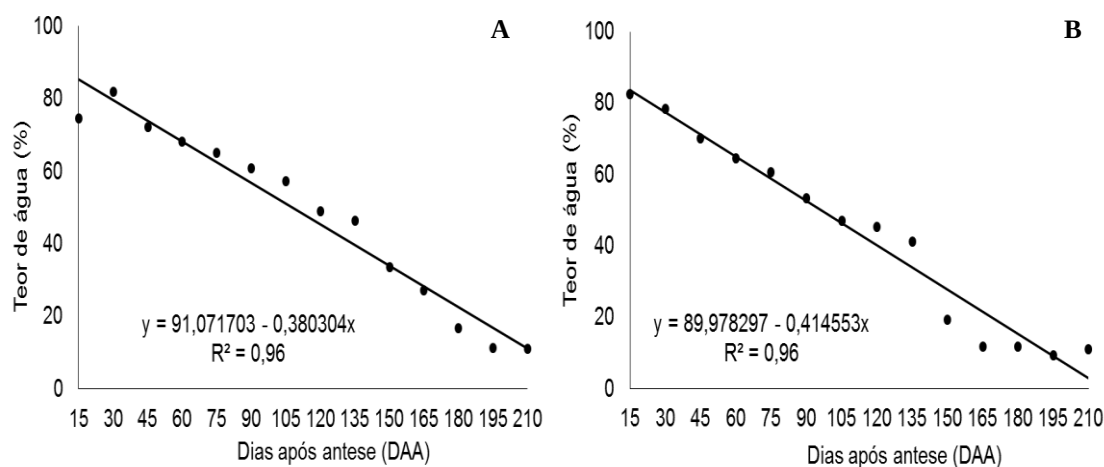
As espécies murici - *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, murici-cascudo - *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC. e murici - *Byrsonima coccolobifolia* Kunth, apresentam endocarpo de coloração marrom-escuro e opaca, salientando que a superfície é rugosa e reticulada (BARBOSA, 2015). Os pirênios de murici pitanga - *Byrsonima chrysophylla* Kunth apresentam coloração marrom esbranquiçada e opaca, superfície rugosa e reticulada (CAMARGO et al., 2008).

### 4.3. Teor de água de frutos

Quanto ao teor de água dos frutos de *L. lactescens* foi observado ajuste dos dados ao modelo linear (Figura 4), em que na colheita iniciada a partir dos 15 dias após a antese (primeira colheita) verificou-se que o mesmo manteve-se elevado (75 e 83%, respectivamente) nos anos de 2015 e 2016. Dando continuidade ao processo de maturação, ocorreu redução progressiva, assumindo na última colheita (210 DAA) valores de 11%, nos dois anos de avaliação (Figuras 4A e B).

O maior teor de água (82%) em 2015 foi observado aos 30 dias após a antese, na segunda colheita (Figura 4A), enquanto no ano de 2016, o maior valor (83%) foi constatado aos 15 DAA, por ocasião da primeira colheita (Figura 4B).

A dispersão dos frutos de *L. lactescens* é barocórica, na Figura 4, pode ser observada o acúmulo de massa seca de frutos, com seus respectivos  $R^2$  de 0,96 nos dois anos estudados, apresentando portanto, grande influência na maturação.



**Figura 4.** Teor de água dos frutos de *Lophantera lactescens* colhidos em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.

Durante o processo de maturação o teor de água das sementes varia em função da espécie e condições climáticas, reduzindo até entrar em equilíbrio com o meio ambiente (REIS, 2004), a partir desse momento verifica-se que a planta mãe não exerce mais controle sobre o teor de água da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

O elevado teor de água inicial e a posterior redução podem estar relacionados com a importância da água nos processos de transporte de assimilados, que se acumulam durante o processo de maturação das sementes. No início o teor de água das sementes é elevado, em torno de 80%, ao decorrer do processo este é reduzido até entrar em equilíbrio higroscópico (MARCOS FILHO, 2015).

O teor de água inicialmente elevado na primeira colheita, 82 e 83%, em 2015 e 2016, respectivamente, no início do processo de maturação dos frutos e seu posterior declínio é decorrência da correlação positiva com a precipitação, no ano de 2015. Em 2016, o teor de água correlacionou-se positivamente com a precipitação e umidade relativa do ar.

Os pirênios de murici - *B. crassifolia* e murici-cascudo - *B. verbascifolia* atingiram um teor de água de 11,22-11,32% e 11,09-11,19%, respectivamente (BARBOSA, 2015).

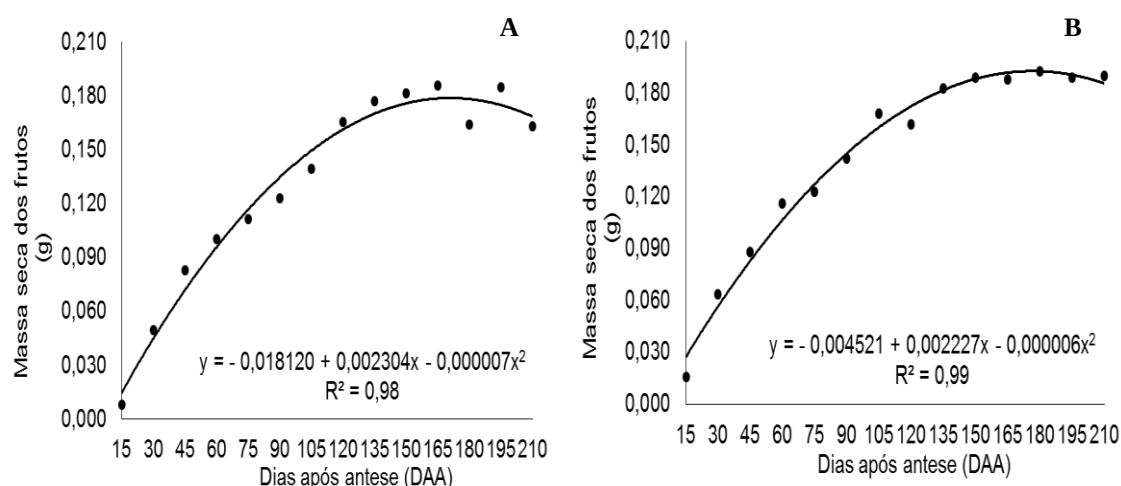
#### **4.4. Massa seca de frutos**

Os dados referentes à massa seca dos frutos de *L. lactescens* se ajustaram ao modelo de regressão quadrática, em que no ano de 2015 (Figura 5A) verificou-se acúmulo máximo de massa seca (0,171 g) aos 165 dias após a antese (DAA). No ano de 2016 (Figura 5B) o valor máximo de massa seca foi de 0,202 g aos 186 dias após a antese, com posterior redução desse valor, provavelmente nesse momento pode ter ocorrido o desligamento dos frutos da planta-mãe, de forma que não receberam mais nutrientes da mesma porque cessa a conexão planta-fruto, a partir deste instante, o fruto liga-se apenas fisicamente a planta-mãe. Em 2015, não ocorreu correlação entre as variáveis analisadas, já no ano de 2016, houve correlação negativa da massa seca dos frutos com a precipitação e umidade relativa do ar.

