



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

TESE

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PLANTAS  
MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**

MARINA MATIAS URSULINO

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
Campus II - Areia - PB



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PLANTAS  
MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**

MARINA MATIAS URSULINO

*Sob a orientação da professora*

Dr<sup>a</sup>. Edna Ursulino Alves

Tese submetida como requisito para  
obtenção do título de **Doutor em  
Agronomia**, no Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia

Areia - PB

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: QUALIDADE FISIOLÓGICA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE  
PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**

AUTOR: MARINA MATIAS URSULINO

Apresentado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em  
AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:

Profa. Dra. Edna Ursulino Alves/DFCA/CCA-UFPB  
Orientadora

Prof. Dr. Antonio Félix da Costa/IPA - PE  
Examinador

Dra. Katiane da Rosa Gomes da Silva/IPA - PE  
Examinadora

Profa. Dra. Lenyneves Duarte Alvino de Araújo/DCB/CCA-UFPB  
Examinadora

Profa. Dra. Silvanda de Melo Silva/DQF/CCA-UFPB  
Examinadora

Defendida em 25/10/2017

Presidente da Comissão Examinadora  
Profa. Dra. Edna Ursulino Alves

**Catálogo na publicação Seção de  
Catálogo e Classificação**

U82q Ursulino, Marina Matias.  
QUALIDADE FISIOLÓGICA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE  
PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tulasne  
/ Marina Matias Ursulino. - João Pessoa, 2018.  
175 f. : il.

Orientação: Edna Ursulino  
Alves. Tese (Doutorado) -  
UFPB/CCA.

1. fava d'anta. 2. seleção de matrizes. 3.  
germinação.  
4. análise de sementes. I. Alves, Edna Ursulino. II.  
Título.

UFPB/CCA-AREIA

## DEDICATÓRIA

A **Deus**, que me deu forças para vencer as batalhas que a vida me impôs durante este período acadêmico e por me iluminar sempre.

A minha amada **filha Lívia Matias Ursulino Ribeiro** e o meu amado esposo **Thiago de Souza Ribeiro**, aos quais entrego o melhor dos meus sentimentos, por completarem minha vida e me dedicarem momentos de felicidade, amor e carinho.

Aos meus amados pais, **Maria Matias Ursulino** e **José Nilson Correia Ursulino**, a quem entrego todo meu amor e afeto, por terem me dado apoio, amor, carinho, atenção e por estarem presente em todos os momentos de minha vida, sejam os de alegria ou de tristeza, contribuindo para formação do meu ser.

Aos meus irmãos **Ana Isabel Matias Ursulino** e **Vicente de Paulo Matias Ursulino**, por me dedicarem verdadeira amizade, companheirismo, confiança e amor desde a infância.

Aos meus queridos avós maternos **Francisco Matias (*in memorian*)** e **Maria Carlos da Silva Matias** que sempre será pra mim como uma segunda mãe, que me deu apoio, dedicação e carinho.

Aos meus amados avós paternos **Maria Neusa Correia Ursulino** e **José Ursulino Batista (*in memorian*)**, pessoas importantes que sempre estarão em minhas orações e pensamentos.

As minhas queridas tias **Maria Matias da Silva**, **Maria Cleide Silva** e **Jose Neuza Ursulino**, que tanto me orgulham, me instruindo e dando apoio em todas as fases de minha vida.

A minha adorável priminha **Ana Carla da Silva Mendes** que nunca deixou de expressar seu carinho e afeto por mim.

A minha orientadora **Edna Ursulino Alves**, pela realização deste projeto, pela paciência, dedicação e, principalmente, pelos ensinamentos adquiridos ao longo da minha trajetória acadêmica.

Para realizar nossas metas precisamos vencer vários tipos de obstáculos que a vida nos impõe. Barreiras como falta de tempo, excesso de estresse, metas não realizadas, entre outras dificuldades que põem à prova a nossa força de vontade e nos fazem dar ainda mais valor às nossas conquistas.

Difícilmente algo que não demandou suor e empenho gerará prazer igual à conquista de algo que nos deixou diversas noites sem dormir.

Portanto, busque ver nas barreiras impostas pela vida algo que lhe fortalecerá e transformará a realização de seus sonhos em algo ainda mais especial. Olhar para trás e enxergar um trajetória aberta em meio às dificuldades faz da sua conquista algo admirável e prazeroso.

Os mediócrs, aqueles que fazem apenas o que é comum e corriqueiro, têm imensa dificuldade em enxergar que por trás de toda dificuldade há uma oportunidade única.

Portanto, encare as barreiras da vida com bom ânimo e determinação. São elas que fazem com que objetivos maiores sejam alcançados apenas por aqueles que têm disposição e energia para enfrentar o caminho das pedras. São elas que fazem aflorar os verdadeiros campeões.

Tenha confiança e siga em frente. Faça valer a sua determinação, acima de todos os medos e dúvidas que tentam assombrá-la.

**Roberto Shinyashiki**

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Trindade Divina e a Maria Santíssima todos os dias por terem guiado as minhas decisões, iluminado a minha vida e dado forças em momentos de dúvidas e dificuldades.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, incluindo meus professores, por me proporcionar o título de Doutora em Agronomia.

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

A professora Edna Ursulino Alves, pela orientação, paciência, críticas e sugestões sempre no momento oportuno, me auxiliando a vencer as barreiras e romper as dificuldades encontradas no decorrer do caminho.

Aos meus primos Ana Carla da Silva Mendes, Ana Carolina da Costa Matias, Leylane Varela Rocha Matias, Polyana da Costa Matias, Ana Caryne Xenofonte Matias, Alicia Brito Matias, Francisco Matias Neto, Lucas Brito Matias, Carlos Eduardo Varela Rocha Matias, João Carlos Xenofonte Matias, José Harickson Ursulino, Bruno Ursulino e Silva e Diego Henrique Ursulino, que são pessoas maravilhosas e importantes, a quem desejo muito sucesso em suas vidas.

A Maria do Carmo Alexandre e Maria de Fátima Ratts de Almeida (minhas madrinhas) e a Vicente Mariano Alexandre “Seu Sucupira” (*in memoriam*) por terem dedicado muito tempo orando por mim e me auxiliando na vida pessoal.

Aos meus grandes amigos que permanecerão eternamente em meu coração Michely Alves, Anaiane Souza, Régis dos Santos Braz, Halinna Cavalcante Neves, Cristina Elizabeth, Edna Ursulino Alves, Luciana Rodrigues de Araújo, Maria Carlota Mariano Alexandre, Sandra Mariano Alexandre, Rosemere dos Santos Silva, Flávio Ricardo da Silva Cruz, Sueli da Silva Santos-Moura, Paulo Costa Araújo, que estão sempre torcendo por mim, a eles, desejo sempre, o melhor.

As pessoas que fazem parte do Sítio Boa Vista (Jardim - CE) e Sítio Baixa do Maracujá (Crato - CE), que contribuíram no momento da demarcação das plantas matrizes e na coleta dos frutos da faveira.

Ao pessoal do Laboratório de Análise de Sementes, Rosemere dos Santos Silva, Flávio Ricardo da Silva Cruz, Luciana Rodrigues de Araújo, Sueli da Silva Santos-Moura, Paulo Costa Araújo, Carol Marques Rodrigues, Edna Oliveira Silva,

Antônio dos Anjos Pereira Neto, Maria das Mercês Serafim dos Santos Neta, Patrícia Cândido, Severino Francisco dos Santos (Seu Bui) e todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

Considerando esta Tese como resultado de uma caminhada que teve início desde a minha entrada no CCA-UFPB e para não correr o risco de cometer injustiças por deixar de agradecer a alguém, quero agradecer de antemão a todos que de alguma forma passaram pela minha vida e contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste projeto.

A todos, sem exceção, muito obrigada!!!



## BIOGRAFIA

MARINA MATIAS URSULINO, Filha de José Nilson Correia Ursulino e Maria Matias Ursulino, nasceu em 23 de janeiro de 1988, na cidade do Crato, no Estado do Ceará. É Engenheira Agrônoma, formada em dezembro de 2010, pela Universidade Federal da Paraíba e obteve o título de Mestre em Agronomia em 2013, neste mesmo ano iniciou o curso de Doutorado em Agronomia pela mesma Universidade, tendo o concluído em 25 de outubro de 2017.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>xix</b>
<b>RESUMO GERAL.....</b>	<b>xxi</b>
<b>GENERAL ABSTRACT.....</b>	<b>xxiii</b>
<b>CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>1</b>
1. <b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>2</b>
2. <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Descrição da espécie.....	5
2.2. Caracterização física de sementes.....	6
2.3. Testes de viabilidade e vigor de sementes.....	8
2.3.1. Germinação de sementes e emergência de plântulas.....	8
2.3.2. Envelhecimento acelerado.....	10
2.3.3. Teste de frio e germinação a baixa temperatura.....	11
2.3.4. Teste de tetrazólio.....	13
2.3.5. Testes de Raios-X.....	15
2.4. Armazenamentos de sementes.....	16
3. <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>31</b>
<b>BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES, GERMINAÇÃO E PADRÃO DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE <i>Dimorphandra gardneriana</i> Tull.....</b>	<b>31</b>
Resumo.....	32
Abstract.....	32
1. Introdução.....	33
2. Material e Métodos.....	35
3. Resultados e Discussão.....	37
4. Conclusões.....	44
5. Referências Bibliográficas.....	45

<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>50</b>
<b>VIGOR DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE <i>Dimorphandra gardneriana</i> Tulasne PELO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO.....</b>	<b>50</b>
Resumo.....	51
Abstract.....	51
1. Introdução.....	52
2. Material e Métodos.....	53
3. Resultados e Discussão.....	56
4. Conclusão.....	66
5. Referências Bibliográficas.....	66
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>70</b>
<b>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE <i>Dimorphandra gardneriana</i> Tulasne PELOS TESTES DE GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA.....</b>	<b>70</b>
Resumo.....	71
Abstract.....	71
1. Introdução.....	72
2. Material e Métodos.....	73
3. Resultados e Discussão.....	76
4. Conclusão.....	84
5. Referências Bibliográficas.....	84
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>88</b>
<b>TESTES DE FRIO E DE GERMINAÇÃO A BAIXA TEMPERATURA PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE <i>Dimorphandra gardneriana</i> Tulasne.....</b>	<b>88</b>
Resumo.....	89

Abstract.....	89
1. Introdução.....	90
2. Material e Métodos.....	91
3. Resultados e Discussão.....	94
4. Conclusão.....	103
5. Referências Bibliográficas.....	103
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>106</b>
<b>VIABILIDADE DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE</b> <b><i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul. PELO TESTE DE TETRAZÓLIO.....</b>	<b>107</b>
Resumo.....	108
Abstract.....	108
1. Introdução.....	109
2. Material e Métodos.....	111
3. Resultados e Discussão.....	113
4. Conclusões.....	119
5. Referências Bibliográficas.....	120
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>124</b>
<b>TESTE DE RAIOS X NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES</b> <b>DE PLANTAS MATRIZES DE <i>Dimorphandra gardneriana</i></b> <b>Tulasne.....</b>	<b>124</b>
Resumo.....	125
Abstract.....	125
1. Introdução.....	126
2. Material e Métodos.....	127
3. Resultados e Discussão.....	129
4. Conclusão.....	133
5. Referências Bibliográficas.....	134

<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>137</b>
<b>ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE <i>Dimorphandra gardneriana</i></b>	
<b>Tull.....</b>	<b>137</b>
Resumo.....	138
Abstract.....	138
1. Introdução.....	139
2. Material e Métodos.....	140
3. Resultados e Discussão.....	142
4. Conclusões.....	152
5. Referências Bibliográficas.....	152

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO II - BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES, GERMINAÇÃO E PADRÃO DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tull**

Tabela 1.	Coordenadas geográficas das 20 plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> utilizadas para a colheita de sementes.....	35
Tabela 2.	Teor de água, germinação e vigor (primeira contagem e índice de velocidade de germinação) inicial de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	38
Tabela 3.	Vigor inicial (comprimento e massa seca de plântulas) de sementes de plantas matrizes <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	39
Tabela 4.	Médias do comprimento, largura e espessura de frutos de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	40
Tabela 5.	Resumo da análise de variância e comparação das médias para comprimento, largura, espessura e peso fresco de 1000 sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	41

### **CAPÍTULO III - VIGOR DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tulasne PELO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO**

Tabela 6.	Coordenadas geográficas das 20 plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> utilizadas para a colheita de sementes.....	54
Tabela 7.	Teor de água, germinação e vigor (primeira contagem, índice	

	de velocidade de germinação) de sementes não envelhecidas de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	57
Tabela 8.	Vigor inicial (comprimento e massa seca de plântulas) de sementes não envelhecidas de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	58
Tabela 9.	Teor de água e germinação de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> após o envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas.....	60
Tabela 10.	Primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> submetidas ao envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas.....	62
Tabela 11.	Comprimento da parte aérea e raiz primária de plântulas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> oriundas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas.....	63
Tabela 12.	Massa seca da parte aérea e raízes das plântulas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> oriundas de sementes de submetidas ao envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas.....	65

#### **CAPÍTULO IV - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tulasne PELOS TESTES DE GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA**

Tabela 13.	Coordenadas geográficas das 20 plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> utilizadas para a colheita de sementes.....	74
Tabela 14.	Teor de água, germinação e vigor inicial (primeira contagem,	

	índice de velocidade de germinação) de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	77
Tabela 15.	Vigor inicial (comprimento e massa seca de plântulas) de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> ....	78
Tabela 16.	Emergência, primeira contagem e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas em casa de vegetação oriundas de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	79
Tabela 17.	Comprimento e massa seca da parte aérea e raízes das plântulas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> oriundas de sementes submetidas ao teste de emergência em casa de vegetação.....	81
Tabela 18.	Emergência, primeira contagem e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas em campo oriundas de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> ....	82
Tabela 19.	Comprimento e massa seca da parte aérea e raízes de plântulas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> oriundas de sementes submetidas ao teste de emergência em campo.....	84

## **CAPÍTULO V - TESTES DE FRIO E DE GERMINAÇÃO A BAIXA TEMPERATURA PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**

Tabela 20.	Coordenadas geográficas das 20 plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> utilizadas para a colheita de sementes.....	92
Tabela 21.	Teor de água, germinação e vigor (primeira contagem, índice	



	de velocidade de germinação) inicial de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	95
Tabela 22.	Vigor inicial (comprimento e massa seca de plântulas) de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> ....	96
Tabela 23.	Germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> submetidas ao teste de frio.....	97
Tabela 24.	Germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes submetidas ao teste de germinação à baixa temperatura oriundas de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	99
Tabela 25.	Comprimento e massa seca da parte aérea e raízes primária de plântulas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> oriundas de sementes submetidas ao teste de frio.....	101
Tabela 26.	Comprimento e massa seca da parte aérea e raízes das plântulas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> oriundas de sementes submetidas ao teste de germinação a baixa temperatura.....	102

## **CAPÍTULO VI - VIABILIDADE DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tul. PELO TESTE DE TETRAZÓLIO**

Tabela 27.	Coordenadas geográficas das 20 plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> utilizadas para a colheita de sementes.....	111
Tabela 28.	Porcentagem de sementes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> que não coloriram (NC), coloração fraca (CF), coloração normal	

	(CN) e coloração forte (CF) pelo teste de tetrazólio em função das concentrações da solução (%) e do tempo (min) de exposição a soluções de tetrazólio.....	114
Tabela 29.	Descrição das colorações e características do embrião das sementes para cada categoria e classe empregadas na avaliação da viabilidade de sementes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	116
Tabela 30.	Teor de água, germinação e vigor (emergência e teste de tetrazólio) de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	118