A *L. lactescens* é uma espécie que apresenta frutos secos, por isso o acúmulo de massa seca dos frutos é mais elevada como pode ser observado na Figura 5, onde seus respectivos  $R^2$  foram de 0,98 e 0,99 (2015 e 2016, respectivamente), desse modo, estes apresentam grande influência na maturação.

No momento em que a semente atinge o ponto de maturidade fisiológica encontra-se com o seu máximo peso de massa seca, desse modo está com a sua máxima

potencialidade e, conseqüentemente, mínima deterioração (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). O conteúdo de massa seca tem sido indicado como um índice eficiente para determinar o ponto de maturidade fisiológica, tendo em vista que, o máximo valor coincide com a capacidade máxima de germinação, como também observa-se redução dos teores de água (AGUIAR et al., 2007).



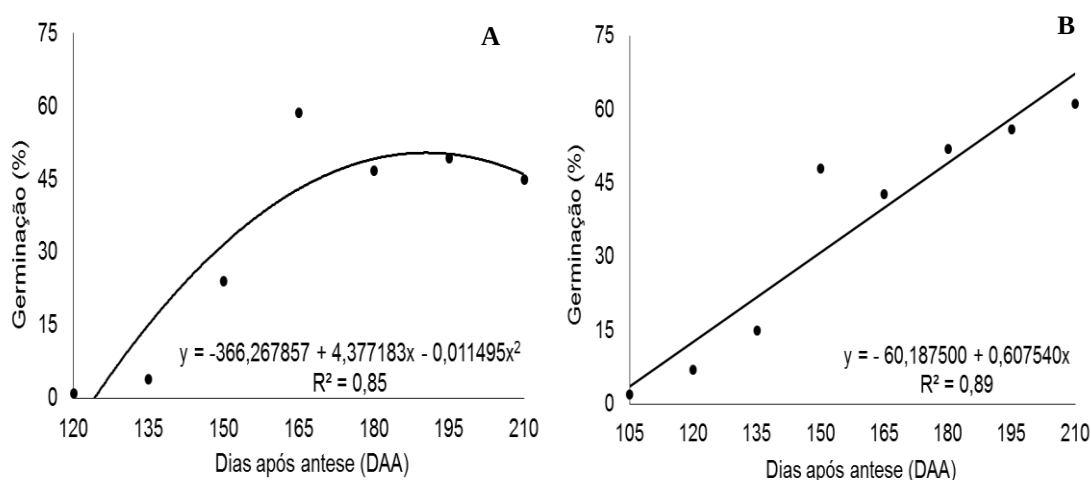
**Figura 5.** Massa seca dos frutos de *Lophantera lactescens* colhidos em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.

As sementes quando estão com a máxima massa seca o teor de água é relativamente elevado e a manutenção desses níveis elevados variam de acordo com a influência do ambiente, tendo em vista que, em condições não favoráveis de umidade, temperatura e ação de insetos e microrganismos, na maioria das vezes, o processo respiratório é acelerado, como também a conseqüente oxidação de substâncias de reserva, decorrendo da redução do peso das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

#### 4.6. Germinação das sementes

Com relação à porcentagem de germinação das sementes de *L. lactescens*, os dados ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 6A) no ano de 2015, cujo valor máximo (50%) foi observado aos 190 dias após a antese (DAA), uma vez que, a espécie tem a germinação muito lenta e desuniforme. Para as sementes colhidas no ano de 2016, os dados ajustaram-se ao modelo linear (Figura 6B), com aumento na germinação no decorrer dos dias após a antese, atingindo aos 210 dias um valor de 61%. No ano de

2015, a germinação correlacionou-se negativamente com a umidade relativa do ar, em 2016, houve correlação com a umidade relativa e temperatura média do ar.



**Figura 6.** Germinação das sementes de *Lophantera lactescens* colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.

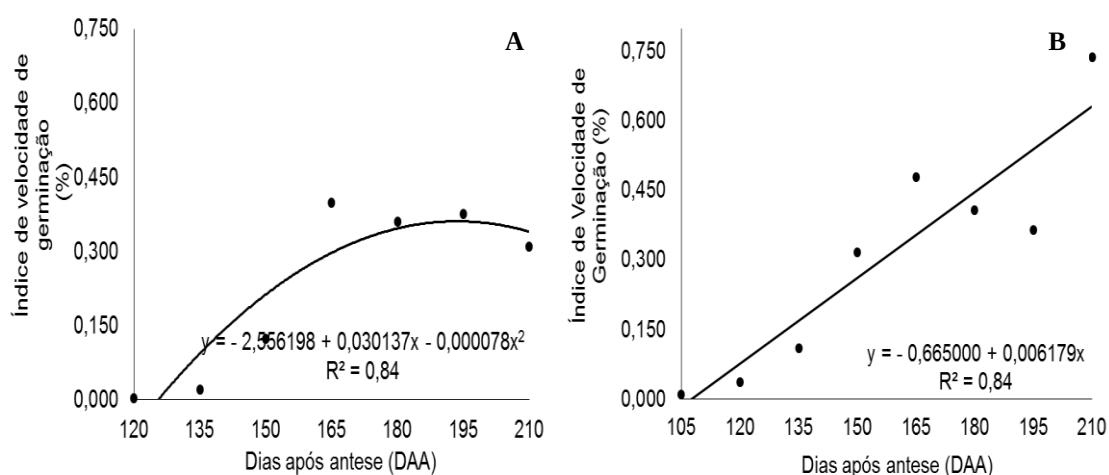
A germinação na família Malpighiaceae é caracterizada geralmente como tardia, no gênero *Byrsonima*, esse processo pode demorar até um ano para iniciar (DUKE, 1965).

Durante o processo de maturação a germinação das sementes é crescente, atingem porcentagem máxima próximo à paralisação do fluxo de massa seca da planta para a semente, fato constatado para espécies que não têm dormência, ocasionada pelo desequilíbrio na ação de substâncias promotoras e inibidoras da germinação, promovida no momento de acúmulo de massa seca (MARCOS FILHO, 2015). No momento que as sementes atingem o ponto de maturidade fisiológica estão com o máximo conteúdo de massa seca, germinação e vigor (POPINIGIS, 1985).

#### 4.7. Índice de velocidade de germinação das sementes

Os dados referentes ao índice de velocidade de germinação das sementes de *L. lactescens* se ajustaram ao modelo quadrático no ano de 2015 (Figura 7A), com valor máximo (0,355) aos 193 dias após a antese, em seguida ocorreram reduções gradativas no vigor, provavelmente devido ao fato das sementes se encontrarem desligadas fisiologicamente da planta mãe, portanto sujeitas as condições ambientais, que podem

promover alterações fisiológicas, como também podem sofrer perdas por deterioração no campo. No ano de 2016, os dados se ajustaram ao modelo linear (Figura 7B), em que ocorreu acréscimo contínuo no vigor até os 210 dias após a antese (0,738), nesse momento os frutos se encontravam com a coloração marrom clara e enrugamento do pericarpo. No ano de 2015, a germinação correlacionou-se negativamente com a umidade relativa do ar, enquanto em 2016 ocorreu correlação com a umidade relativa e temperatura média do ar.



**Figura 7.** Índice de velocidade de germinação das sementes de *Lophantera lactescens* colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.

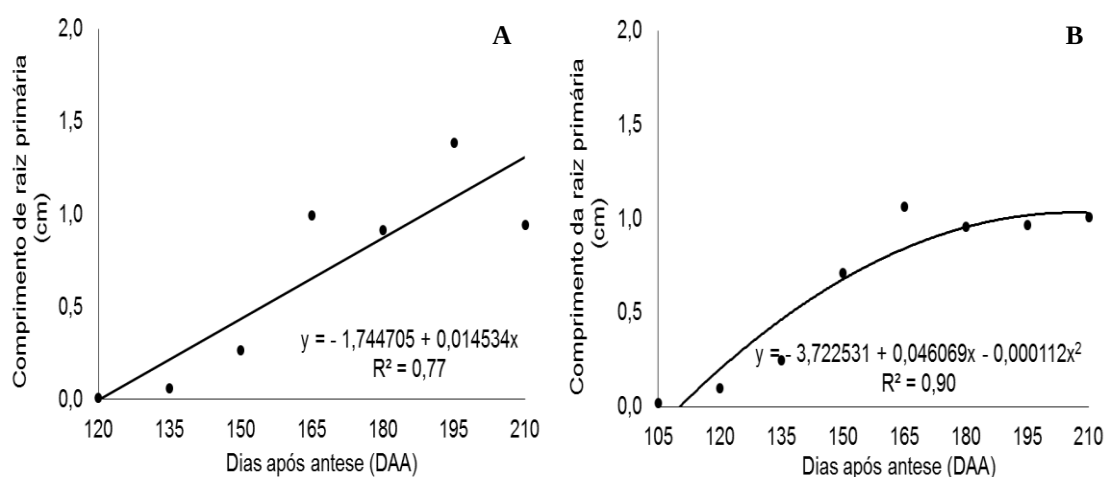
As alterações no vigor das sementes acompanham, na mesma proporção, o acúmulo de massa seca, desse modo, uma semente atinge máximo vigor quando a máxima massa seca for alcançada, no entanto, dependendo da espécie e condições ambientais podem ocorrer diferenças (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), de forma que o ponto de maturidade fisiológica pode ser determinado em função da germinação e vigor da semente (BARBOSA et al., 2015).

#### 4.8. Comprimento de plântulas

##### 4.8.1. Raiz primária

Os dados do comprimento de raiz primária das plântulas de *L. lactescens* ajustaram-se ao modelo linear no ano de 2015 (Figura 8A), com aumento na raiz à

medida que progredia o desenvolvimento do embrião, atingindo valor máximo (1,39 cm) aos 195 dias após a antese. Para o ano de 2016 (Figura 8B) os dados se ajustaram ao modelo quadrático, atingindo maior comprimento (1,02 cm) aos 206 dias após a antese. No ano de 2016, o comprimento de raiz primária correlacionou-se negativamente com a precipitação do ar, para as demais variáveis não ocorreu correlação.



**Figura 8.** Comprimento de raiz primária de plântulas de *Lophantera lactescens* oriundas de sementes colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.

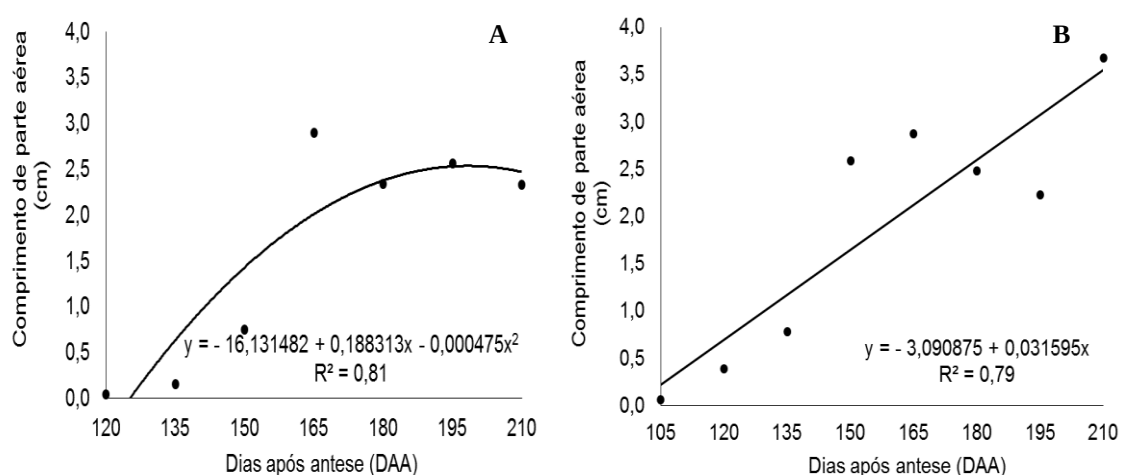
A espécie *Heteropterys aceroides* Griseb., tem raiz primária de plântulas medindo 2,0 cm de comprimento e em *Mascagnia anisopetala* (Juss.) mede de 2,0-3,0 cm de comprimento (ARAÚJO, 1994).

#### 4.8.2. Parte aérea

Para o comprimento da parte aérea das plântulas de *L. lactescens*, os dados se ajustaram os modelos quadrático e linear nos anos de 2015 e 2016, respectivamente, a semelhança do que foi observado para o comprimento de raiz primária das plântulas. No ano de 2015, o maior comprimento (2,53 cm) foi observado a partir dos 198 dias após a antese (Figura 9A), enquanto no ano de 2016 o comprimento aumentou gradativamente com o avanço do desenvolvimento do embrião, o valor máximo de 3,67 cm foi observado aos 210 dias após a antese (Figura 9B). No ano de 2016, o comprimento de parte aérea

correlaciona-se negativamente com a precipitação do ar, para as demais variáveis não ocorreu correlação.