## **CAPÍTULO VII - TESTE DE RAIOS X NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**

Tabela 31.	Coordenadas geográficas das 13 plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> utilizadas para a colheita de sementes.....	128
Tabela 32.	Teor de água e percentual de sementes de plantas matrizes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> classificadas pelo teste de raios X em sementes sem danos (SD), sementes malformadas (SM), sementes deterioradas (SD) e sementes com danos mecânicos (SDM).....	130
Tabela 33.	Resultado do teste de raios X e de germinação com a quantificação de plântulas anormais e sementes mortas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> .....	132

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO II - BIOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES, GERMINAÇÃO E PADRÃO DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tull**

- Figura 1. Curvas da absorção de água de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* (1 a 20) imersas em água destilada na temperatura de 25 °C..... 44

### **CAPÍTULO VI - VIABILIDADE DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tul. PELO TESTE DE TETRAZÓLIO**

- Figura 2. Representação das classes de sementes de *Dimorphandra gardneriana* estabelecidas no teste de tetrazólio..... 117

### **CAPÍTULO VII - TESTE DE RAIOS X NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE PLANTAS MATRIZES DE *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**

- Figura 3. Sementes de *Dimorphandra gardneriana* visualmente intactas (AI, BI, CI e DI), classificadas pela análise radiográfica de acordo com a anatomia interna em: AII (semente sem defeito), BII (semente malformada), CII (semente deteriorada), DII (semente com danos mecânicos) e originando plântulas normais (AIII), plântulas anormais (CIII) e sementes mortas (BIII e DIII).... 133

### **CAPÍTULO VIII - ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Dimorphandra gardneriana* Tull.**

- Figura 4. Teor de água das sementes de *Dimorphandra gardneriana* armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 21 períodos..... 143

Figura 5.	Primeira contagem de germinação de sementes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.....	144
Figura 6.	Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.....	145
Figura 7.	Porcentagem de germinação de sementes de <i>Dimorphandra gardneriana</i> armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.....	147
Figura 8.	Comprimento da parte aérea de plântulas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> oriundas de sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.....	148
Figura 9.	Comprimento da raiz primária de plântulas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> oriundas de sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.....	149
Figura 10.	Massa seca da parte aérea de plântulas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> oriundas de sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.....	150
Figura 11.	Massa de raízes de plântulas de <i>Dimorphandra gardneriana</i> oriundas de sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.....	151

## RESUMO GERAL

URSULINO, Marina Matias. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne.** 2017. 156f. Universidade Federal da Paraíba. Orientadora: Edna Ursulino Alves.

A espécie *Dimorphandra gardneriana* Tulasne é uma árvore nativa brasileira, propagada por sementes, cujos frutos possuem alto teor dos bioflavonóides rutina e quercetina, utilizados em larga escala pela indústria farmacêutica. Dessa forma torna-se necessário avaliar a qualidade das sementes produzidas com a finalidade de selecionar plantas matrizes para a colheita de sementes de qualidade. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de plantas matrizes de *D. gardneriana*, assim como o seu potencial de armazenamento. Para a caracterização dos frutos e das sementes de *D. gardneriana* foi determinada a biometria, enquanto que para avaliação da viabilidade e vigor das sementes foram realizados testes de germinação e vigor (primeira contagem e índice velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, emergência em campo e os testes de frio e raios X). Para o armazenamento das sementes foram testadas diferentes embalagens (papel alumínio, papel Kraft, pano, plástico e garrafas de polietileno tereftalato - PET) e em ambientes (natural de laboratório, geladeira e câmara fria e seca) por um período de 28 meses, com avaliações do teor de água, germinação e vigor no início e a cada 40 dias de armazenamento. Os caracteres biométricos de frutos e sementes de *D. gardneriana* são variáveis entre as plantas matrizes, sendo indicada a 20 como aquela que possui sementes de maior tamanho. Pelos resultados do teste de envelhecimento acelerado as sementes da planta matriz 11 são as mais vigorosas. Os testes de emergência em casa de vegetação e em campo foram eficientes na separação das sementes de plantas matrizes de *D. gardneriana* em níveis de vigor, sendo consideradas de melhor qualidade fisiológica as sementes das plantas matrizes 19 e 20. Os resultados dos testes de frio e germinação a baixa temperatura destacam as sementes das plantas matrizes 18, 19 e 20 como as mais vigorosas, enquanto pelos resultados do teste de tetrazólio as sementes mais vigorosas foram das plantas matrizes 2, 3, 6, 8 e 13. O teste de imagem de raios X foi eficaz para avaliar a morfologia das sementes de plantas matrizes de *D. gardneriana* e sua

relação com o vigor. No armazenamento, as sementes de *D. gardneriana* se mantiveram viáveis e com alta qualidade fisiológica por até 20 períodos, sendo as embalagens de plástico e garrafa PET as mais adequadas para o armazenamento destas sementes.

**Palavras-chave:** fava d'anta, seleção de matrizes, germinação, análise de sementes.

## GENERAL ABSTRACT

URSULINO, Marina Matias. **Physiological quality and storage seeds of plantas of *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**. 2017. 156f. Federal University of Paraiba. Advisor: Edna Ursulino Alves.

The species *Dimorphandra gardneriana* Tulasne is a native Brazilian tree, propagated by seeds, whose fruits have high content of bioflavonoids rutin and quercetin, used in large scale by the pharmaceutical industry. Thus, it is necessary to evaluate the quality of the seeds produced in order to select seed plants for the seed harvest. The objective of this work was to evaluate the physiological quality of seeds of different *D. gardneriana* matrix plants, as well as their storage potential. In order to characterize the fruits and seeds of *D. gardneriana*, the biometrics were determined, while germination and vigor tests were performed (germination speed, seedling length and dry mass, conductivity electrical, accelerated aging, emergency in the field and tests of cold and x-rays). In order to store the seeds, different packages (aluminum foil, Kraft paper, cloth, plastic and bottles of polyethylene terephthalate - PET) were tested and in environments (laboratory natural, refrigerator and cold and dry chamber) for a period of 28 months, with evaluation of the water content, germination and vigor at the beginning and every 40 days of storage. The biometric characteristics of fruits and seeds of *D. gardneriana* are variable between the matrix plants, being indicated to 20 as one that owns seeds of larger size. By the results of the accelerated aging test the seeds of the matrix plant 11 are the most vigorous. Greenhouse and field emergence tests were efficient in separating the seeds of different *D. gardneriana* seedlings at vigor levels, and the seeds of the plants 19 and 20 were considered of better physiological quality. Cold and germination at low temperature highlight the seeds of the maturing plants 18, 19 and 20 as the most vigorous, whereas by the results of the tetrazolium test the most vigorous seeds were from the plants 2, 3, 6, 8 and 13. X - ray image was effective to evaluate the morphology of the seeds of different *D. gardneriana* matrix plants and its relationship with vigor. In storage, the seeds of *D. gardneriana* remained viable and with high physiological quality for up to 20 periods, with plastic and PET bottles being the most suitable for the storage of these seeds.

**Key words:** fava d'anta, germination, vigor tests, seed analysis.

**CONSIDERAÇÕES GERAIS**



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A primeira etapa das pesquisas relacionadas ao vigor de sementes é a coleta, cujos indivíduos devem ter características superiores às demais da mesma espécie, seguido dos procedimentos de marcação e mapeamento no campo, permitindo o monitoramento, para depois obter-se o material propagativo que será destinado às avaliações (HIGA e SILVA, 2006).

Antes do plantio é importante se ter conhecimento em relação ao desempenho e a qualidade das sementes no campo, bem como após o armazenamento, neste sentido o envelhecimento acelerado surgiu como método de simular condições capazes de fornecer estas informações (KIKUTU e MARCOS FILHO, 2012). Esse teste acelera artificialmente a taxa de deterioração das sementes através de sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999). As sementes de baixa qualidade fisiológica nestas condições deterioram-se e reduzem sua viabilidade mais rapidamente quando comparadas com as mais vigorosas (PEREIRA et al., 2011).

O teste de frio foi desenvolvido em 1920 como um método para estudar a relação entre a temperatura e as doenças nas plântulas de milho (*Zea mays* L.), sendo mais eficiente aquela que destrói o patógeno e não prejudica a cultivar (DICKSON e HOLBERT, 1926). As maiores dificuldades de uso do teste de frio estão relacionadas ao volume de terra e a impossibilidade de se trabalhar com a terra das regiões produtoras, porém nos testes a simulação é conduzida utilizando outros substratos como papel germitest, vermiculita, e ainda existem trabalhos sendo realizados com fatores ambientais para torná-lo mais reproduzível (BRUGGINK et al., 1991).

Outro teste de vigor usado nas sementes é o de tetrazólio, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), o principal objetivo deste é a distinção das sementes viáveis das não viáveis. Fisiologicamente esse teste reflete a atividade das enzimas desidrogenases envolvidas no processo de respiração (AOSA, 1983). Os tecidos vivos respiram e os mortos não realizam nenhuma atividade nas sementes, assim identificados pela presença ou ausência da coloração vermelha, respectivamente (FRANÇA-NETO, 1999).

Assim como o teste de tetrazólio, outra alternativa viável para fornecer informações rápidas aos agricultores ou viveiristas é a utilização da radiografia por meio de raios X de baixa energia como forma de avaliação da qualidade física das

sementes (ISTA, 2004). Neste método as sementes não são danificadas com a finalidade básica de detectar e analisar as estruturas internas das sementes, permitindo assim, a visualização de sementes cheias, vazias, mal formadas, com danos mecânicos ou ataque de insetos e fungos, e em alguns casos, possibilitando a detecção de anormalidades no embrião, além do seu estágio de desenvolvimento (SIMAK E GUSTAFSSON, 1953).

*Dimorphandra gardneriana* Tul., da família Fabaceae, conhecida vulgarmente por fava d'anta é uma planta típica do cerrado e da caatinga brasileira (SILVA, et al., 2004), encontrada nos estados do Piauí, Minas Gerais e Ceará, precisamente nas regiões contempladas pela Chapada do Araripe (PROENÇA et al., 2006). A planta é decídua, heliófita, pioneira, seletiva xerófila e ocorre preferencialmente em terrenos altos e bem drenados, geralmente em moderada densidade populacional (DÔRES, 2007), podendo ser localizada em formações primárias e secundárias (LORENZI, 2002). As suas vagens são usadas para produzir rutina, um difundido flavonóide com propriedades antioxidantes, efeitos antiinflamatórios e circulatórios, por isso com grande valor farmacológico (PIRES et al., 2010).

A utilização de sementes de alta qualidade constitui a base para aumento da produtividade agroflorestal, o que é objeto de inúmeras pesquisas com outras espécies cultivadas, mas ainda pouco pesquisado para muitas espécies florestais (TUNES et al., 2011).

Dessa forma é importante a realização de pesquisas relacionadas ao estudo do potencial fisiológico das sementes de espécies florestais, sejam estas nativas, exóticas, de interesse medicinal ou ambiental. A coleta de sementes florestais nativas é normalmente realizada para a recomposição de áreas de preservação permanente, produção de madeira ou outros produtos não madeireiros, como é o caso de *Dimorphandra gardneriana*, a qual é explorada para fins medicinais (DAVIDE e SILVA, 2008).

Para avaliação do potencial fisiológico das sementes de espécies vegetais, uma das formas é a comparação do vigor entre sementes de plantas matrizes da mesma espécie, bem como através do seu comportamento durante o armazenamento. Para avaliação do vigor existem vários testes, cujos resultados trazem benefícios a todos os segmentos da produção de sementes, estando os testes de frio, tetrazólio, raio-X envelhecimento acelerado, germinação a baixa temperatura e emergência em campo entre os mais utilizados (AVILA et al., 2006).

O armazenamento em condições adequadas pode manter as características fisiológicas das sementes, sendo o principal responsável por reduzir a velocidade de deterioração após a colheita, de forma que alguns autores relataram que a qualidade das sementes pode ser conservada com o uso de ambientes (temperatura e umidade) e embalagens adequadas (TOLEDO e MARCOS-FILHO, 1977; CARNEIRO e AGUIAR 1993).

Diante do exposto e da importância da espécie, o objetivo foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tull., com o intuito de determinar o potencial de armazenamento das mesmas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Descrição da espécie

O gênero *Dimorphandra* Schott (Fabaceae), pertencente à tribo Caesalpinieae é formado por três subgêneros: *Dimorphandra* com onze espécies, *Phaneropsia* com cinco espécies e *Pocillum* com dez espécies e quatro subespécies (JOLY, 1993). As espécies do gênero *Dimorphandra* são todas lenhosas, de porte arbóreo, em que as árvores podem atingir cerca de três a sete metros de altura, cujo caule é cilíndrico, ereto, podendo ser delgado e tortuoso nas espécies do cerrado e da caatinga e a casca do fuste é grossa (SILVA, 1986).

A inflorescência é uma panícula com espigas curtas, sendo classificada como xenógama facultativa, com um sistema de autoincompatibilidade de ação tardia do tipo pós-zigótica (ABREU, 2000). O florescimento de *D. gardneriana* começa em dezembro, coincidindo com a estação chuvosa e, a sua frutificação se inicia em janeiro, também na estação chuvosa, estendendo-se até os meses de agosto e setembro, estação seca (BULHÃO e FIGUEIREDO, 2002).

A espécie tem síndrome de dispersão autocórica, ou seja, as vagens carnosas amadurecem, secam, adquirem uma coloração marrom e caem embaixo da planta mãe (COSTA et al., 2004), mas pode haver dispersão zoocórica secundária, onde pequenos roedores, insetos e pássaros são os supostos agentes dispersores (APPROBATO e GODOY, 2006).

O fruto é um legume deiscente achatado, com coloração variando de marrom-escuro a quase negro quando maduro, opaco, de superfície irregular, rugoso, com ápice e base arredondados, bordo irregular, lenhosos (seco), com 9,2 a 18,5 cm de comprimento e 2,4 a 3,5 cm de largura e espessura variando de 0,8 a 1,3 cm; pedúnculo persistente de consistência lenhosa (SILVA, 2007), pericarpo bem distinto quando aberto, epicarpo fino e mesocarpo de consistência farinácea, macia, com coloração marrom-escuro, cujo endocarpo é esbranquiçado amarelado com odor forte e adocicado (FERREIRA et al., 2001).

As sementes são eurispérmicas, sendo a maioria oblonga ou reniforme, algumas largoelípticas, com coloração variando de marrom-claro a vermelho-telha, com testa lisa, polida, dura; comprimento variando de 8,7 a 13,5 mm; 4,3 a 5,9 mm de

largura e espessura de 3,0 a 4,8 mm, o tégmen membranáceo, amarelado, semitransparente, aderido ao endosperma (SILVA, 2007).

A principal importância econômica da *D. gardneriana* está relacionada com o interesse da indústria farmacêutica pelo bioflavonóide rutina (6 a 10%), presente nos seus frutos e descoberta em 1936 pelo bioquímico Szent-Gyorgi e seus colaboradores (SOUZA et al., 1991). Os seus frutos eram tradicionalmente usados para cura de coceiras pelos índios Paresi de Mato Grosso - MT (MORAIS e MACEDO, 1996) e o tronco para construção de cercas na região do Araripe (SILVA, 2007).

O preço comercial da faveira na região do Araripe, gira em torno dos R\$ 0,15 a R\$ 0,60 centavos, sendo que a produção média de frutos por planta matriz pode variar de 21 a 40 kg por safra de acordo com cada coletor, sendo desta forma introduzidos nas comunidades cerca de meio salário mínimo ao mês para cada 1000 kg de frutos colhidos (ACB, 2005).