Provavelmente ocorreu maior acúmulo de reserva nos cotilédones no decorrer do processo de maturação, sendo que as mesmas foram consumidas durante o processo germinativo, originando desse modo, plântulas mais vigorosas. Se ocorrer maior incorporação de suprimentos de reserva pelo eixo embrionário e maior capacidade de transformação destes nutrientes, poderá haver uma elevada taxa de crescimento de plântulas, consequentemente, as sementes originarão plântulas mais vigorosas (DAN et al., 1987).



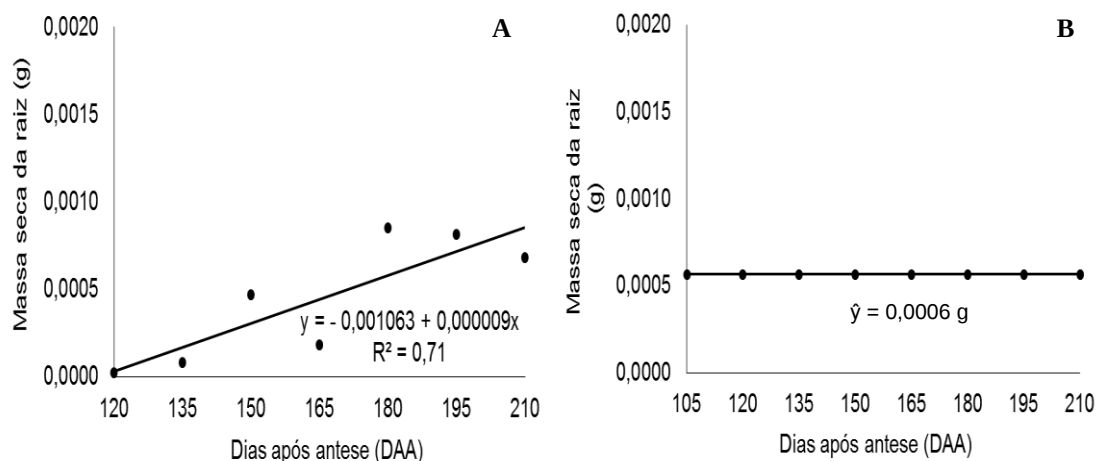
**Figura 9.** Comprimento de parte aérea de plântulas de *Lophantera lactescens* oriundas de sementes colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.

#### 4.9. Massa seca de plântulas

##### 4.9.1. Massa seca de raízes

Para a massa seca das raízes de plântulas de *L. lactescens* houve ajuste dos dados ao modelo linear no ano de 2015 (Figura 10A), constatando-se acréscimo contínuo deste índice no decorrer do desenvolvimento do embrião, o valor máximo (0,00085 g) foi obtido aos 180 dias após a antese, sendo semelhante aos dados de comprimento de raiz primária, que também se ajustaram a esse mesmo modelo. Em 2016, os dados referentes à massa seca das raízes de plântulas não se adequaram a nenhum dos modelos testados

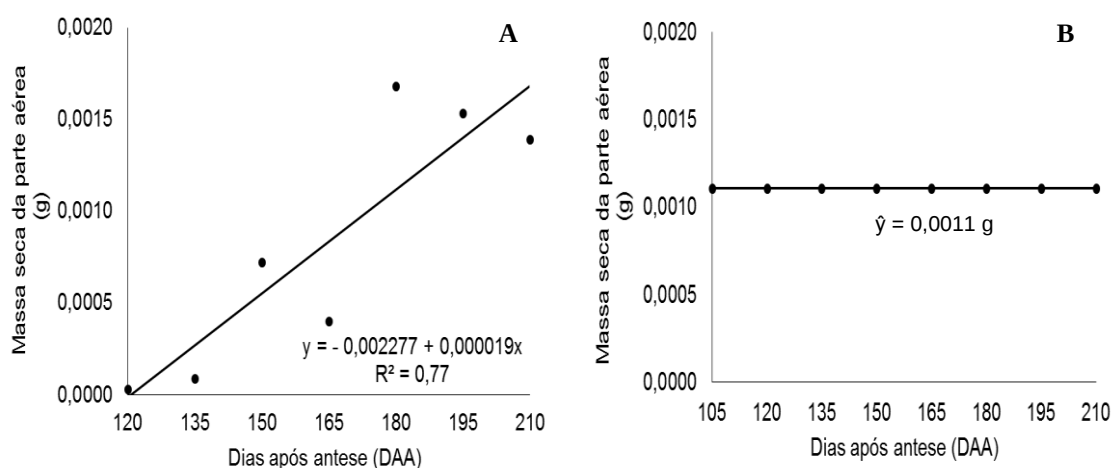
(linear e quadrático), (Figura 10B), constando unicamente o valor médio de 0,0006 g. No ano de 2016, a massa seca de raízes primárias de plântulas correlaciona-se negativamente com a precipitação do ar e para as demais variáveis não ocorreu correlação.



**Figura 10.** Massa seca de raízes de plântulas de *Lophantera lactescens* oriundas de sementes colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.

#### 4.9.2. Massa seca de parte aérea

Os dados referentes a massa seca de parte aérea das plântulas de *L. lactescens* ajustaram-se ao modelo linear em 2015 (Figura 11A), constatando-se aumento no conteúdo de massa seca a medida que avançava o desenvolvimento do embrião, o maior valor (0,0017 g) foi constatado aos 180 dias após a antese. Provavelmente as plântulas atingiram máxima massa seca decorrente do período em que a semente conclui o período de acúmulo de suas reservas obtidas durante o processo de maturação pela planta-mãe e possivelmente tenha finalmente atingido o ponto de maturidade fisiológica. No entanto, em 2016 os dados não se ajustaram aos modelos linear e quadrático, (Figura 11B), com valor médio de 0,0011 g. Em 2016, a massa seca de parte aérea das plântulas correlaciona-se negativamente com a precipitação do ar, entretanto, para as demais variáveis não ocorreu correlação.



**Figura 11.** Massa seca da parte aérea de plântulas de *Lophantera lactescens* oriundas de sementes colhidas em diferentes épocas, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B), Areia-PB.

Um dos principais testes para avaliação do vigor das sementes é o de massa seca de plântulas, tendo em vista que o vigor associa-se a capacidade do acúmulo de reservas da semente e, sucessivamente, a sua distribuição para o desenvolvimento e crescimento da plântula. Vale salientar que, possivelmente o vigor da semente influencie diretamente na habilidade da planta acumular massa seca, sendo que, as reservas da semente juntamente com sua adequada mobilização promovam apenas o crescimento inicial da plântula, em um tempo relativamente curto após a emergência (MARCOS FILHO, 2015).

## 5. ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

De acordo com os dados da Tabela 1, verifica-se que tanto a precipitação quanto a temperatura média do ar não se correlacionaram com nenhuma das variáveis analisadas, no ano de 2015, exceto para o teor de água das sementes, que apresentou uma correlação positiva e significativa com a umidade relativa do ar, como também para a germinação e índice de velocidade de germinação que apresentaram correlação com a umidade relativa do ar, porém a correlação foi significativa e negativa. Pelos dados da figura 4A constata-se que o teor de água aos 30 dias após a antese foi de 82% e aos 210 dias de 11%.

No ano de 2016 houve correlação negativa da massa seca dos frutos com a precipitação e umidade relativa do ar, de modo que os índices de correlação ( $\geq 0,84$ ) no ano de 2016, estão de acordo com Matheus et al. (2011), que estudaram a maturação fisiológica de sementes de *Erythrina variegata* L. (Brasileirinho). O ponto de maturidade

fisiológica das sementes, ou seja, o ponto de máximo acúmulo de massa seca, germinação e vigor é acompanhado pelo rápido decréscimo do teor de água (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Estudando as espécies quaresmeira - *Tibouchina granulosa* Cogn. (LOPES et al., 2005), urucu - *Bixa orellana* L. (LIMA, 2005) e carvalho vermelho - *Miconia cinnamomifolia* (Dc.) Naud. (LOPES e SOARES, 2006) durante o processo de maturação fisiológica de sementes, os autores constataram que a massa seca de sementes teve comportamento inversamente proporcional ao teor de água, com correlação negativa.

No ano de 2016 constatou-se correlação significativa e positiva do teor de água com a precipitação e umidade relativa do ar, da germinação e índice de velocidade de germinação com a temperatura e da massa seca da parte aérea com a umidade relativa do ar (Tabela 1), sendo que a maior porcentagem de germinação (83%) foi constatada aos 15 DAA (Figura 4B). A germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de raiz primária e parte aérea e massa seca de raízes e parte aérea das plântulas não se correlacionaram com a precipitação, mas houve correlação negativa com a massa seca, comprimento, largura e espessura dos frutos.

Para a umidade relativa do ar ocorreu correlação negativa para a massa seca e comprimento de frutos, germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de raiz primária e parte aérea de plântulas e massa seca de raízes e parte aérea de plântulas, enquanto a largura e espessura dos frutos não se correlacionaram com a referida variável climática. A temperatura média do ar não se correlacionou com as demais variáveis (Tabela 1).

**Tabela 1.** Coeficientes de correlação simples (r) entre precipitação (mm), umidade relativa do ar (%) e temperatura média do ar (°C) com massa seca de frutos (MSF), teor de água (TA), comprimento de frutos (COM), largura de frutos (LAR), espessura de frutos (ESP), germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz primária de plântula (CRP), comprimento de parte aérea de plântula (CPA), massa seca das raízes de plântula (MSR), massa seca de parte aérea de plântula (MSPA), de *L. lactescens* avaliados em diferentes estádios de maturação, nos anos de 2015 e 2016, Areia-PB.

| Variáveis   | MSF                 | TA                  | COM                 | LAR                 | ESP                 | G                   | IVG                 | CPR                 | CPA                 | MSR                 | MSPA                |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>2015</b> |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| PREC        | -0,38 <sup>ns</sup> | 0,57 <sup>ns</sup>  | 0,06 <sup>ns</sup>  | 0,10 <sup>ns</sup>  | 0,13 <sup>ns</sup>  | -0,57 <sup>ns</sup> | -0,54 <sup>ns</sup> | -0,71 <sup>ns</sup> | -0,77 <sup>ns</sup> | -0,82 <sup>ns</sup> | -0,79 <sup>ns</sup> |
| UR          | -0,46 <sup>ns</sup> | 0,83*               | 0,01 <sup>ns</sup>  | 0,10 <sup>ns</sup>  | 0,10 <sup>ns</sup>  | -0,86**             | -0,84**             | -0,83 <sup>ns</sup> | -0,90 <sup>ns</sup> | -0,89 <sup>ns</sup> | -0,89 <sup>ns</sup> |
| T           | -0,05 <sup>ns</sup> | -0,47 <sup>ns</sup> | -0,47 <sup>ns</sup> | -0,56 <sup>ns</sup> | -0,54 <sup>ns</sup> | 0,63 <sup>ns</sup>  | 0,62 <sup>ns</sup>  | 0,78 <sup>ns</sup>  | 0,86 <sup>ns</sup>  | 0,86 <sup>ns</sup>  | 0,86 <sup>ns</sup>  |
| <b>2016</b> |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| PREC        | -0,93**             | 0,77*               | -0,96**             | -0,81*              | -0,88**             | -0,54 <sup>ns</sup> | -0,52 <sup>ns</sup> | -0,72 <sup>ns</sup> | -0,72 <sup>ns</sup> | -0,63 <sup>ns</sup> | -0,70 <sup>ns</sup> |
| UR          | -0,96**             | 0,98**              | -0,75*              | -0,58 <sup>ns</sup> | -0,64 <sup>ns</sup> | -0,88**             | -0,84**             | -0,98**             | -0,99**             | -0,98**             | 0,99**              |
| T           | 0,43 <sup>ns</sup>  | -0,70 <sup>ns</sup> | 0,34 <sup>ns</sup>  | 0,34 <sup>ns</sup>  | 0,31 <sup>ns</sup>  | 0,83**              | 0,84**              | 0,83 <sup>ns</sup>  | 0,81 <sup>ns</sup>  | 0,78 <sup>ns</sup>  | 0,81 <sup>ns</sup>  |

\*\*significativo a 1%, \*significativo a 5% e <sup>ns</sup> não significativo

## 6. CONCLUSÕES

- Nas condições ambientais de Areia - PB, o ponto de colheita e maturidade fisiológica das sementes de *Lophantera lactescens* Ducke é atingido entre 165 e 186 dias após a antese;
- A coloração marrom clara com enrugamento do pericarpo é um bom indicador visual para determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes desta espécie;
- O teor de água e a massa seca de frutos são os indicadores mais eficientes para determinar o ponto de colheita e maturidade fisiológica das sementes de *L. lactescens*.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, H.S.; BRAZ-FILHO, R.; GOTTLIEB, H.E.; SHOOLERY, J.N. A Nor-triterpenoid from *Lophanthera lactescens*. **Phytochemistry**, Seropédica v.29, n.7, p.2257-2261, 1990.

ABUD, H.F.; ARAÚJO, E.F.A.; ARAÚJO, R.F.; ARAÚJO, A.V.; PINTO, C.M.F. Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.12, p.1546-1554, 2013.

AESA - **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. João Pessoa, 2011. Disponível em <<http://geo.aesa.pb.gov.br>>. Acesso: out. 2011.