A *Dimorphandra gardneriana* são exploradas há anos na região da Chapada do Araripe e apesar disso, são escassas informações ecológicas e sobre a qualidade fisiológica de suas sementes (SILVA, 2007), as quais aliadas com estudos de avaliação de impacto da extração, são necessários para orientar e intruduzir as estratégias de manejo na região. Fator este, necessário para a conservação de *D. gardneriana* dependem, portanto, de um melhor entendimento das implicações ecológicas e fisiológicas para manutenção desta espécie na região (GONÇALVES, 2010).

## **2.2. Caracterização física de sementes**

O tamanho das sementes é considerado um padrão para avaliação nos testes de vigor, uma vez que para muitas espécies é um indicativo de qualidade fisiológica (AGUIAR et al., 1996), porém resultados de pesquisas nem sempre corroboram com esta afirmação porque para algumas espécies a variação no tamanho não influencia na capacidade de germinação (ALVES et al., 2005).

Em estudos relacionados às espécies, as características morfológicas como o tamanho da semente são de grande importância para se entender a forma de dispersão da semente, desenvolvimento e estabelecimento das plântulas em campo (FENNER, 1993), sendo também uma forma de se diferenciar espécies pioneiras e não pioneiras em florestas ou habitats desconhecidos (BASKIN e BASKIN, 1998).

O processo de enchimento das sementes ocorre durante a maturação, quando estas crescem em tamanho até atingirem o valor característico para a espécie (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), porém, a influência dos fatores genéticos e ambientais durante o desenvolvimento das sementes provoca uma discrepância no tamanho das sementes de uma mesma espécie, variando entre e dentro de árvores matrizes (TURNBULL, 1975; SANTOS et al., 2009).

De uma forma geral, as sementes maiores são consideradas mais vigorosas porque foram mais bem nutridas durante o seu desenvolvimento, o que evidenciou em um embrião bem formado e com maiores quantidades de substâncias de reserva (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Desta forma, as sementes vigorosas terão maior probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula em campo, mesmo em condições ambientais desfavoráveis (HAIG e WESTOBY, 1991; POPINIGIS, 1985).

A variabilidade genética existente entre as plantas matrizes é devido ao estágio relativamente selvagem, sem domesticação, aliado à alogamia, cujos fatores tem sido apontados como as causas da variação no processo germinativo de sementes de espécies florestais (SANTOS et al., 2009). Além disso, durante o processo de formação das sementes as plantas matrizes sofrem influência das condições ambientais, onde uma enorme quantidade de fatores interfere neste processo, no início e na continuidade da germinação, o que explica o fato das sementes de uma mesma espécie germinar em tempos muito diferentes (LARCHER, 2000).

As características morfológicas das sementes são de grande importância no estudo botânico das espécies florestais, uma vez que a biometria se destaca por fornecer informações que podem ser usadas em diversos outros trabalhos como: no melhoramento genético de populações, na padronizações de testes de laboratório, bem como na melhoria das condições de armazenamento de sementes e produção de mudas, além de ter grande utilidade na identificação e diferenciação de espécies do mesmo gênero (MACEDO et al., 2009; FERRONATO et al., 2000; CRUZ et al., 2001).

Pelo tamanho da semente também é possível se detectar a variabilidade genética dentro de uma mesma espécie, o que corrobora com o fornecimento de informações para a caracterização de aspectos ecológicos de cada espécie florestal que venha a ser estudada, obtendo-se conhecimentos sobre o tipo e agente de dispersão e estabelecimento das plântulas em campo (CARVALHO et al., 2003; MATHEUS e LOPES, 2007).

A caracterização e classificação das sementes por tamanho ou peso podem ser usada como uma estratégia para uniformizar o stand e se obter mudas com semelhança em tamanho e vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Desta forma, a associação de informações sobre os aspectos biométricos e a germinação das sementes possibilita a utilização destas na produção de mudas, em programas de reflorestamento e na revegetação de áreas degradadas (VÁZQUEZ-YANES e ARÉCHIGA, 1996).

## **2.3. Testes de viabilidade e vigor de sementes**

### **2.3.1. Germinação de sementes e emergência de plântulas**

O teste padrão de germinação é uma das formas mais adotadas para determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual pode ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também estimar o valor para semeadura em campo (BRASIL, 2009). Porém, existem vários fatores que podem influenciar e proporcionar diferentes respostas na germinação, a exemplo da umidade, temperatura, substrato, luminosidade e oxigênio (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015), sendo este último fator fundamental e considerado condição básica para o processo germinativo, devido a sua participação nas reações de oxidação do processo respiratório e na síntese de energia através da produção da adenosina trifosfato - ATP (SERT et al., 2009).

A umidade ou a quantidade de água presente nas células das sementes está intimamente associada a sua qualidade fisiológica, uma vez que o sucesso do processo germinativo depende da quantidade de água absorvida do substrato, que proporciona a dissociação de nutrientes e desencadeia as atividades de desenvolvimento do embrião, sendo o fator que mais influencia nesse processo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Além disto, a água deve ser fornecida em quantidade suficiente para ativação das reações químicas relacionadas ao metabolismo de retomada do crescimento do eixo embrionário (BORGES e RENA, 1993; BECKERT e SILVA, 2002; BEWLEY et al., 2013).

Conforme mencionado anteriormente, a resposta fisiológica das sementes é variável quando submetidas a condições diferentes de temperatura e substrato, sendo recomendáveis avaliações sobre a influência desses componentes na germinação

das sementes de cada espécie, fornecendo subsídios para comparação da viabilidade de lotes de sementes (GUEDES et al., 2009a).

Em conjunto com o teste de germinação, a comparação de vigor entre lotes de sementes pode ser realizada através da velocidade em que as sementes germinam (OLIVEIRA et al., 2016). Nos testes de velocidade de germinação as sementes são classificadas de acordo com a rapidez em que iniciam o processo germinativo e, desta forma, são consideradas mais vigorosas aquelas que dão origem a uma plântula normal mais rapidamente, havendo, assim, uma relação direta entre a velocidade de germinação e o vigor (SILVA e VIEIRA, 2006; OLIVEIRA et al., 2016).

Para aceleração do processo germinativo existem fatores que contribuem, a exemplo da temperatura, substrato, oxigênio e a luz, que quando são utilizados de forma correta proporcionam a máxima porcentagem de germinação em um menor intervalo de tempo (MAYER e POLJAKOFF-MAYER, 1989). Além dos fatores externos existem os intrínsecos à semente que também influenciam a germinação, a exemplo da longevidade e viabilidade (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

A capacidade que as plântulas possuem em emergir constitui um dos pontos mais críticos para determinar o sucesso no estabelecimento de um stand adequado de plantas, sendo importante conhecer e entender os aspectos ecológicos e fisiológicos que influenciam este processo (LABOURIAU, 1983). A emergência das plântulas não depende apenas dos fatores internos, a exemplo da energia contida no endosperma ou cotilédones, que desencadeiam o processo de desenvolvimento do embrião, mas também de outros fatores externos como a profundidade de semeadura e o tipo de substrato utilizado (HACKBART e CORDAZZO, 2003). Além disso, condições de luminosidade e mecanismos de adaptação ao ambiente são fatores determinantes para a o surgimento das plântulas após a germinação das sementes (FANTI e PEREZ, 1998).

Os fatores que possibilitam uma imediata emergência de plântulas e uniformidade no stand são altamente desejáveis na formação e produção de mudas, uma vez que quanto menor o período que as plântulas demoram nos estágios de desenvolvimento inicial, ficarão menos expostas e vulneráveis às condições adversas impostas pelo meio (MARTINS et al., 1999). A habilidade da semente em germinar e originar uma plântula normal em amplas condições ambientais determina seu vigor e, conseqüentemente, a sua capacidade competitiva, garantindo o seu estabelecimento e perpetuação desta espécie ao longo de gerações (PEREZ e TAMBELINI, 1995).



### 2.3.2. Envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado é uma das formas de se conferir e comparar a qualidade fisiológica de lotes de sementes, como consequência disto pode-se estipular aquelas mais vigorosas, cujo teste foi originalmente desenvolvido com o objetivo de determinar o potencial fisiológico das sementes durante o armazenamento, mas atualmente, também têm sido conduzidos para verificar o potencial de emergência das plântulas em campo (NASCIMENTO et al., 2007).

A metodologia deste teste se baseia na avaliação do desempenho fisiológico das sementes após serem submetidas às condições desfavoráveis de temperatura e umidade, por isso é um procedimento utilizado, principalmente como auxiliar nas pesquisas sobre o potencial fisiológico das sementes, cujo emprego é promissor para todas as espécies, inclusive as florestais (PIÑA-RODRIGUES, 1984).

O referido teste de vigor está entre os mais utilizados em sementes agrícolas e florestais, bem como pode ser também utilizado para avaliar a eficácia da conservação *ex situ* (RAMOS et al., 1992) porque se baseia na taxa de deterioração das sementes que é aumentada consideravelmente pela sua exposição a níveis adversos de temperatura e umidade relativa (MARCOS-FILHO, 1994). Nestas condições adversas, a resposta das sementes possibilita estimar a sua qualidade fisiológica e poder germinativo em uma faixa mais ampla de condições ambientais (MARCOS-FILHO, 2015).

A importância de se realizar os testes de vigor é a possibilidade e garantia em se separar lotes de sementes em diferentes categorias de vigor, principalmente quando estas possuem características morfológicas e fisiológicas semelhantes, de forma que o teste de envelhecimento acelerado supre estas necessidades quando comparado com outros (ROSSETO e MARCOS-FILHO, 1995), portanto, o referido teste permite diferenciar os lotes de sementes com maior ou menor vigor, indicar aquelas que conseguem manter sua viabilidade no armazenamento e que tenham um bom desempenho no campo após a semeadura (GOULART e TILLMANN, 2007).

Para instalação do teste de envelhecimento acelerado o tamanho da semente é um fator que deve ser levado em consideração, uma vez que influencia diretamente o mesmo, em razão de existirem espécies que possuem suas sementes relativamente pequenas, e quando se aplica este teste não se tem obtido resultados consistentes, devido à variação muito acentuada no teor de água ao final do período de envelhecimento (RAMOS et al., 2004), sendo o mesmo comprovado porque as sementes menores tendem a absorver água de forma rápida e desuniforme,

acarretando em uma aceleração do processo de deterioração, que vai ser variável dentro de uma mesma amostra, o que interfere na precisão dos resultados (JIANHUA e McDONALD, 1996; BHÉRING et al., 2006). Tal fato foi comprovado por Tunes et al. (2012) que reduziram estes efeitos quando utilizaram soluções adequadas que permitiram a obtenção de umidades uniformes e específicas, onde observaram redução na taxa de absorção de água pelas sementes, culminando numa menor intensidade de deterioração e menor variação entre os resultados.

Além do tamanho das sementes, a temperatura e o tempo de exposição ao teste de envelhecimento acelerado interferem nos resultados, o qual pode ser conduzido em temperaturas entre 41 e 45 °C por 24 a 96 horas (MARCOS-FILHO, 2015), a exemplo dos resultados consistentes na avaliação do vigor de sementes de essências florestais, como ipê-verde - *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart. (MELO, 2009), mulungu - *Erythrina velutina* Willd. (GUEDES et al., 2009b), angico - *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (PINHO et al., 2010), cubiu - *Solanum sessiliflorum* Dunal (PEREIRA e MARTINS FILHO, 2010) e mogno - *Swietenia macrophylla* King (OLIVEIRA et al., 2013; CARVALHO et al., 2016).

### **2.3.3. Teste de frio e germinação a baixa temperatura**

O teste de frio foi inicialmente desenvolvido para analisar a eficiência da aplicação de fungicidas às sementes, porém proporcionou uma resposta diferenciada em relação ao comportamento fisiológico das sementes pertencentes a um mesmo ou diferentes lotes, com isto essa metodologia passou a ser empregada e considerada como um teste de vigor (BARROS et al., 1999).

A metodologia empregada no teste de frio tem como base a exposição das sementes a fatores adversos de baixa temperatura e alta umidade do substrato (OLIVEIRA et al., 2015). Nestas condições as sementes de baixo vigor logo se degradam, em consequência dessa condição (umidade e baixa temperatura) contribuir na redução da velocidade e porcentagem de germinação, além de favorecer o desenvolvimento de patógenos que irão surgir e contribuir com a deterioração das sementes (BARROS et al., 1999).

Tradicionalmente, esse teste consiste na exposição das sementes em solo não esterilizado, com teor de água ajustado para 60 ou 70% da capacidade de retenção, à temperatura de 10 °C, durante sete a 10 dias, seguidos por um período de crescimento de plântulas em temperaturas entre 25 e 30 °C, contudo, pode ser

conduzido apenas em rolo de papel umedecido, pois este tem como vantagem a maior facilidade de condução e de reprodutibilidade em relação ao método com solo (LOEFFLER et al., 1985).

A umidade do substrato é um fator que irá influenciar diretamente a germinação das sementes. Caso ocorra o excesso de água o processo germinativo pode ficar prejudicado devido à menor aeração, como também a degradação das partículas das sementes atacadas por microorganismos que se multiplicam nestas condições (MARCOS-FILHO, 2015).

No teste de germinação a baixa temperatura, a condição fria é a principal responsável por dificultar a reorganização das membranas celulares durante a embebição, tornando mais lentos os processos de formação e de desenvolvimento do embrião (BURRIS e NAVRATIL, 1979). Nestas condições as sementes mais vigorosas se sobressaem, tornando este teste um dos obrigatórios na avaliação do controle de qualidade de sementes, permitindo a identificação de lotes com diferentes níveis de vigor (MOLINA et al., 1987; MEDINA e MARCOS-FILHO, 1990; WILSON JUNIOR e TRAWATHA, 1991).

Os testes de vigor são realizados visando identificar lotes de sementes com alta qualidade, uma vez que esta é a base para a obtenção de uma alta produtividade, stand uniforme, planta bem desenvolvida, elevado rendimento, e na produção de sementes vigorosas (OLIVEIRA et al., 2015). A qualidade das sementes de maneira geral tem sido avaliada, rotineiramente, pelo teste de germinação (BRASIL, 2009), conduzido sob condições ideais, em laboratório. Porém nem sempre os resultados são confirmados em campo, sendo o teste de frio e de germinação a frio métodos que permitem avaliar, de maneira rápida e eficiente, o potencial fisiológico das sementes e emergência de plântulas em campo.

O teste de frio, considerado eficiente, foi utilizado por diversos autores na busca da avaliação da qualidade fisiológica de sementes de muitas espécies, tais como mamona - *Ricinus communis* L. (MENDES et al., 2010), soja - *Glycine max* L. (VIEIRA et al., 2010), sorgo - *Sorghum bicolor* L. (COSTA et al., 2011), eucalipto - *Eucalyptus dunnii* Maiden, *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage, *Eucalyptus saligna* Smith, *Eucalyptus grandis* [Hill ex Maiden] e *Pinus* spp. (SCHNEIDER, 2014; MORAES et al., 2015), pinhão manso - *Jatropha curcas* L. (OLIVEIRA et al., 2015), milho - *Zea mays* L. (GRZYBOWSKI et al., 2015), barueiro - *Dipteryx alata* Vogel (ZUCCHI et al., 2016), dentre outras.

#### 2.3.4. Teste de tetrazólio

O teste de tetrazólio tem como objetivo a distinção das sementes viáveis e não viáveis a partir da coloração de suas partes (BRASIL, 2009), o qual se baseia na atividade das enzimas desidrogenases envolvidas no processo de respiração, refletindo e destacando as partes das sementes onde estas atuam (AOSA, 1983), uma vez que os tecidos vivos e mortos das sementes são diferenciados e identificados pela presença ou ausência da coloração vermelha, respectivamente (FRANÇA-NETO, 1999).

A metodologia empregada neste teste é rápida, eficiente e simples, por isso tem se tornado uma alternativa viável para fornecer informações a pesquisadores, agricultores e viveiristas, podendo ser considerado um dos melhores testes de vigor neste quesito (DANTAS et al., 2015; MARCOS-FILHO, 2015). No caso das sementes de espécies florestais o teste de tetrazólio vem sendo uma alternativa viável e eficiente na distinção da qualidade fisiológica de lotes de sementes especialmente daquelas que necessitam de um elevado período para iniciar o seu processo germinativo (DAVIDE et al., 1997; FOGAÇA et al., 2006).

O teste de tetrazólio foi primeiramente desenvolvido por Lakon em 1939 e posteriormente aperfeiçoado e divulgado por Moore no ano de 1972 (PRETE et al., 1993), o qual tem sido utilizado e empregado até hoje com teste de vigor para sementes de várias culturas, por fornecer informações amplas, a exemplo dos danos causados as sementes por rachaduras, amassamentos e trincas (FRANÇA-NETO, 1999). No entanto, para realização deste teste são necessários experimentos porque os critérios adotados para a sua realização são variados e dependem da espécie, concentração da solução do sal de tetrazólio, tempo de exposição para a coloração, método de preparo das sementes e permeabilidade do tegumento (MARCOS-FILHO et al., 1987).

A avaliação das sementes é realizada a partir da coloração dos tecidos vegetais, cuja enzima que permite essa pigmentação quando em contato com o sal de tetrazólio é particularmente a ácido málicodesidrogenase, que catalisa as reações de íons  $H^+$ , lançado pelos tecidos vivos que reduzem a 2,3,5-tryphenil cloreto de tetrazólio, formando uma substância de cor vermelha, estável e não-difusível chamado de trifenil-formazan (KAISER et al., 2014). Dessa forma o teste tetrazólio permite identificar os tecidos viáveis a partir a coloração avermelhada (FRANÇA-NETO et al., 1999).

O pré-condicionamento é um procedimento obrigatório para a realização do teste de tetrazólio, que visam a embebição das sementes com a solução, permitindo o contato do sal de tetrazólio com os tecidos de interesse a serem avaliados. São recomendados diversos tratamentos de pré-condicionamento em espécies florestais como: o corte, a escarificação e a embebição em água (FERREIRA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2005; MENDONÇA et al., 2006).

Além do pré-condicionamento das sementes, existem outros fatores que influenciam na coloração dos tecidos, como a concentração da solução contendo o sal de tetrazólio, o tempo, a temperatura de condicionamento e o método de avaliação, sendo fundamentais para que se obtenham resultados confiáveis e de fácil observação sobre a qualidade fisiológicas das sementes (ABBADE e TAKAKI, 2014).

O teste de tetrazólio vem sendo estudado como base para avaliação de vigor em sementes de diversas espécies florestais, como pau-brasil - *Caesalpinia echinata* Lam. (LAMARCA et al., 2009), macaíba - *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart. (RIBEIRO et al., 2010), mulungu - *Erythrina velutina* Willd. (BENTO et al., 2010), ipê-branco - *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. (ABBADE e TAKAKI, 2014), *Simira gardneriana* M.R.V. Barbosa & Peixoto (OLIVEIRA et al., 2016), auracária - *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (SILVA et al., 2016), catingueira - *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (SOUZA et al., 2017).

### 2.3.5. Testes de Raios-X

A análise de sementes por meio das imagens radiográficas obtidas pelo teste de raios-X é uma alternativa relativamente recente para classificar de imediato os diversos aspectos das sementes (GOMES JUNIOR, 2010). O teste de raios-X é um método relativamente simples e facilmente reproduzível, por não ser influenciado pelo ambiente e ser um método não destrutivo, permitindo, dessa forma, o uso das sementes para comparação com o teste de germinação (SIMAK, 1980). Além disso, atualmente este teste vem sendo utilizado com diversas finalidades no ramo da tecnologia de sementes, a exemplo da detecção de anormalidades em embriões, determinação do estágio de desenvolvimento das sementes ou na visualização de danos ocasionados por insetos e injúrias mecânicas (BATTISTI et al., 2000).

No teste de raios-X as imagens são obtidas por meio de ondas eletromagnéticas, as quais ao atravessar as sementes produzem feixes de raios-X, o que permite a formação de uma imagem permanente sobre um filme fotossensível,

sendo que nas sementes o procedimento é realizado com uma fonte de baixa energia de raios-X, assim quando estes atravessam a semente e atingem o filme é criada uma imagem latente, podendo a mesma ser mais clara nas regiões que os raios não atravessam e mais escuras nas regiões menos densas (FERNANDES et al., 2016).

A qualidade da imagem vai depender do grau de absorção das ondas radioativas pelas sementes e esta varia conforme a espessura, densidade, composição das sementes, comprimento de onda da radiação ionizante, tempo de exposição e da intensidade de radiação (SIMAK, 1980). Dessa forma é necessária uma determinação prévia das condições de exposição das sementes aos raios-X para gerar uma metodologia adequada à espécie estudada (SIMAK, 1980; ISTA, 1993).

Ao comparar os diversos testes de qualidade de sementes, o teste de raios-X é um dos mais indicados porque permite que as sementes analisadas sejam submetidas a outros testes de qualidade fisiológica, neste sentido, a captura e o processamento da imagem radiografada tem permitido o estabelecimento de relações entre integridade, morfologia e determinação do potencial fisiológico das sementes (CARVALHO et al., 1999a; b; DELL AQUILA, 2009; MARCOS FILHO et al., 2010).

A análise de sementes por meio de raios-X tem grande importância na conservação de bancos de sementes e na seleção para formação de lotes de boa qualidade, uma vez que permite a obtenção de informações sobre a morfologia interna das sementes sem lhes causar danos, além de auxiliar nas decisões sobre o processamento adequado dos estudos de qualidade e de conservação das sementes (OLIVEIRA et al., 2003; TERRY et al., 2003; CARVALHO e OLIVEIRA, 2006).

Diversos autores observaram que o uso de raios-X em sementes auxilia na análise da viabilidade, estabelecendo relações entre a estrutura interna e o desenvolvimento das plântulas de varias espécies, tais como embaúba - *Cecropia pachystachya* Trec. (PUPIM et al., 2008); jacarandá-branco - *Platypodium elegans* Vog. (SOUZA et al., 2008); candeia - *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeishn (FEITOSA et al., 2009); ipê-rosa - *Tabebuia heptaphylla* Vell. (AMARAL et al., 2011); capitão-do-campo - *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. (GOMES et al., 2014); uruvalheira - *Platypodium elegans* Vog. (GOMES et al., 2016); sena - *Senna multijuga* (Rich.) (MARCHI e GOMES JUNIOR, 2017).

## 2.4 Armazenamento de sementes

O armazenamento surgiu como uma ferramenta na agricultura para guardar sementes e grãos sem causar nenhum dano aos mesmos, também possibilitou o uso das sementes em pesquisas e na produção de mudas para viveiros ou programas de reflorestamento ao longo do ano, sem a necessidade de esperar a época de produção. Porém, o conhecimento precoce do comportamento fisiológico das sementes no armazenamento é o que vai garantir o sucesso desse procedimento, uma vez que as sementes de diferentes espécies exigem condições especiais para a sua conservação (HONG e ELLIS, 1996).

Outro fator que é influenciado pelo armazenamento são as variações de respostas na germinação das sementes, que podem ser explicadas, dentre outros fatores, pela presença de dormência ou mesmo por inadequações nas reações fisiológicas e bioquímicas que propiciam o desenvolvimento do embrião (MYCOCK e BERJAK, 1995; CHUNJIE et al., 2002; SILVA et al., 2011).

As condições de armazenamento também irão interferir no período máximo de manutenção da viabilidade das sementes, podendo até causar algum tipo de dormência secundária (SCALON et al., 2006), caracterizada quando estas após a dispersão não encontram condições apropriadas à germinação (BORGHETTI, 2004), uma vez que fatores como alta umidade e temperatura afetam a longevidade das sementes, ocasionando a deterioração das mesmas. Assim, estudos referentes ao efeito do armazenamento sobre a viabilidade das sementes são de fundamental importância para atender aos programas de conservação e de produção florestal.

As causas do insucesso relacionadas ao armazenamento estão destacadas como os obstáculos mais comuns que impedem o desenvolvimento dos programas de condicionamento de sementes nos países menos desenvolvidos, sendo as condições climáticas relativamente adversas uma das principais, como altas temperaturas e umidade relativa. Esse último fator que prevalece na maioria dos países afeta as sementes de maneira direta e indireta, uma vez que devido as suas propriedades higroscópicas, a água dentro das sementes está sempre em equilíbrio com a umidade relativa do ar (DEMITO e AFONSO, 2009).

Diante disto, umidade elevada e altas temperaturas, acarretará no aceleração dos processos naturais de deterioração das partículas internas da semente impossibilitando o desenvolvimento do embrião, de maneira que, sob estas condições, estas perdem rapidamente o seu poder germinativo e com isso o seu vigor (ALMEIDA et al., 1997).

Para evitar esta deterioração durante o armazenamento pode se lançar mão de ambiente com temperatura e umidade controladas e do tipo de embalagem utilizada no acondicionamento das sementes, assumindo de grande importância na manutenção da sua viabilidade e vigor, pois está diretamente relacionado com a qualidade fisiológica das sementes armazenadas (BAUDET, 2003).

O uso das embalagens está diretamente relacionado com o tipo de permeabilidade ao vapor d'água e com a manutenção da qualidade das sementes, visto que as espécies possuem dependências diferentes em relação a umidade e as embalagens permitem maiores ou menores trocas de vapor entre as sementes e a atmosfera do ambiente em que estão armazenadas (MARCOS-FILHO, 2015). Nos últimos anos várias tecnologias têm sido empregadas para a manutenção da qualidade durante o armazenamento de sementes, dentre elas o uso de diferentes embalagens (OLIVEIRA et al., 2009; SILVA et al., 2010).

Vários autores estudaram os efeitos de diferentes condições de armazenamento sobre a viabilidade de sementes de várias espécies florestais, tais como pinho cuiabano, - *Schizolobium amazonicum*, cerejeira - *Torresea acreana* Ducke e cedro - *Cedrela fissilis* Vell. (SILVA, 2015), ipê-amarelo - *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. (SILVA et al., 2010; SILVA et al., 2011; SILVA et al., 2015), ipê-rosa - *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sandwith (MARTINS et al., 2009; BORBA FILHO e PEREZ, 2009), farinha seca - *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart. (KISSMANN et al., 2009), cumarú - *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith (GUEDES et al., 2010), *Albizia niopoides* Benth. e *Bauhinia forficata* Link. (SCHORN et al., 2010), ipê-roxo - *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo (MARTINS et al., 2012), carandá - *Copernicia alba* (MASETTO et al., 2012), ipê-amarelo-do-brejo - *Handroanthus umbellatus* (Sond.) Mattos. (MARTINS e CAMARGO PINTO, 2014), ipê-branco (*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (ABBADÉ e TAKAKI, 2014), angelim-saia *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (SILVA et al., 2014), pau formiga - *Triplaris brasiliana* Cham. (ABDO et al., 2015), macaúba - *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Martius (SOUZA et al., 2016), canela-guaicá - *Ocotea puberula* (Rich.) Ness (VICENTE et al., 2016), jacarandá-da-Bahia - *Dalbergia nigra* Vell. all. ex. Benth) (ATAÍDE et al., 2016).

Dessa forma, estudos com métodos de armazenamento são importantes para se conhecer a melhor forma de se conservar sementes por longo período de tempo sem reduções significativas de suas características fisiológicas (BESSA et al., 2015).



### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBADE, L.C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith - bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, v.38, n.2, p.233-240, 2014.

ABDO, M.T.V.N.; BIERAS, A.C.; STAINE, J.F.; SALAZAR, F.F.; PIETROBOM, R.C.V. Substrato e potencial de armazenamento para sementes de pau formiga. **Bioikos**, v.29, n.2, p.1-9, 2015.

ABREU, L.C.R. **Biologia reprodutiva e polinização de *Dimorphandra mollis* (Leguminosae)**. 2000. 140f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

ACB (Associação Cristã de Base). Estudo de mercado de faveira na região do Araripe. Relatório técnico. **Projeto Araripe-Programa Biodiversidade Brasil-Itália/PBBI-IBAMA**, 2005. 94p.

AGUIAR, F.F.A.; KANASHIRO, S.; BARBEDO, C.J.; SEMACO, M. Influência do tamanho sobre a germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil). **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, p.283-285, 1996.

ALMEIDA, F.A.C.; HARA, T.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. **Armazenamento de sementes nas propriedades rurais**. Campina Grande: UFPB, 1997. 291p.

ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U.; ALVES, A.; PAULA, R.C. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.877-885, 2005.

AMARAL, J.B.; MARTINS, L.; FORTI, V.A.; CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J. Teste de raios X para avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p.601-607, 2011.

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lasing, 1983. 88p.

APPROBATO, A.U.; GODOY, S.A.P. Levantamento de diásporos em áreas de Cerrado no Município de Luiz Antônio, **Hoehnea**, v.33, n.3, p.385-401, 2006.

ATAÍDE, G.M.; LIMA E BORGES, E.E.; FLORES, A.V.; CASTRO, R.V.O. Maintenance of quality of *Dalbergia nigra* Vell. all. ex. Benth seeds during storage by sodium nitroprusside. **Journal of Seed Science**, v.38, n.2, p.110-117, 2016.

ÁVILA, P.F.V.; VILLELA, F.A.; ÁVILA, M.S.V. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.52-58, 2006.

BARROS, S.R.B.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.p.5-15.

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

BATTISTI, A.; CANTINI, R.; FECI, E.; FRIGIMELICA, G.; GUIDO, M.; ROQUES, A. Detection and evaluation of seed damage of cypress, *Cupressus sempervirens* L. , in Italy. **Seed Science and Technology**, v.28, n.3, p.729-738, 2000.

BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R. (ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. p.369-418.

BECKERT, O.P.; SILVA, W.R. Tecnologia de sementes: o uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia**, v.61, n.1, p.61-69, 2002.

BENTO, S.R.S.O.; SANTOS, A.E.O.; MELO, D.R.M.; TORRES, S.B.. Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* willd.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4, p.111-117, 2010.

BESSA, J.F.V.; DONADON, J.R.; RESENDE, O.; ALVES, R.M.V.; SALES, J.F.; COSTA, L.M. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: parte I - qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.3, p.224-230, 2015.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Nova York: Springer, 2013. 392p.

BHÉRING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; VIDIGAL, D.S.; NAVEIRA, D.S.P. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.64-71, 2006.

BORBA FILHO, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.259-269, 2009.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-135.

BORGHETTI, F. Dormência embrionária. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004. p.109-123.

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

BRUGGINK, H.; KRAAK, H.L.; BEKENDAM, J. Some factors affecting maize (*Zea mays* L.) cold tests results. **Seed Science and Technology**, v.19, n.1, p.15-23, 1991.

BULHÃO, C.F.; FIGUEIREDO, P.S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no Nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.3, p.361-369, 2002.

BURRIS, J.S.; NAVRATIL, R.J. Relationship between laboratory cold test methods and field emergency in maize inbreds. **Agronomy Journal**, v.71, n.6, p.985-988, 1979.

CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. ABRATES, 1993. p.333-350.

CARVALHO, C.A.; SILVA, J.B.; ALVES, C.Z. Envelhecimento acelerado em sementes de mogno. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.4, p.691-699, 2016.

CARVALHO, J.E.U.; NAZARÉ, R.F.R.; NASCIMENTO, W.M.O. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.326-328, 2003.

CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, L.M. Raios x na avaliação da qualidade de sementes. **Informativo Abrates**, v.6, n. 1, 2, 3, p. 93-99, 2006.

CARVALHO, M.L.M.; HOEKSTRA, F.A.; AELST, A.C.V.; VENECK, J.W.V. Caracterização de danos de estresse em pré-colheita e seus efeitos na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.93-100, 1999a.

CARVALHO, M.L.M.; AELST, A.C.V.; VAN ECK, J.W.; HOEKSTRA, F.A. Fissuras de stress pré-colheita em grãos de milho (*Zea mays* L.) caracterizados por análise visual, de raios-X e de microscopia eletrônica de varredura a baixa temperatura: efeito sobre a qualidade do grão. **Seed Science Research**, v.9, n.3, p.227-236, 1999b.

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

CASEIRO, R.F.; MARCOS-FILHO, J. Procedimentos para condução do teste de frio em sementes de milho: pré-resfriamento e distribuição do substrato no interior da câmara fria. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.6-11, 2002.

CHUNJIE, L.; YANRONG, W.; TINGHENG, Z.; LING, Y. Response of alfafa seed to stress storage conditions. **Yingyong-Shengtai-Xuebao**, v.13, n.8, p.957-961, 2002.

COSTA, I.R.; ARAÚJO, F.S.; LIMA-VERDE, L.W. Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n.4, p.759-770, 2004.

COSTA, R.S.; DE SIMONI, F.; FOGAÇA, C.A.; GEROLINETO, E. Teste de frio para avaliação do vigor de sementes de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* L.). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.11, n.1, p.201-204, 2011.

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

DANTAS, B.F.; MATIAS, J.R.; RIBEIRO, R.C. Teste de tetrazólio para avaliar viabilidade e vigor de sementes de espécies florestais da Caatinga. **Informativo Abrates**, v.25, n.1, p.60-64, 2015.

DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Ed. UFLA, 2008. 174p.

DELL 'AQUILA, A. Desenvolvimento de novas técnicas para condicionar, testar e classificar a qualidade fisiológica das sementes. **Seed Science and Technology**, v.37, n.3, p.608-624, 2009.

DEMITO, A.; AFONSO, A.D.L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura**, v.17, n.1, p.7-14, 2009.

DICKSON, J.G.; HOLBERT, J.R. The influence of temperature upon the metabolism and expression of disease resistance of selfed lines of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.18, n.1, p.314-312, 1926.

DÔRES, R.G.R. **Análise morfológica da fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.)**. 2007. 374f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenantha pavonina*. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.167-77, 1998.

FEITOSA, S.S.; DAVIDE, A.C.; TONETTI, O.A.O.; FABRICANTE, J.R.; LUI, J.J. Estudo de viabilidade de sementes de candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish por meio de testes de germinação e raios-X. **Floresta**, v.39, n.2, p.393-399, 2009.

FERNANDES, J.S.; SILVA, D.F.; SANTOS, H.O.; VON PINHO, E.V.R. Teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de frutos de fisális em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.2, p.165-168, 2016.

FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman e Hall, 1993. 485p.

FERREIRA, R.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; MALAVASI, M.M. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Dimorphandra mollis* Benth. faveira (Leguminosae - Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.3, p.303-309, 2001.

FERRONATO, A.; GIGMART, S.; CAMARGO, I.P. Caracterização das sementes e comparação de métodos para determinar o teor de água em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgiloides* H.B.K. - Papilionoideae) e pé-de-anta (*Cybistax antisyphilitica* Mart. - Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.206-214, 2000.

FOGAÇA, C.A.; MALAVASI, M.M.; ZUCARELI, C.; MALAVASI, U.C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpinaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.101-107, 2006.

FRANÇA NETO, J.B. Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, cap. 8.3, p. 8.3-1 - 8.3-10.

GOMES, K.B.P.; MARTINS, R.C.C.; MARTINS, I.S.; GOMES JUNIOR, F.G. Avaliação da morfologia interna de sementes de *Terminalia argentea* (Combretaceae) pelo teste de raios X. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.4, p.752-759, 2014.

GOMES, K.B.P.; MATOS, J.M.M.; MARTINS, I.S.; MARTINS, R.C.C. X-ray test to evaluate the physiological potencial of *Platypodium elegans* Vog. Seeds (Fabaceae). **Scientia Agropecuaria**, v.7, n.3, p.305-31, 2016.

GOMES JUNIOR, F. G. Aplicação da análise de imagens para avaliação da morfologia interna de sementes. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 33-51, 2010.

GONÇALVES, A.C.; REIS, C.A.F.; VIEIRA, F.A.; CARVALHO, D. Estrutura genética espacial em populações naturais de *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) na região Norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.2, p.325-332, 2010.

GOULART, L.S.; TILLMANN, M.A.A. Vigor de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.179-186, 2007.

GRZYBOWSKI, C.R.S.; VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M. Testes de estresse na avaliação do vigor de sementes de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.3, p.590-596, 2015.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; BRUNO, R.L.A.; BRAGA JÚNIOR, J.M.; MEDEIROS, M.S. Germinação de sementes de *Cereus jamacaru* DC. em diferentes substratos e temperaturas. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.31, n.2, p.159-164, 2009a.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONCALVES, E.P.; VIANA, J.S.; BRUNO, R.L.A.; COLARES, P.N.Q. Resposta fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. Ao envelhecimento acelerado. **Ciências Agrárias**, v.30, n.2, p.323-330, 2009b.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; FRANÇA, P.R.C.; SANTOS, S.S. Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p.331-342, 2010.

HACKBART, V.C.S.; CORDAZZO, C.V. Ecologia das sementes e estabelecimento das plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam. **Atlântica**, v.1, n.25, p.61-65, 2003.

HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, v.5, n.2, p.231-247, 1991.

HIGA, A.R.; SILVA, L.D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF. 2006. 264p.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 55p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**, 1993. 363p. (Suplement).

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). Regras internacionais para análise de sementes. **Seed Science and Technology**, 2004. 174p.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M.B. The saturated salt accelerated aging test for small seeds crops. **Seed Science and Techology**, v.25, n.1, p.123-131, 1996.

JOLY, A.B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 11.ed. São Paulo. Ed.Nacional. 1993. 287p.

KAGEYAMA, P.Y.; SEBBENN A.M.; RIBAS, L.A.; GANDARA, F.B.; CASTALLEN, M.; PERECIM, M.B.; VENCOSKY R. Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia Forestalis**, n.64, p.93-107, 2003.

KAISER, D.K.; FREITAS, L.C.N.; BIRON, R.P.; SIMONATO, S.C.; BORTOLINI, M.F. Adjustment of the methodology of the tetrazolium test for estimating viability of *Eugenia uniflora* L. seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v.36, n.3, p.344-351, 2014.

KIKUTI, A.L.P.; MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor em sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.1, p.44-50, 2012.

KISSMANN, C.; SCALON, S.P.Q.; ROBAINA, R.M.M.A.D. Germinação e armazenamento de sementes de *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.104-115, 2009.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da O.E.A., 1983. 173p.

LAMARCA, E.V.; LEDUC, S.N.M.; BARBEDO, C.J. Viabilidade e vigor de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil - Leguminosae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.4, p.793-803, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.

LOEFFLER, T.M.; MEYER, J.L.; BURRIS, J.S. Comparison of two test procedures for use in maize drying studies. **Seed Science and Technology**, v.13, n.3, p.653-658, 1985.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. v.1, 368p.

MACEDO, M.C.; SCALON, S.P.Q.; SARI, A.P.; SCALON-FILHO, H.; ROSA, Y.B.C.J.; ROBAINA, D.A. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.202-211, 2009.

MALAVASI, M.M. Germinação de sementes. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.25-40.

MARCHI, J.L.; GOMES JUNIOR, F.G. Use of image analysis techniques to determine the embryo size of *Senna multijuga* (Rich.) seeds and its relation to germination and vigor. **Journal of Seed Science**, v.39, n.1, p.13-19, 2017.

MARCOS-FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 230p.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: **Teste de vigor em sementes**. VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.(Ed.). Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C. VIEIRA, R.D.; FRANCA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-21.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 690p.

MARCOS FILHO, J.; GOMES JUNIOR, F.G.; BENNETT, M.A.; WELLS, A.A.; STIEVE, S. Using tomato analyzer software to determine embryo size in x-rayed seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.146-153, 2010.

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes - Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.164-173, 1999.

MARTINS, L.; LAGO, A.A.; ANDRADE, A.C.S. Armazenamento de sementes de ipê-branco: teor de água e temperatura do ambiente. **Bragantia**, v.68, n.3, p.775-780, 2009.

MARTINS, L.; LAGO, A.A.; CÍCERO, S.M. Conservação de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p.108-112, 2012.

MARTINS, C.C.; CAMARGO PINTO, M.A.D.S. Armazenamento de sementes de ipê-amarelo-do-brejo (*Handroanthus umbellatus* (Sond.) Mattos. Bignoniaceae). **Ciência Florestal**, v.24, n.3, p.533-539, 2014.

MASETTO, T.E.; SCALON, S.P.Q.; BRITO, J.Q.; MOREIRA, F.H.; RIBEIRO, D.M.; REZENDE, R.K.S. Germinação e armazenamento de sementes de carandá (*Copernicia alba*). **Cerne**, v.18, n.4, p.541-546, 2012.

MATHEUS, M.T.; LOPES, J.C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.8-17, 2007.

MAYER, A.C.; POLJAKOFF-MAYER, A. **The germination of seeds**. 4.ed. Oxford: Pergamon Press, 1989. 270p.

MAYRINCK, R.C.; VAZ, T.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto à tolerância à dessecação e ao comportamento no armazenamento. **Cerne**, v.22, n.1, p.85-92, 2016.

MEDINA, P.F.; MARCOS-FILHO, J. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.47, n.1, p.47-70, 1990.

MELO, P.R.B. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de ipê-verde (*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.)**. 2009. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2009.

MENDES, R.C.; DIAS, D.C.F.S.; PEREIRA, M.D.; DIAS, L.A.S. Testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.1, p.114-120, 2010.

MENDONÇA, E.A.F.; COELHO, M.F.B.; LUCHESE, M. Teste de tetrazólio em sementes de mangaba-brava (*Lafoensia pacari* St. Hil. - Lythraceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, n.2, p.33-38, 2006.

MIGUEL, M.H.; CARVALHO, M.V.; BECKERT, O.P.; MARCOS-FILHO, J. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de algodão. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.741-746, 2001.

MOLINA, J.C.; IRIGON, D.L.; ZONTA, E.P. Comparação entre metodologias do teste de frio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.9, n.3, p.77-85, 1987.

MORAES, C.B.; CARVALHO, E.V.; ZIMBACK, L.; LUZ, O.S.L.; PIERONI, G.B.; MORI, E.S.; LEAL, T.C.A.B. Variabilidade genética em progênies de meios-irmãos de eucaliptos para tolerância ao frio. **Revista Árvore**, v.39, n.6, p.1047-1054, 2015.

MORAIS, R.G.G.; MACEDO, M. **Os banhos medicinais entre os índios Paresi, Sapezal**, Mato Grosso. In: Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil. Florianópolis. UFSC. 1996. 63p.

MYCOCK, D.J.; BERJAK, P. The implication of seed-associated mycoflora during storage. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: M. Dekker, 1995. p.747-766.

NASCIMENTO, W.M.; FREITAS, R.A.; GOMES, E.M.L.; SOARES, A.S. Metodologia para o teste de envelhecimento acelerado em sementes de ervilha. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.2, p.205-209, 2007.

NERY, M.C.; DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A.; SOARES, G.C.M.; NERY, F.C. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Cerne**, v.20, n.3, p.477-483, 2014.

OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; NERY, M.C. Teste de tetrazólio em sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley - Bignoniaceae. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.2, p.169-174, 2005.

OLIVEIRA, L.M.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, M.L.M. Teste de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert - Fabaceae. **Revista Floresta**, v.38, n.3, p.545-551, 2008.

OLIVEIRA, M.T.R.; BERBERT, R.C.P.; PEREIRA, R.C.; VIEIRA, H.D.; THIEBAUT, J.T.L.; CARLESSO, V.O. Qualidade fisiológica e potencial de armazenamento de sementes de carambola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.236-244, 2009.

OLIVEIRA, D.V.; MATOS, J.M.M.; RAMOS, K.M.O.; MARTINS, R.C.C.; MARTINS, I.S. Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação do vigor de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth. **Heringeriana**, v.7, n.2, p.153-160, 2013.

OLIVEIRA, L.M.; GOMES, J.P.; SOUZA, G.K.; NICOLETTI, M.F.; LIZ, T.O.; PIKART, T.G. Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.4, p.468-474, 2014.



OLIVEIRA, G.L.; HILST, P.C.; SILVA, L.J.; SEKITA, M.C.; DIAS, D.C.F.S. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.509-517, 2015.

OLIVEIRA, F.N.; TORRES, S.B.; NOGUEIRA, N.W.; FREITAS, R.M.O. Viability of *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto seeds by the tetrazolium test. **Journal of Seed Science**, v.28, n.1, p.7-13, 2016.

OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, C.A. Utilização do teste de Raios-x na Avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Brasileira De Sementes**, v.25, n.1, p.116-120, 2003.

PEREIRA, M.D.; MARTINS FILHO, S. Envelhecimento acelerado em sementes de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.3, p.251-256, 2010.

PEREIRA, M.F.S.; TORRES, S.B.; LINHARES, P.C.F.; PAIVA, A.C.C.; PAZ, A.E.S.; DANTAS, A.H. Qualidade fisiológica de sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n. esp., p.518-522, 2011.

PEREZ, S.C.J.G.A.; TAMBELINI, M. Efeitos dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.11, p.1289-95, 1995.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Perspectivas da utilização do teste de envelhecimento precoce em sementes de essências florestais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/IUFRO, 1984. p.291-313.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; VIEIRA, J.D. Teste de germinação. In: PIÑA RODRIGUES, F.C.M. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.70-90.

PINHO, D.S.; BORGES, E.E.L.; PONTES, C.A. Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. submetidas ao envelhecimento acelerado e ao osmocondicionamento. **Revista Árvore**, v.34, n.3, p.425-434, 2010.

PIRES, N.R.; CUNHA, P.L.R.; JAMACARU, F.V.F.; MORAES, M.O.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A. Biomaterial oftalmológico a partir de galactomanana extraída de sementes de *Dimorphandra gardneriana*. **Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros**, Foz do Iguaçu, 2010.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

PRETE, C.E.C.; CICERO, S.M.; FOLEGATTI, P.R. Emergência de plântulas de soja no campo e sua relação com a embebição e condutividade elétrica das sementes. **Semana Ciência Agrícola**, v.15, n.1, p.32-37, 1993.

PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R.S.; SILVA, A.P. **Flores e frutos do cerrado**. 2.ed. Brasília: Editora Rede de Sementes do Cerrado. 2006. 226p.

PUPIM, T.L.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CARVALHO, M.L.M.; CICERO, S.M. Adequação do teste de raios-X para avaliação da qualidade de sementes de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.28-32, 2008.

RAMOS, A.; BIANCHETTI, A.; MARTINS, E.G. Viabilidade de lotes de sementes de bracatinga-comum (*Mimosa scabrella* Benth.) e de bracatinga-argentina (*Mimosa scabrella* var. *aspericarpa*) após teste de envelhecimento precoce. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.24/25, p.79-82, 1992.

RAMOS, N.P.; FLOR, E.P.O.; MENDONÇA, E.A.F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.98-103, 2004.

RIBEIRO, L.M.; GARCIA, Q.S.; OLIVEIRA, D.M.T.; NEVES, S.C. Critérios para o teste de tetrazólio na estimativa do potencial germinativo em macaúba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.4, p.361-368, 2010.