AGUIAR, F.F.A.; PINTO, M.M.; TAVARES, A.R.; KANASHIRO, S. Maturação de frutos de *Caesalpinia echinata* Lam., pau-brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.1-6, 2007.

AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350p.

ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; ALVES, A.U.; ALVES, A.U.; CARDOSO, E.A.; GALINDO, E.A.; BRAGA JUNIOR, J.M. Germinação e biometria de frutos e sementes de *Bauhinia divaricata* L. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v.7, n.3, p.193-198, 2007.

ALVES, E.U.; SADER, R.; BRUNO, R.L.A.; ALVES, A.U. Maturação fisiológica de sementes de sabiá. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.1-8, 2005.

AMARAL, D.; ABREU, H.S.; LIMA, H.R.P.; GEVÚ, K.V.; ELIAS, T.F.; TENÓRIO, J. Anatomy and lignification status of the *Lophanthera lactescens* Ducke plant grown in vitro. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.72, n.2, p.371-378, 2012.

APG. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v.141, n.4, p.399-436, 2003.

A.P.G III - **Angiosperm phylogeny group**. Disponível no endereço eletrônico: <<http://www.mobot.org/mobot/research/APweb/welcome.html> >. Acessado em 11 mar 2012.

ARAUJO, A.R.B. **Morfologia de frutos, sementes e plântulas, tipo e aspectos da germinação de algumas espécies de Malpighiaceae**. 1994. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R.F. Maturação de sementes de milho-doce-grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.2, p.69-76, 2006.

ÁVILA, M.R.; ALBRECHT, L.P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.1,2, p.15-29, 2010.

BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS-FILHO, J.; MCDONALD, M.B. **Seed vigor testing handbook**. Ithaca: Association of Official Seed Analysts, 2009. 341p.

BARBÉRIO, M. **Maturação de sementes de *Andira fraxinifolia* Benth. (Fabaceae) em uma área de restinga**. 2013. 53f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2013.

BARBOSA, C.Z.R. **Pirênios e plântulas de três espécies de Malpighiaceae de uma savana amazônica: aspectos morfológicos e tecnológicos**. 2015. 77f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2015.

BARBOSA, J.M.; RODRIGUES, M.A.; BARBÉRIO, M.; ARAUJO, A.C.F.B. Maturação de sementes de espécies florestais tropicais. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.;

FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. (Orgs.), **Sementes florestais tropicais**: da ecologia à produção. Londrina: ABRATES, 2015. p.180-219.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds**: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. London: Academic Press, 1998. 666p.

BERGER, F.; HAMAMURA, Y.; INGOUFF, M.; HIGASHIYAMA, T. Double fertilization - caught in the act. **Trends in Plant Science**, Oxford, v.13, n.8, p.664-670, 2008.

BORGES, I.F.; GIUDICE NETO, J.D.; BILIA, D.A.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L.; BARBEDO, C.J. Maturation of seeds of *Caesalpinia echinata* Lam. Brazil wood), an endangered Leguminous tree from the Brazilian Atlantic Forest. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.48, n.6, p.851-861, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CALIL, A.C.; LEONHARDT, C.; BUSNELLO, A.C.; BUENO, O.L. Época de coleta de sementes de *Maytenus dasyclada* Mart. - Celastraceae no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v.60, n.1, p.11-16, 2005.

CAMARGO, J.L.C.; FERRAZ, I.D.K.; MESQUITA, M.R.; SANTOS, B.A.; BRUM, H.D. **Guia de propágulos e plântulas da Amazônia**. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus: INPA. 2008. 168p.

CAPELANES, T.M.C.; BIELLA, L.C. Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais nativas desenvolvido pela companhia energética de São Paulo - CESP. p.85-107. In Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais, 1. Belo Horizonte. **Anais...** 1985. 450p.

CARRASCO, P.G.; CASTANHEIRA, S.A. Recipientes e substratos na produção de mudas de espécies florestais de Restinga em Ilha Comprida, SP. **Arquivos do Instituto Biologia**, São Paulo, v.71, p.305-307, 2004. Suplemento.

CARREIRA, L.M.M.; LOBATO, E.S.P.; RAPOSO, R.C.O. Morfologia polínica de plantas cultivadas no parque do Museu Goeldi. V. família Malpighiaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v.7, n.2, p.441-454, 1991. (Série Botânica).

CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O.; MÜLLER, C.H. **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia**. Belém: Embrapa-Cpatu, 1998.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CARVALHO, N.M.; SOUZA FILHO, J.F.; GRAZIANO, T.T.; AGUIAR, I.B. Maturação fisiológica de sementes de amendoim-do-campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.2, p.23-27, 1980.

CASTRO, M.M.; GODOY, A.R.; CARDOSO, A.I.I. Qualidade de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1491-1495, 2008.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed, 2004. p.149-162.

CORDEIRO, M.W.S.; CAVALLIERI, A.L.F.; FERRI, P.H.; NAVES, M.M.V. Características físicas, composição químico-nutricional e dos óleos essenciais da polpa de *Caryocar brasiliense* nativo do estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.4, p.1127-1139, 2013.

CRUZ, E.D.; MARTINS, F.O.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.161-165, 2001.

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Couratari stellata* A.C. Smith (Lecythidaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.33, n.3, p.381-388, 2002.

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Couratari stellata* A. C. Smith (Lecythidaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.33, n.3, p.381-388, 2003.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; ZOTA, E.P. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.45-55, 1987.

DAVIS, C.C.; ANDERSON, W.R.; DONOGHUE, M.J. Phylogeny of Malpighiaceae: evidence from chloroplast ndhF e trnL-F nucleotide sequences. **American Journal of Botany**, St. Louis, v.88, n.10, p.1830-1846, 2001.

DELOUCHE, J.C. Recentes conquistas de pesquisa tecnológica de sementes. In: DELOUCHE, J.C. **Pesquisas em sementes no Brasil**. Brasília: AGIPLAN, 1975. p.27-36.

DEUS, D.A. **Aplicação da biotecnologia ao estudo de lignificação em espécies lenhosas**. 2010. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

DI STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A.; SANTOS, C.M.; SOUZA-BRITO, A.R.M.; MARIOT, A.; SANTOS, E.M.G.; GONZALEZ, F.G.; SEITO, L.N.; REIS, M.S.; FEITOSA, S.B.; PORTILHO, W.G. Polygalales medicinais. In: DI STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A. (Aut.). **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. São Paulo: UNESP, 2002. p.337-338.

DIAS, D.C.F. Maturação de sementes. **Seed News**, Pelotas, v.5, n.6, p.22-24, 2001.

DIAS, D.C.F.S.; RIBEIRO, F.P.; DIAS, L.A.S.; SILVA, D.J.H.; VIDIGAL, D.S. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. **Revista Ceres**, Viçosa, v.53, n.308, p.446-456, 2006.