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS-FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.123-131, 1995.

SANTOS, F.S.; PAULA, R.C.; SABONARO, D.Z.; VALADARES, J. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, v.37, n.82, p.163-173, 2009.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; SCALON-FILHO, H.; FRANCELINO, C.S.F.; FLORÊNCIO, D.K.A. Armazenamento e tratamento pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.179-185, 2006.

SCHNEIDER, P.F. **Relação da tolerância ao frio de espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus* com a presença de carboidratos totais em sementes e mudas**. 2014. 119f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2014.

SCHORN, L.A.; SILVA, R.G.X.; MAGRO, B.A. Secagem e armazenamento de sementes de *Albizia niopoides* Benth. e *Bauhinia forficata* Link. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v.8, n.2, p.225-231, 2010.

SERT, M.A.; BONATO, C.M.; SOUZA, L.A. Germinação da semente. In: SOUZA, L.A. (Org.). **Sementes e plântulas**. Germinação, estrutura e adaptação. Ponta Grossa: Todapalavra, 2009. 279p.

SILVA, M.F. ***Dimorphandra* (Caesalpiniaceae)**. Flora Neotropica, New York: The New York Botanical Garden. 1986. p.1-128.

SILVA, J.M.C. TABARELLI, M.; FONSECA, M.T. As áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga. In: **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações 102 prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente / Universidade Federal de Pernambuco/Conservation International/Fundação Biodiversitas/EMBRAPA Semiárido. Brasília, 2004. p.349-374.

SILVA, R.S. **Ecologia de população e aspectos etnobotânicos de *Dimorphandra Gardneriana* Tullasne (Leguminosae) na Chapada do Araripe, Ceará.** 2007. 105f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVA, F.S.; PORTO, A.G.; PASCUALI, L.C.; SILVA, F.T.C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, n.1, p.45-56, 2010.

SILVA, D.G.; CARVALHO, M.L.M.; NERY, M.C.; OLIVEIRA, L.M.; CALDEIRA, C.M. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante o armazenamento de sementes de *Tabebuia serratifolia*. **Cerne**, v.17, n.1, p.1-7, 2011.

SILVA, J.R.O.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; SILVA, I.C.O. Armazenamento de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae) em diferentes embalagens e ambientes. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.4, p.457-467, 2014.

SILVA, D. **Influência da armazenagem de sementes no vigor germinativo e qualidade de mudas de espécies florestais para o estado de Mato Grosso.** 2015. 165f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SILVA, B.A.; NOGUEIRA, J.L.; VIEIRA, E.S.N.; PANOBIANCO, M. Critérios para condução do teste de tetrazólio em sementes de araucária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.1, p.61-68, 2016.

SIMAK, M. X-Radiography in research and testing of forest tree seeds. **Report SUAS Department of Silviculture**, n.3, p.1-34, 1980.

SIMAK, M.; GUSTAFSSON, Å. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. **Hereditas**, v.39, n.2, p.458-468, 1953.

SOUZA, L.A.; REIS, D.N.; SANTOS, J.P.; DAVIDE, A.C. Uso de raios-x na avaliação da qualidade de sementes de *Platypodium elegans* Vog. **Revista Ciências Agrônomicas**, v.39, n.2, p.343-347, 2008.

SOUSA, M.P. MATOS, M.E.O., MATOS, F.J.A., MACHADO, M.I.L.; CRAVEIRO, A.A. 1991. **Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras.** Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. p. 295-298.

SOUZA, E.B.; PACHECO, M.V.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C. Germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, v.31, n.3, p.437-443, 2007.

SOUZA, P.P.; MOTOIKE, S.Y.; CARVALHO, M.; KUKII, K.N.; LIMA E BORGES, E.E.; SILVA, A.M. Storage on the vigor and viability of macauba seeds from two provenances of Minas Gerais State. **Ciência Rural**, v.46, n.11, p.1932-1937, 2016.

SOUSA, D.M.M.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; TORRES, S.B.; ANDRADE, A.P. Viabilidade e vigor de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz pelo teste de tetrazólio. **Revista Ciência Agrônômica**, v.48, n.2, p.381-388, 2017.

TOLEDO, F.F.; MARCOS-FILHO, J. **Manual de sementes: tecnologia da produção.** São Paulo: Agrônômica Ceres, 1977. 224p.

TERRY, J.; PROBERT, R.J.; LININGTON, S.H. Processing and Maintenance of the Millennium Seed Bank Collections. In: SMITH, R. D.; LININGTON, S. H.; DICKIE, J. B.; LININGTON, S. H.; PRITCHARD, H. W.; PROBERT, R. J. **Seed Conservation turning science into practice**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2003. p.307-325.

TUNES, L.M.; PEDROSO, D.C.; BARBIERI, A.P.P.; CONCEIÇÃO, G.M.; ROETHING, E.; MUNIZ, M.F.B.; BARROS, A.C.S.A. Envelhecimento acelerado modificado para sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) e sua correlação com outros testes de vigor. **Revista Brasileira de Biociências**, v.9, n.1, p.12-17, 2011.

TUNES, L.M.; TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BARROS, A.C.S.A.; MUNIZ, M.F.B.; DUARTE, V.B. Envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Bioscience Journal**, v.28, n.2, p.173-179, 2012.

TURNBULL, J.W. **Seed extraction and cleaning**. In: FAO/DANIDA TRAINING COURSE ON FOREST SEED COLLECTION AND HANDLING, 1975, Chiang. p.135-151.

VÁZQUEZ-YANES, C.; ARÉCHIGA, M.R. *Ex situ* conservation of tropical rain forest seed: problems and perspectives. **Interciência**, v.21, n.5, p.293-298, 1996.

VICENTE, D.; OLIVEIRA, L.M.; TONETTI, O.A.O.; SILVA, A.A.; LIESCH, P.P.; ENGEL, M.L. Viabilidade de Sementes de *Ocotea puberula* (Rich.) Ness ao Longo do Armazenamento. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.3, p.418-426, 2016.

VIEIRA, B.G.T.L.; VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Alternative procedure for the cold test for soybean seeds. **Scientia Agricola**, v.67, n.5, p.540-545, 2010.

WILSON JUNIOR, D.O.; TRAWATHA, E.S. Physiological maturity and vigor in production of "Florida Staysweet" shrunken-2 sweet corn seed. **Crop Science**, v.31, n.6, p.1640-1647, 1991.

ZUCHI, J.; CAMELO, G.N.; SILVA, G.P.; GAVAZZA, M.I.A.; SALES, J.F. Testes e métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de baru. **Global Science and Technology**, v.9, n.3, p.31-38, 2016.

**Biometria de frutos e sementes, germinação e padrão de embebição de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tul.**

**Biometria de frutos, sementes, germinação e padrão de embebição de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tul.**

**RESUMO** - As vagens de *Dimorphandra gardneriana* são usadas para produzir rutina, um flavonóide com propriedades antioxidantes, efeitos anti-inflamatórios e circulatórios, o que atribui grande importância a esta espécie. Na produção de suas mudas ocorre uma tendência de seleção, optando-se por frutos e sementes maiores. Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi avaliar as características biométricas de frutos e sementes de *D. gardneriana*, além de caracterizar a absorção de água pelas suas sementes e a germinação. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB. Determinou-se o comprimento longitudinal, largura da região mediana, espessura, o número de sementes/fruto, além do peso individual dos frutos. 100 sementes também foram mensuradas de acordo com o comprimento, diâmetro, espessura e peso de mil sementes, bem como, a curva de absorção de água, obtida pela medição da taxa de absorção pelas sementes no intervalo de 0 à 24 horas. Além destas características físicas, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, comprimento e massa seca de parte aérea e de raízes. As características biométricas de frutos e sementes de *D. gardneriana* são variáveis, sendo indicada a planta matriz 20 como a que apresentou os maiores valores nos comprimentos de frutos e sementes, sendo indicada como a mais vigorosa. A curva de absorção de água das sementes de *D. gardneriana* seguiu o padrão trifásico de embebição.

**Palavras-chave:** Espécie florestal; germinação; Vigor de sementes.

**Fruit and seed biometry, germination and imbibition standard seed of matriarch trees of *Dimorphandra gardneriana* Tul.**

**ABSTRACT -**

*Dimorphandra gardneriana* pods are used to produce rutin, a flavonoid with antioxidant properties, anti-inflammatory and circulatory effects, which attaches great importance to this species. In the production of their seedlings there is a tendency of selection, opting for larger fruits and seeds. Thus, the objective of this work was to evaluate the biometric characteristics of fruits and seeds of *D. gardneriana*, besides characterizing the water absorption by its seeds and germination. The experiment was conducted in the Laboratory of Seed Analysis of the Agricultural Sciences Center of the Federal

University of Paraíba, Areia - PB. The longitudinal length, width of the median region, thickness, number of seeds / fruit, and individual fruit weight were determined. 100 seeds were also measured according to the length, diameter, thickness and weight of one thousand seeds, as well as the water absorption curve obtained by measuring the rate of absorption by the seeds in the range of 0 to 24 hours. In addition to these physical characteristics, the seeds were submitted to germination, length and dry mass of shoots and roots. The biometric characteristics of fruits and seeds of *D. gardneriana* are variable, and the matrix 20 is indicated as having the highest values in fruit and seed lengths, being indicated as the most vigorous. The water absorption curve of the seeds of *D. gardneriana* followed the three-phase imbibition pattern.

**Keywords:** Forest species; Germination; Seeds vigor.

## 1. Introdução

A espécie *Dimorphandra gardneriana* Tul. popularmente conhecida como fava d'anta pertence a família Fabaceae é uma planta típica do cerrado brasileiro (SILVA, 2004), sendo encontrada nos Estados do Piauí, Minas Gerais e Ceará, cuja espécie é decídua, heliófita, pioneira, seletiva xerófito e ocorre preferencialmente em terrenos altos e bem drenados, geralmente em moderada densidade populacional (DORES, 2007), podendo ser localizada em formações primárias e secundárias (LORENZI, 2002). As suas vagens são usadas para produzir rutina, um difundido flavonóide com propriedades antioxidantes, efeitos antiinflamatórios e circulatórios, o que atribui grande importância farmacológica a esta espécie (PIRES et al., 2010).

As espécies florestais possuem uma ampla diferenciação nas suas características morfológicas inter e intra populacionais, principalmente no que diz respeito aos parâmetros dimensionais de frutos e sementes, o que dificulta a repetição de metodologias e técnicas acertadas sobre as práticas de manejo conservação e estabelecimento de plantas em campo, pós-colheita, armazenamento e comercialização (SILVA et al., 2010).

Para todas as espécies de plantas comercializáveis que são propagadas por sementes, quando estão no processo de domesticação e cultivo, ocorre uma tendência de seleção optando-se por frutos e sementes maiores (YUYAMA et al., 2011), pois estas possuem melhor estabilidade morfológica, maior concentração de sólidos solúveis, maior uniformidade, além de propiciar facilidade na semeadura (NARVÁEZ e RESTREPO, 2003; SEYMOUR et al., 2013).

Dessa forma a classificação das sementes por tamanho e peso é uma estratégia lógica de seleção, uma vez que as maiores são consideradas mais vigorosas e aquelas que propiciam uma maior germinação e emergência de plântulas, fatores estes que garantem a obtenção de mudas de qualidade (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Associar o tamanho das sementes com a sua potencialidade germinativa é viável e aplicável em muitas espécies, pois as sementes de maior tamanho ou aquelas que apresentam maior densidade possuem embriões bem formados e com maiores conteúdos de reserva, sendo estes fatores responsáveis pela elevação do vigor, além de permitirem a sobrevivência por maior tempo em condições ambientais desfavoráveis. (HAIG e WESTOBY, 1991).

Outro fator que pode influenciar na qualidade fisiológica das sementes é a velocidade com que estas absorvem água, como fator fundamental para que se inicie o processo germinativo (BEWLEY e BLACK 1994). Em estudos realizados por Souza et al. (1996) relataram que as sementes que absorvem água mais rapidamente possuem uma menor qualidade fisiológica. Entretanto, esta velocidade pode ser influenciada por alguns fatores, como: planta matriz genitora, tamanho da semente, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água do substrato, temperatura, forças intermoleculares e composição química (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1979; POPINIGIS, 1985).

Dessa maneira, conhecimentos sobre algumas características morfológicas que interferem no potencial germinativo das sementes de espécies florestais possibilitam a comparação entre sementes de plantas matrizes vigorosas, as quais podem ser usadas em programas de reflorestamento e revegetação de áreas degradadas (DUTRA et al., 2008; VÁZQUEZ-YANES e ARÉCHIGA, 1996).

Em busca destas informações vários autores avaliaram a influência das características biométricas e da velocidade de embebição na qualidade fisiológica das sementes a exemplo das espécies de leguminosas: mulungu - *Erythrina velutina* Willd. (SILVA JUNIOR et al., 2012); amburana - *Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith. (LOUREIRO et al., 2013); faveira-benguê - *Parkia multijuga* Benth (ROCHA et al., 2014); tatarena - *Chloroleucon foliolosum* (Benth.) G. P. Lewis (SILVA et al., 2014); angico-pururuca - *Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby & J. W. Grimes (DUARTE et al., 2015); braúna - *Melanoxylon brauna* Schott (ATAÍDE et al., 2016) e jatobá - *Hymenaea courbaril* L. (DUARTE et al., 2016).



Considerando a pouca disponibilidade de informações sobre as plantas com melhores características fisiológicas de fava d'anta o presente trabalho teve como objetivos avaliar as características biométricas de frutos e sementes de *Dimorphandra gardneriana* e estudar seu processo de embebição.

## 2. Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB. Os frutos de *D. gardneriana*, utilizados foram colhidos manualmente de 20 plantas matrizes no início de sua maturação. Na Tabela 1 estão as coordenadas geográficas de cada planta matriz, sendo aquelas descritas pelos números de 1 – 10 demarcadas no Sítio Boa Vista pertencente ao Município de Jardim, enquanto as plantas matrizes numeradas de 11 – 20 foram georeferenciadas no sítio Baixa do Maracujá localizado no Município de Crato, ambos no Estado do Ceará.

**Tabela 1.** Coordenadas geográficas das 20 plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* utilizadas para a colheita de sementes.

Matrizes	Coordenadas geográficas		
	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
M1	07°32'51,8"	-39°16'50,4"	891
M2	07°32'50,3"	-39°16'51,2"	891
M3	07°32'51,2"	-39°16'51,5"	891
M4	07°32'51,9"	-39°16'51,9"	891
M5	07°32'51,3"	-39°16'51,7"	891
M6	07°32'52,5"	-39°16'51,4"	891
M7	07°32'51,6"	-39°16'50,8"	891
M8	07°32'53,9"	-39°16'52,6"	891
M9	07°32'52,4"	-39°16'52,2"	891
M10	07°32'53,2"	-39°16'52,7"	891
M11	07°12'49,3"	-39°31'34,3"	925
M12	07°12'48,3"	-39°31'30,9"	925
M13	07°12'48,7"	-39°31'30,7"	925
M14	07°12'48,2"	-39°31'30,2"	925
M15	07°12'48,1"	-39°31'30,8"	925
M16	07°12'47,9"	-39°31'30,4"	925
M17	07°12'47,7"	-39°31'31,0"	925
M18	07°12'46,4"	-39°31'31,3"	925
M19	07°12'46,9"	-39°31'31,6"	925
M20	07°12'46,7"	-39°31'32,0"	925

Após a colheita, os frutos foram separados e classificados quanto ao tamanho (comprimento, largura e espessura) com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,05mm e fita métrica. De cada planta matriz foram mensurados 50 frutos, dos quais foram extraídas e selecionadas 100 sementes para as análises biométricas. Além destas características físicas, as sementes foram avaliadas quanto à massa fresca com base no peso de mil sementes utilizando-se oito sub-amostras de 100 sementes de cada planta matriz, pesadas em balança de precisão (0,001g), conforme instruções das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

O teor de água foi determinado pelo método padrão da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro sub-amostras de 10 sementes para cada tratamento e período, cujos resultados foram expressos em porcentagem.

O teste de germinação foi conduzido em germinador do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado na temperatura constante 25 °C, com fotoperíodo de oito horas de luz e 16 de escuro, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W). Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes escarificadas mecanicamente com lixa metálica número 120 no lado oposto ao hilo para superação da dormência tegumentar (URSULINO, 2013). Em seguida as sementes foram divididas em quatro repetições de 25 para cada matriz e distribuídas sobre duas folhas de papel do tipo Germitest umedecido em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e, posteriormente foram cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Para evitar as perdas de água por evaporação os rolos foram colocados em sacos plásticos, sendo as contagens realizadas diariamente do décimo terceiro dia até o vigésimo quinto dia da instalação do teste (onde a contagem do número de plântulas emersas encontrava-se estabilizadas), cujo critério utilizado foi o de plântulas normais.

O comprimento da parte aérea e da raiz primária foi mensurado no final do teste de germinação, no qual as plântulas normais de cada tratamento e repetições foram divididas entre a parte aérea e raiz, sendo cada parte medida com auxílio de uma régua graduada em centímetros, e os resultados foram expressos em cm plântula<sup>-1</sup>.

As raízes e parte aérea das mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel tipo Kraft e levadas à estufa regulada a 65 °C até atingir peso constante (48 horas) para avaliação da massa seca (BRASIL, 2009). Em

seguida as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em g plântula<sup>-1</sup>.

A avaliação da curva de embebição foi realizada com 100 sementes de cada planta matriz, as quais foram previamente escarificadas com lixa nº 120, imersas em 100 mL de água destilada no interior de um gerbox e mantidas em germinador tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado a temperatura constante de 25 °C, com pesagens após 30', 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 24 e 48 horas de embebição. A partir dos dados obtidos das pesagens foi traçada a curva de embebição, para caracterizar a absorção de água pelas sementes de cada planta matriz.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições de 25 sementes para todos tratamentos. Os dados de biometria foram analisados em planilha eletrônica do Excel, sendo que para cada característica foram calculados a média, a mediana, a variância e o desvio padrão conforme Araújo Neto et al. (2002). Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, com auxílio do programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3. Resultados e Discussão

Pela caracterização inicial das sementes das plantas matrizes de *D. gardnariana* verificou-se que o teor de água foi similar, não diferindo entre plantas (Tabela 2). Esse fato é importante na execução dos testes de vigor, considerando que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, 1999).

A germinação também não foi significativa entre as matrizes, em que apenas as sementes da planta matriz 10 apresentavam menor porcentagem, cujos valores foram inferiores a 80% (Tabela 2). Considerando isso, vale salientar que o teste de germinação, embora padronizado, isoladamente, não informa sobre os vários aspectos da qualidade fisiológica das sementes, uma vez que estas podem germinar e não ter potencial para emergir e tornar-se uma planta normal em campo (VINHAL-FREITAS et al., 2011).

**Tabela 2.** Teor de água, germinação e vigor inicial (primeira contagem e índice de velocidade de germinação) de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Plantas Matrizes	Teor de água (%)	Germinação (%)	Primeira contagem	IVG
1	5,62	91 b	13 b	4,0 b
2	5,52	100 a	16 b	4,5 a
3	6,12	100 a	15 b	4,7 a
4	6,65	90 b	21 a	4,0 b
5	5,12	91 b	17 b	4,2 b
6	6,92	100 a	16 b	4,7 a
7	6,11	100 a	20 a	5,0 a
8	6,32	100 a	17 b	5,0 a
9	8,02	100 a	12 b	4,7 a
10	7,12	78 c	16 b	3,5 b
11	7,23	94 b	20 a	4,0 b
12	5,92	100 a	22 a	4,0 b
13	5,52	100 a	14 b	4,7 a
14	7,02	100 a	18 a	4,2 b
15	6,01	100 a	19 a	4,2 b
16	7,14	100 a	17 b	5,0 a
17	5,70	94 b	20 a	4,0 b
18	5,59	100 a	14 b	5,0 a
19	6,17	100 a	18 a	4,7 a
20	5,82	100 a	22 a	4,5 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A maior limitação do teste de germinação, segundo Hampton e Tekrony (1995) é sua inabilidade para detectar diferenças de potencial fisiológico entre lotes com alta germinação, indicando a necessidade de complementação dessa informação com os resultados dos testes de vigor.

Em relação ao vigor, determinado pela primeira contagem e índice de velocidade de germinação, apenas as sementes das plantas matrizes 7, 19 e 20 se destacaram como as mais vigorosas, com base nos resultados dos dois testes (Tabela 2). Os resultados obtidos estão de acordo com Marcos Filho (1999) ao relatar que um dos objetivos fundamentais dos testes de vigor é detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes de sementes com testes de germinação semelhante, de forma a complementar as informações fornecidas pelo teste de germinação.

Ao avaliar sementes de *Erythrina velutina* de diferentes procedências, Guedes et al. (2009) selecionaram as mais pelo índice de velocidade de germinação. De forma semelhante, as sementes mais vigorosas de *Amburana cearensis* de diferentes procedências foram evidenciadas pelos testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação (GUEDES et al., 2013).

Pelos dados de comprimento e massa seca de raízes e parte aérea das plântulas, as sementes das plantas matrizes 2, 9 e 13 foram as mais vigorosas devido ao desempenho superior (Tabela 3). Resultados similares foram obtidos por Lima et al. (2014), ao verificarem que o comprimento e massa seca de plântulas oriundas de sementes de plantas matrizes de catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz) foram eficientes para selecionar aquelas mais vigorosas.

**Tabela 3.** Vigor inicial (comprimento e massa seca de plântulas) de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Plantas Matrizes	Comprimento (cm plântula <sup>-1</sup> )		Massa seca (g plântula <sup>-1</sup> )	
	Parte aérea	Raiz primária	Parte aérea	Raízes
1	8,7 b	4,00 c	1,010 a	0,202 b
2	12,5 a	8,50 a	0,973 a	0,404 a
3	11,5 a	3,00 e	0,743 a	0,201 b
4	7,0 c	3,25 e	0,176 b	0,194 b
5	7,2 c	3,00 e	0,299 b	0,101 b
6	10,2 b	4,25 c	0,172 b	0,306 a
7	10,5 b	7,50 b	0,150 b	0,352 a
8	11,0 a	7,00 b	0,294 b	0,306 a
9	11,7 a	8,75 a	0,794 a	0,349 a
10	4,7 d	4,75 c	0,102 b	0,102 b
11	6,2 c	3,50 d	0,173 b	0,114 b
12	7,7 c	4,25 c	0,198 b	0,119 b
13	11,5 a	8,50 a	0,801 a	0,316 a
14	9,0 b	5,50 c	0,762 a	0,301 a
15	9,5 b	6,25 c	0,782 a	0,316 a
16	10,5 b	5,25 c	0,777 a	0,107 b
17	9,2 b	5,50 c	0,571 a	0,302 a
18	9,7 b	5,50 c	0,820 a	0,401 a
19	11,5 a	7,00 b	0,914 a	0,373 a
20	11,0 a	6,25 c	0,991 a	0,294 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Na avaliação dos frutos de *Dimorphandra gardneriana* (Tabela 4) ocorreram variações nas suas dimensões dos mesmos entre as plantas matrizes, cujos maiores comprimento ocorreram nas das plantas matrizes 8, 9, 13, 14, 15, 17, 18, 19 e 20, enquanto as maiores resultados de larguras e espessuras foram obtidos apenas nos frutos da planta matriz 20 (Tabela 4).

**Tabela 4.** Médias do comprimento, largura e espessura de frutos de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Plantas Matrizes	Comprimento	Largura	Espessura
	mm		
1	119,8 b	33,22 c	23,7 c
2	124,7 b	32,4 c	22,5 d
3	135,5 b	33,3 c	22,0 e
4	142,5 a	32,1 c	22,1 d
5	131,1 b	33,1 c	23,9 c
6	128,9 b	33,6 c	23,8 c
7	127,3 b	32,9 c	23,5 c
8	146,1 a	31,9 c	23,8 c
9	149,1 a	34,1 b	24,3 b
10	134,1 b	33,9 b	23,5 c
11	133,5 b	34,2 b	23,6 c
12	125,3 b	33,4 b	24,2 b
13	141,3 a	32,6 c	23,6 c
14	146,3 a	33,8 c	23,9 b
15	143,7 a	34,1 b	23,0 d
16	133,2 b	33,1 b	23,7 c
17	138,6 a	34,8 c	23,0 d
18	139,1 a	34,2 b	23,8 c
19	147,2 a	33,7 b	24,6 b
20	146,8 a	36,8 a	25,4 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Nas espécies arbóreas tropicais existe grande variabilidade com relação ao tamanho dos frutos e das sementes (CRUZ e CARVALHO, 2003), cuja variação nas características físicas dos frutos e sementes pode ocorrer dentro da mesma espécie ou até mesmo de um mesmo indivíduo devido aos fatores bióticos e abióticos, durante o desenvolvimento é decorrente da variabilidade genética (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993).

Em frutos de algumas espécies também observou-se variações, a exemplo de tingui do cerrado - *Magonia pubescens* St.Hil (MACEDO et al., 2009), pau-d'arco-

amarelo - *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl (SANTOS et al., 2009), pau-de-candeia - *Plathymenia reticulata* Benth. e vinhático - *Plathymenia foliolosa* Benth. (LOPES et al., 2010), butiazeiro - *Butia capitata* (Mart.) Becc. (MOURA et al., 2010), *H. courbaril* (ANDRADE et al., 2010), jatobá-miúdo - *Hymenaea stigonocarpa* (PEREIRA et al., 2011), *Melanoxilon brauna* (SILVA et al., 2013), baru - *Dipteryx alata* Vog. (ZUFFO et al., 2014), mirindiba - *Buchenavia tomentosa* Eichler e inajá - *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (ZUFFO et al., 2016).

De acordo com os dados da Tabela 5 observou-se também que houve diferenças estatísticas ( $p \leq 0,01$ ) entre as dimensões, germinação e peso de 1000 sementes das plantas matrizes. Assim, pode se inferir que essas diferenças sejam devidas, principalmente, a efeitos genéticos e/ou micro-ambientais, uma vez que as plantas matrizes estavam localizadas em áreas pouco distintas, por exemplo, para fatores como temperatura e precipitação.

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância e comparação das médias para comprimento, largura, espessura e peso fresco de 1000 sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Plantas Matrizes	Comprimento	Largura	Espessura	Peso de 1000 sementes (g)	Germinação (%)
	mm				
1	8,14 h	5,68 d	3,44 d	254 j	91 b
2	8,52 g	5,62 d	3,36 e	221 l	100 a
3	8,10 h	5,44 f	3,28 e	216 l	100 a
4	8,53 g	4,82 h	3,54 d	189 m	90 b
5	8,51 g	5,55 e	3,46 d	269 h	91 b
6	8,24 h	5,54 e	3,51 d	302 e	100 a
7	8,44 g	5,35 f	3,30 e	317 d	100 a
8	8,05 h	4,55 i	3,52 d	312 d	100 a
9	6,92 j	5,58 e	3,95 e	235 k	100 a
10	7,75 i	5,44 f	3,41 e	239 k	78 c
11	9,02 f	5,53 e	3,32 e	199 o	94 b
12	8,96 f	4,95 g	4,19 b	247 k	100 a
13	9,84 e	4,81 h	3,36 e	309 d	100 a
14	8,65 g	5,71 d	4,20 b	308 d	100 a
15	11,09 c	5,75 d	3,81 c	311 d	100 a
16	10,96 c	5,87 c	3,46 d	314 d	100 a
17	8,99 f	5,79 d	3,56 d	365 b	94 b
18	10,73 d	6,52 a	3,79 c	302 f	100 a
19	12,63 b	6,04 b	4,30 a	321 c	100 a
20	13,55 a	5,99 b	4,25 b	391 a	100 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

O coeficiente de variação experimental foi baixo para todas as variáveis avaliadas, deduzindo-se que para estes caracteres a influência ambiental foi menor. Mesmo considerado o coeficiente de variação baixo para comprimento e largura, Santos et al. (2009) obtiveram um valor elevado e uma variação experimental para espessura de sementes, sendo justificado pela maior influência de fatores externos neste quesito sobre as sementes de *Tabebuia chrysotricha*.

Os maiores valores de comprimento, largura e espessura das sementes de *D. gardneriana* foram observados naquelas das plantas matrizes 20, 18 e 19, respectivamente, tendo-se ainda maior peso médio de mil sementes da planta matriz 20 e menor porcentagem de germinação apenas das sementes da planta matriz 10 (Tabela 5). De forma similar, para as sementes de acácia-do-senegal (*Acacia senegal* (L.) de Willd.) a porcentagem e velocidade de germinação não foram afetadas pelo tamanho das sementes (ADUB et al., 2010).

O tamanho e a densidade das sementes são importantes características na avaliação do vigor porque as de maior tamanho armazenam maiores quantidades de reservas e, conseqüentemente, embriões bem formados (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), o que aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula em campo (HAIG e WESTOBY, 1991).

Desta forma, a classificação e diferenciação de lotes de sementes por suas características físicas como peso e tamanho pode se tornar uma alternativa de se aprimorar a qualidade na produção de sementes, além de, proporcionar uma uniformidade na emergência e no vigor das plântulas (PEDRON et al., 2004). Para sementes de faveiro-de-wilson (*Dimorphandra wilsonii* Rizz.), as dimensões também foram variáveis, com comprimento médio de 17,9 mm (variando de 16,0-19,0 mm), largura média de 6,7mm (6,0-7,0 mm) e espessura média de 4,3 mm (3,0-5,0 mm) (LOPES e MATHEUS, 2008).

As sementes de maior tamanho são aquelas que possuem, normalmente, embriões bem formados e com maiores conteúdos de reservas, sendo classificadas como as mais vigorosas e com maior potencial germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, (2012), no entanto, esta variável morfológica não interferiu na porcentagem de germinação das sementes de plantas matrizes de *D. gardneriana*.

De forma diferenciada foi observado que as sementes de cajuí - *Anacardium microcarpum* Ducke (MOREIRA et al., 2016), quixabeira - *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) Penn (SILVA, 2015) e *Melanoxilon brauna* (FLORES et al., 2014) de maior tamanho apresentaram as maiores porcentagens de germinação.



Na Figura 1 está representada a curva de absorção de água das sementes de plantas matrizes de *D. gardneriana*, verificando-se de forma clara as fases distintas da curva de embebição, caracterizada por três fases fisiológicas conforme Carvalho e Nakagawa (2012). Esse padrão trifásico foi também observado por Bewley e Black (1994) e Bewley et al. (2013), quando afirmaram que a maioria das sementes têm um padrão de absorção, desde que estas sejam colocadas em condições ideais, e com adequada disponibilidade de água.