DORNELAS, C.S.M. **Estudo de maturação, métodos de descachopamento e determinação do teor de bixina em sementes de urucuzeiro**. 2010. 106f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

DORNELAS, C.S.M.; ALMEIDA, F.A.C.; NETO, A.F.; SOUSA, D.M.M.; EVANGELISTA, A.P. Desenvolvimento na maturação de frutos e sementes de Urucum (*Bixa orellana* L.). **Scientia Plena**, Aracaju, v.11, n.1, p.1-8, 2015.

DUARTE, A.R.; SANTOS, S.C.; SERAPHIN, J.C.; FERRI, P.H. Influence of spatial, edaphic and genetic factors on phenols and essential oils of *Myrciaria cauliflora* fruits. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, Campinas, v.23, n.4, p.737-746, 2012.

DUKE, J.A. Keys for the identification of seedlings of some prominent woods species in eight forest types in Puerto Rico. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v.52, n.3, p.314-350, 1965.

DUTRA, F.V.; DORETO, H.S.; RIBEIRO, P.C.; GASPARINO, E.C. Morfologia polínica em espécies ornamentais de Asteraceae, Ericaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae e Rubiaceae. **Nucleus**, Ituverava, v.11, n.1, p.33-44, 2014.

FAGUNDES, M.; CAMARGOS, M.G.; COSTA, F.V.A. qualidade do solo afeta a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas de *Dimorphandra mollis* Benth. (Leguminosae: Mimosoideae). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.25, n.4, p.908-915, 2011.

FENNER, M.; THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 250p.

FERREIRA, D.F. **Sisvar**: Versão 5.1 (Build 72). DEX/UFLA. 2007.

FIGLIOLIA, M.B. Colheita de sementes. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.1-12a.

FIGLIOLIA, M.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Manejo de sementes de espécies arbóreas**. IF-Séries Registros, n.15, p.1-59, 1995b.

FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. Coleta de sementes. In: **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2001. p.9-13.

FREITAS, N.W.N. **Maturação, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth)**. 2012. 94f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

GEMAQUE, R.C.R.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.84-91, 2002.

GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R.M.; QUEIROZ, L.P.; WANDERLEY, M.G.; BER, C.V.D. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, Belém, v.1, n.1, p.52-61, 2005.

GOLDFARB, M.; DUARTE, M.E.M.; MATA, M.E.R.M.C.; PIMENTEL, L.W.; SEVERINO, L.S. Teor de água limite para crioconservação das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.10, n.2, p.121-129, 2008.

GONÇALVES, M.P.M.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Sistema de reprodução de *Lophanthera lactescens* Juss (Malpighiaceae) em área de introdução. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.6, n.10, p.1-14, 2007.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F.A.; FONSECA-JUNIOR, E.M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Cerne**, Lavras, v.12, n.1, p.84-91, 2006.

HEHENBERGER, E.; KRADOLFER, D.; KÖHLER, C. Endosperm cellularization defines an important developmental transition for embryo development. **Development**, Cambridge, v.139, n.11, p.2031-2039, 2012.

HERZOG; N.F.M.; MALAVASI, M.M.; MALVASI, U.C. Morfometria dos frutos e germinação de sementes de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.4, p.1359-1366, 2012.

HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. 620p.

IOSSI, E.; SADER, R.; MORO, F.V.; BARBOSA, J.C. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.29, n.1, p.147-154, 2007.

JÁCOME, M.F. **Estádios de maturação de frutos, secagem e armazenamento de sementes de tabaco**. 2014. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.F.; DONOGHU, M.J. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632p.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.F. **Plant systematics - a phylogenetic approach**. Sinauer Associates Inc., 1999. 464p.

JUSTINO, E.V. **Maturação fisiológica e taxa de cruzamento natural na produção de sementes de *Capsicum***. 2013. 128f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

LAZAROTTO, M.; BELTRAME, R.; MUNIZ, M.F.B.; BLUME, E. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina crista-galli* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.1, p.9-16, 2011.

LEMES, E.Q. **Qualidade fisiológica de sementes de paineira em função do estágio de maturação, temperaturas cardinais e estresse salino**. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

LIMA, C.R. **Avaliações ecofisiológicas em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul.** 2011. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U.; ANDRADE, A.P. Physiological maturity of fruits and seeds of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.34, n.2, p.231-240, 2012.

LIMA, R.V. **Avaliação das características físicas e biológicas das sementes de urucu cv. casca verde durante o desenvolvimento da maturação fisiológica**. 2005. 82f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2005.

LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; GUERRA, N.B. Correlação entre o teor de antocianinas e caracterização cromática de polpas de diferentes genótipos de aceroleira. **Brasilian Journal of Food**, Campinas, v.10, n.1, p.51-55, 2007.

LOPES, I.S.; NÓBREGA, A.M.F.; MATOS, V.P. Maturação e colheita da semente de *Amburana cearenses* (Allem.) A.C. Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.3, p.565-572, 2014.

LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; PEREIRA, M.D. Maturação fisiológica de sementes de quaresmeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.8, p.811-816, 2005.

LOPES, J.C.; SOARES, A.S. Estudo da maturação de sementes de carvalho vermelho (*Miconia cinnamomifolia* (DC) Nauad). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.4, p.623-628, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 239p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

MARTINS, C.C.; BELISARIO, L.; TOMAZ, C.A.; ZUCARELI, C. Condições climáticas, características do fruto e sistema de colheita na qualidade fisiológica de sementes de jacarandá. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.4, p.627-632, 2008a.

MARTINS, C.C.; SEMENE, A.M.; NAKAGAWA, J. Estágio de colheita e substrato para o teste de germinação de sementes de ipê (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n.1, p.27-32, 2008b.

MATA, M.F.; SILVA, K.B.; BRUNO, R.L.A.; FELIX, L.P.; MEDEIROS FILHO, S.; ALVES, E.U. Maturação fisiológica de sementes de ingazeiro (*Inga striata* Benth.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.2, p.549-566, 2013.

MATHEUS, M.T.; LOPES, J.C.; CORRÊA, N.B. Maturação fisiológica de sementes de *Erythrina variegata* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.4, p.619-627, 2011.

MENDES, A.M.S.; FIGUEIREDO, A.F.; SILVA, J.F. Crescimento e maturação dos frutos e sementes de Urucum. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.133-141, 2006.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E. **Flora vascular do cerrado**. In Cerrado: ambiente e flora (S.M. Sano e S. P. Almeida, Eds.). Embrapa - CPAC, 1998. p.288-556.

MENEZES, T.P.; RAMOS, J.D.; LIMA, L.C.O.; COSTA, A.C.; NASSUR, R.C.M.R.; RUFINI, J.C.M. Características físicas e físico-químicas de pitaia vermelha durante a maturação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.2, p.631-644, 2015.

MOLIZANE, D.M.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A.R.; BARBEDO, C.J. Maturação de sementes de *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker e *Vriesea paraibica* Wawra (Bromeliaceae). **Hoehnea**, São Paulo, v.40, n.4, p.619-625, 2013.

MORAES, P.L.R.; ALVES, M.C. Biometria de frutos e diásporos de *Cryptocarya aschersoniana* Mez e *Cryptocarya moschata* Nees (Lauraceae). **Biota Neotropica**, Campinas, v.2, n.1, p.1-11, 2002.

NAKAGAWA, J.; MORI, E.S.; PINTO, C.S.; FERNANDES, K.H.P.; SEKI, M.S.; MANEGHETTI, R.A. Maturação e secagem de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert (canafístula). **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.1, p.49-56, 2010.

NOGUEIRA, N.W.; RIBEIRO, M.C.C.; FREITAS, R.M.O.; MARTINS, H.V.G.; LEAL, C.C.P. Maturação fisiológica e dormência em sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.4, p.876-883, 2013.

ORO, P.; SCHULZ, D.G.; VOLKWEIS, C.R.; BANDEIRA, K.B.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Maturação fisiológica de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess e *Eugenia involucrata* DC. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.25, n.3, p.11-18, 2012.

PAOLI, A.A.S. Morfo-anatomia de frutos e sementes de *Lophantera lactescens* Ducke (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.237-243, 1997.

PEDROSO, D.C.; MENEZES, V.O.; MUNIZ, M.F.B.; BELLÉ, R.; BLUME, E.; GARCIA, D.C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Zinnia elegans* Jacq. colhidas em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.30, n.3, p.164-171, 2008.

PEOPLES, M.B.; PATE, J.S.; ATKINS, C.A.; MURRAY, D.R. Economy of water, carbon, and nitrogen in the developing cowpea fruit. **Plant Physiology**, Rockville, v.77, n.1, p.142-147, 1985.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A.; ACHUCH, L.O. B. Produção de Sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MANEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Ed. Universitária UFPel. 2012. p.13-100.

PESSOA, R.C.; MATSUMOTO, S.N.; MORAIS, O.M.; VALE, R.S.; LIMA, J.M. Germinação e maturidade fisiológica de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth.) Benth relacionadas a estádios de frutificação e conservação pós-colheita. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.4, p.617-625, 2010.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Maturação fisiológica de sementes de espécies florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1, Belo Horizonte. **Anais...** Brasília: IBDF, 1986. p.217-239.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; AGUIAR, I.B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.215-274.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; VALENTINI, S.R.T. Teste de tetrazólio. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coords.). **Manual de análise de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.61-73. (Série Registros, 14).

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FREIRE, J.M.; SILVA, L.D. Parâmetros genéticos para a colheita de sementes florestais. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FREIRE, J.M.; LELES,

P.S.S.; BREIER, T.B. (Orgs.) **Parâmetros técnicos para a produção de sementes florestais**. Seropédica: EDUR/UFRRJ, 2007. p.51-102.

PIRES NETO, P.A.F.; PIRES, V.C.M.; MORAES, C.B.; OLIVEIRA, L.M.D.; PORTELLA, A.C.F.; NAKAGAWA, J. Physiological ripening of *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.38, n.2, p.155-160, 2016.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília, 1985. 289p.

PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. The Natural History of Pollination. **Harper Collins Publishers**, 1996. 479p.

REIS, E.R. Maturação de sementes florestais. In: HOPPE, J.M. (Org.). **Produção de sementes e mudas florestais**. Caderno Didático n.1, 2.ed. Santa Maria: UFSM, 2004. p.46-61.

RIBEIRO, J.E.L.S.; HOPKINS, M.J.G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M.A.S.; BRITO, J.M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, L.H.P.; LOHMANN, L.G.; ASSUNÇÃO, P.A.C.L.; PEREIRA, E.C.; SILVA, C.F.; MESQUITA, M.R.; PROCÓPIO, L.C. **Floresta da reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA, Manaus, 1999. 505-511p.

SAS. **SAS/STAT 9.3** User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621p.

SCHULZ, D.G.; ORO, P.; VOLKWEIS, C.; MALAVASI, M.M.; MALAVASI, U.C. Maturidade fisiológica e morfometria de sementes de *Inga laurina* (Sw.) Willd. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21, n.1, p.45-51, 2014.

SILVA, L.B.; MARTINS, C.C.; MACHADO, C.G.; NAKAGAWA, J. Estádios de colheita e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de mamoneira. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.1, p.50-59, 2009.

SILVA, L.M.M. **Maturação fisiológica de sementes de *Cnidosculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm.** 2002. 61f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2002.

SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B.; MATOS, V.P.; VIÉGAS, R.A.; MENDONÇA, I.F.C. Physiological maturity of *Cnidosculus quercifolius* Pax & K. Hoffm. seeds. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.77, p.15-20, 2008.

SILVA, R.C. **Maturação, superação de dormência e conservação de sementes de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.).** 2016. 102f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SILVA, S.L. **Morfoanatomia e ontogênese de frutos e sementes de espécies de *Banisteriopsis* C. B. Robinson e *Diplopterys* A. Juss. (Malpighiaceae).** 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Morfologia e Diversidade Vegetal) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Botucatu, 2007.

SILVEIRA, M.A.M.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.2, p.31-37, 2002.

SOUSA, D.M.M. **Fenologia, avaliação do tubo polínico e maturação de frutos e sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz.** 2011. 123f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

SOUTO, L.S.; OLIVEIRA, D.M.T. Morfoanatomia e ontogênese do fruto e semente de *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.4, p.697-712, 2005.

SOUTO, L.S.; OLIVEIRA, D.M.T. Morfoanatomia e ontogênese das sementes de espécies de *Banisteriopsis* C.B. Robinson e *Diplopterys* A. Juss. (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.22, n.3, p.733-740. 2008.

SOUTO, P.C.; SALES, F.C.V.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V.; SOUZA, A.A. Biometria de frutos e número de sementes de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. no semiárido da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.3, n.1, p.108-113, 2008.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. 2.ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2008. 704p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720p.

TEKRONY, D.M. Precision is an essential component in seed vigour testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.31, n.3, p.435-447, 2003.

TENÓRIO, J.O. **Lignina de plântulas de *Lophantera lactescens* Ducke**. 2010. 39f. Monografia (Graduação em Biotecnologia) - Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2010.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p.1-51.

TUNES, M.L.; PEDROSO, D.C.; BADINELLI, P.G.; TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BARROS, A.C.S.A; MUNIZ, M.F.B. Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina e saturada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.1, p.33-37, 2011.

VILELA, X.M.S. **Maturação fisiológica de sementes de berinjela**. 2012. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.