Nas primeiras horas em que as sementes de todas as plantas matrizes foram submersas em água destilada ocorreu uma maior absorção de água quando comparado as horas subseqüentes representando a fase I (Figura 1), isto ocorre porque nesta fase há uma maior necessidade hídrica, para auxiliar na degradação das moléculas de reserva que serão destinadas e utilizadas para completar o processo germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

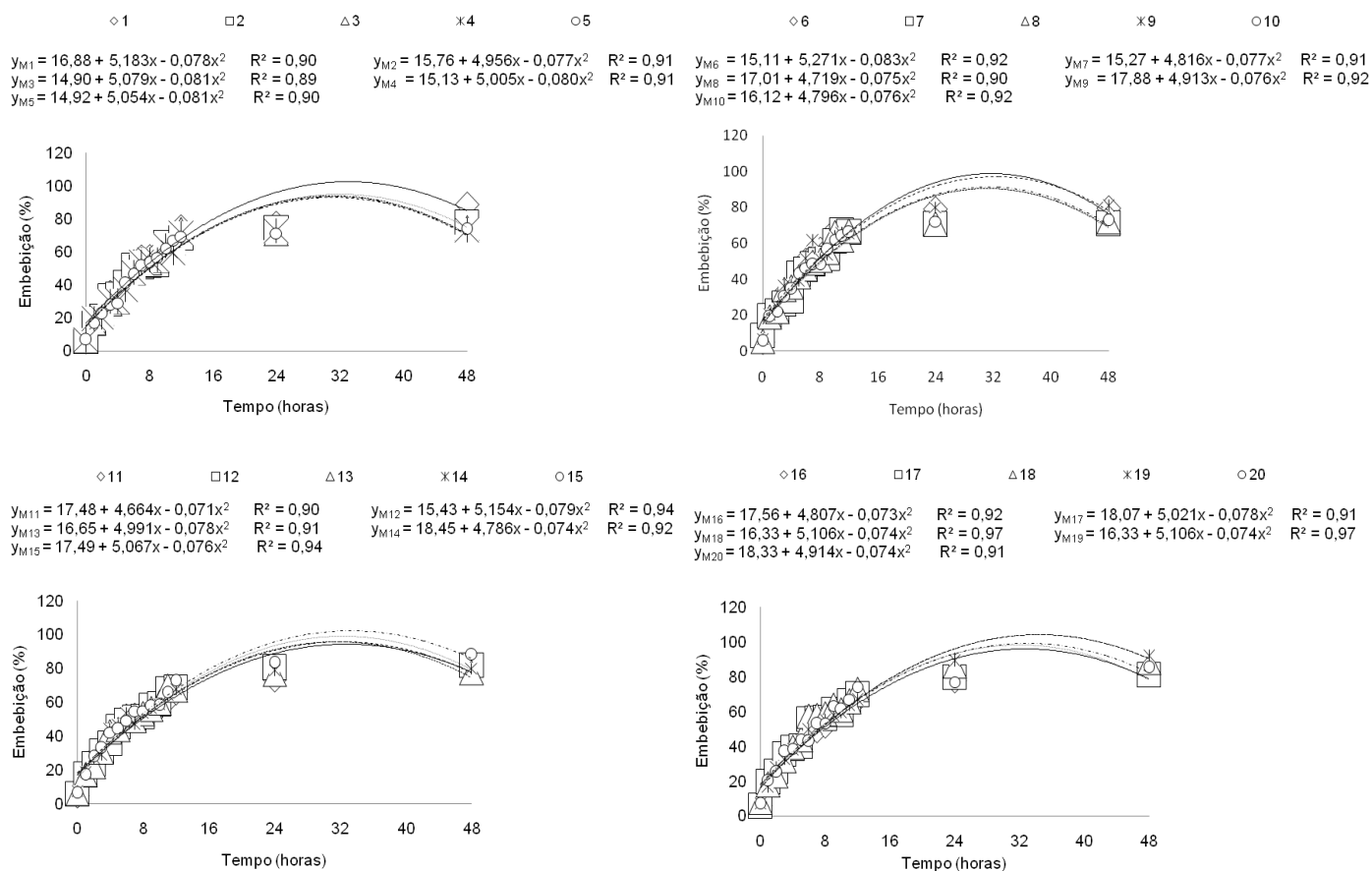
As sementes de *D. gardneriana* evoluíram de acordo com este padrão trifásico, assim como as sementes de pinhão-manso - *Jatropha curcas* L. (SMIDERLE et al., 2013) e carnaúba hospedeira - *Copernicia hospita* Martius (OLIVEIRA e BOSCO, 2013), jacarndá-da-bahia - *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. (ATAÍDE et al., 2014); coração negro - *Poecilante parviflora* Benth. (SAMPAIO et al., 2015); canafistula - *Peltophorum dubium* (Spreng) (MÜLLER et al., 2016).

Na fase II, as sementes absorvem menor quantidade de água devido reduções da velocidade de hidratação e da intensidade respiratória, ocorrendo de forma acelerada o transporte das partículas degradadas na fase anterior, embora a duração varia de acordo com a espécie analisada (MARCOS-FILHO, 2015). Para a espécie em questão, o encerramento desta fase, se estendeu de 12 até 24 horas, resultando em uma absorção lenta, com ganho de massa pouco expressivo.

A fase III pode ser verificada quando as sementes retomaram o processo de absorção de água com cerca de 26 horas após a imersão. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) nesta fase as substâncias que foram transportadas na segunda fase se reorganizam para a formação da parede celular, permitindo que o eixo embrionário se desenvolva.

Apesar do tamanho das sementes interferir diretamente na velocidade da absorção de água, para as sementes de fava d'anta este aspecto morfológico não influenciou na velocidade e nem na quantidade de água absorvida, assim como para as sementes de *Poecilante parviflora* (SAMPAIO et al., 2015).

Dessa forma observa-se que as curvas de embebição, caracterizadas no período de 48 horas, independentemente do tamanho das sementes, mostram as mudanças das três fases fisiológicas, caracterizando com clareza o padrão trifásico de absorção de água pelas sementes de *D. gardneriana*.



**Figura 1.** Curvas da absorção de água de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* (1 a 20) imersas em água destilada na temperatura de 25 °C.

#### 4. Conclusões

As características biométricas de frutos e sementes de *D. gardneriana* são variáveis, sendo indicada a planta matriz 20 como a que apresentou os maiores valores nos comprimentos de frutos e sementes, sendo indicada como a mais vigorosa;

A curva de absorção de água das sementes de *D. gardneriana* seguiu o padrão trifásico de embebição.

## 5. Referências Bibliográficas

ABUD, H.F.; REIS, R.G.E.; INNECCO, R.; BEZERRA, A.M.E. Emergência e desenvolvimento de plântulas de cártamos em função do tamanho das sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.1, p.95-99, 2010.

ANDRADE, L.A.; BRUNO, R.D.L.A.; LUCENA, R.; OLIVEIRA, L.S.B.; SILVA, H.T.F. Aspectos biométricos de frutos e sementes, grau de umidade e superação de dormência de jatobá. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, n.2, p.293-299, 2010.

ARAÚJO-NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; PAULA, R.C. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.203-211, 2002.

ATAÍDE, G.M.; LIMA E BORGES, E.E.; FLORES, A.V.; CASTRO, R.V.O. Maintenance of quality of *Dalbergia nigra* Vell. all. ex. Benth seeds during storage by sodium nitroprusside. **Journal of Seed Science**, v.38, n.2, p.110-117, 2016.

ATAÍDE, G.M.; BORGES, E.E.L.; FLORES, A.V.; CASTRO, R.V.O. Avaliação preliminar da embebição de sementes de jacarandá-da-bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.34, n.78, p.133-139, 2014.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. Nova York: Plenum Press, 1994. 445p.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Nova York: Springer, 2013. 392p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 395p.2009.

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

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis cf. venulosa* Mart. e Eichler - Sapotaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.33, n.3, p.389-398, 2003.

DORES, R.G.R. **Análise morfológica da fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.)**. 2007. 374f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

DUARTE, M.M.; MILANI, J.E.F.; BLUM, C.T.; NOGUEIRA, A.C. Germinação e morfologia de sementes e plântulas de *Albizia edwallii* (Hoehne) Barneby & J. W. Grimes. **Revista Caatinga**, v.28, n.3, p.166-173, 2015.

DUARTE, M.M.; PAULA, S.R.P.; FERREIRA, F.R.L.; NOGUEIRA, A.C. Morphological characterization of fruit, seed and seedling and germination of *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae) ('jatobá'). **Journal of Seed Science**, v.38, n.3, p.204-211, 2016.

DUTRA, A.S.; MEDEIROS-FILHO, S.; DINIZ, F.O. Germinação de sementes de albizia (*Albizia lebbbeck* (L.) Benth.) em função da luz e do regime de temperatura. **Revista Caatinga**, v.21, n.1, p.75-81, 2008.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FLORES, A.V.; BORGES, E.E.L.; GONÇALVES, J.F.C.; GUIMARÃES, V.M.; ATAIDE, G.M.; BARROS, D.P.; PEREIRA, M.D. Efeito do substrato, cor e tamanho de sementes na germinação e vigor de *Melanoxylon brauna*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.34, n.78, p.141-147, 2014.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; COSTA, E.M.T.; SANTOS-MOURA, S.S.; SILVA, R.S.; CRUZ, F.R.S. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Bioscience Journal**, v.29, n.4, p.859-866, 2013.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; SANTOS, S.R.N.; LIMA, C.R. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae - Papilionoideae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.5, p.1360-1365, 2009.

HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, v.5, n.3, p.231-247, 1991.

HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. In: **Handbook of vigour tests methods**. Zürich: International Seed Testing Association, 1995. p.1-10.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz1. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.2, p.370-378, 2014.

LOPES, J.C.; MATHEUS, M.T. Caracterização morfológica de sementes, plântulas e da germinação de *Dimorphandra wilsonii* Rizz. - faveiro-de-wilson (Fabaceae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.96-101, 2008.

LOPES, R.M.F.; FREITAS, V.L.O.; LEMOS-FILHO, J.P. Biometry of fruits and seeds and germination of *Plathymania reticulata* Benth. and *Plathymania foliolosa* Benth. (Fabaceae - Mimosoideae). **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.797-805, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, v.1, 2002. 368p.

LOUREIRO, M.B.; TELES, C.A.S.; VIRGENS, I.O.; ARAÚJO, B.R.N.; FERNANDEZ, L.G.; CASTRO, R.D. Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de sementes e plântulas de *Amburana cearensis* (FR. ALL.) A.C. Smith (Leguminosae papilionoideae). **Revista Árvore**, v.37, n.4, p.679-689, 2013.

MACEDO, M.C.; SACALON, S.P.Q.; SARI, A.P.; SACALON-FILHO, H.; ROSA, Y.B.C.J.; ROBAINA, A.D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* St.Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.202-211, 2009.

MARCOS-FILHO, J. Germinação. In: **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. Cap.8, p.269-365.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1.1-1.21.

MATHEUS, M.T.; LOPES, J.C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.8-17, 2007.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seed**. Oxford, Pergamon Press, 1979. 270p.

MOREIRA, F.J.C.; SILVA, M.A.P.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação e crescimento inicial de cajuí (*Anacardium microcarpum* DUCKE) em função do tamanho das sementes e do tempo de embebição. **Caderno de Cultura e Ciência**, v.15, n.1, p.19-28, 2016.

MÜLLER, E.M.; GIBBERT, P.; BINOTTO, T.; KAISER, D.K.; BORTOLINI, M.F. Maturação e dormência em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. de diferentes árvores matrizes. **Iheringia, Série Botânica**, v.71, n.3, p.222-229, 2016.

NARVÁEZ, C.; RESTREPO, L. Efecto del almacenamiento de uva caimaroná (*Pourouma cecropiifolia*) a diferentes temperaturas sobre los sólidos solubles y la actividad de catalasa. **Revista Colombiana de Química**, v.32, n.2, p. 81-92, 2003.

OLIVEIRA, A.B.; BOSCO, M.R.O. Biometria, determinação da curva de absorção de água em sementes e emergência inicial de plântulas de *Copernicia hospita* Martius. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.1, p.66-74, 2013.

PEDRON, F.A.; MENEZES, J.P.; MENEZES, N.L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.585-586, 2004.

PEREIRA, S.R.; GIRALDELLI, G.R.; LAURA, V.A.; SOUZA, A.L.T. Fruit and seeds size and its influence on jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* var. *Stigonocarpa* Mart. ex Hayne, Leguminosae - Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.1, p.141-148, 2011.

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.

PIRES, N.R.; CUNHA, P.L.R.; JAMACARU, F.V.F.; FILHO, M.O.O.; PAULA, R.C. M.; FEITOSA, J.P.A. Biomaterial oftalmológico a partir de galactomanana extraída de sementes de *Dimorphandra gardneriana*. **Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros**, 2010.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Ministério da Agricultura - AGIPLAN. 1985.

ROCHA, C.R.M.; COSTA, D.S.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CRUZ, E.D. Morfobiometria e germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v.2, n.1, p.42-47, 2014.

SAMPAIO, M.F.; SILVA, C.A.; COSTA, H.C.; SILVA, A. A.S.; MARQUES, F. R. Curva de absorção em sementes de coração de negro (*Poecilanthus parviflorus* Benth.) para três grupos de tamanhos de sementes. **Revista Farociência**, v.2, n.1, p.28-37, 2015.

SANTOS, F.S.; PAULA, R.C.; SABONARO, D.Z.; VALADARES, J. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, v.37, n.82, p.163-173, 2009.

SEYMOUR, G.; OSTERGAARD, L.; CHAPMAN, N.H.; KNAPP, S.; MARTIN, C. Fruit development and ripening. **Annual Review of Plant Biology**, v.64, n.1, p.219-241, 2013.

SILVA, A.C.; SANTOS, J.L.; D'ARÊDE, L.O.; MORAIS, O.M.; COSTA, E.M.; SILVA, E.A.A. Caracterização biométrica e superação de dormência em sementes de *Chloroleucon foliolosum* (Benth.) G. P. Lewis. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.9, n.4, p.577-582, 2014.

SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.E.; FONSECA, M.T. As áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga. In. **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações 102 prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente / Universidade Federal de Pernambuco/Conservation International/Fundação Biodiversitas/EMBRAPA Semi-Árido. Brasília, 2004. p.349-374.

SILVA JUNIOR, V.T.; LIMA, J.M.G.M.; RODRIGUES, C.W.D.M.S.; BARBOSA, D.C.A. *Erythrina velutina* Willd.(Leguminosae-Papilionoideae) ocorrente em caatinga e brejo de altitude de Pernambuco: biometria, embebição e germinação. **Revista Árvore**, v.36, n. 2, p. 247-257, 2012.

SILVA, K.B. Qualidade fisiológica de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) Penn. classificadas pelo tamanho. **Revista Brasileira de Biociências**, v.13, n.1, p.1-4, 2015.

SILVA, M.S.; BORGES, E.E.L.; LEITE, H.G.; CORTE, V.B. Biometria de frutos e sementes de *Melanoxylon brauna* Schott. (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Cerne**, v.19, n.3, p. 517-524, 2013.

SILVA, R.T.L.; MELO, E.C.; ANDRADE, A.C.; OLIVEIRA, L.M.; SILVA, J.E.S.; OLIVEIRA NETO, C.F. Biometric analysis of fruits of Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich.) **Research Journal of Biological Sciences**, v.5, n.12, p.769-772, 2010.

SMIDERLE, J.O.; LIMA, J.M.E.; PAULINO, P.P.S. Curva de absorção de água em sementes de *Jatropha curcas* L. com dois tamanhos. **Revista Agro@ambiente Online**, v.7, n.2, p.203-208, 2013.

SOUZA, F.H. D.; MARCOS FILHO, J.; NOGUEIRA, M.C.S. Características físicas das sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv. associadas à qualidade fisiológica e ao padrão de absorção de água e tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.1, p.33-40, 1996.

URSULINO, M.M. Produção e tecnologia de sementes de *Dimorphandra gardneriana* tulasne. Areia: UFPB/CCA, 2013, 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

VÁZQUEZ-YANES, C.; ARÉCHIGA, M.R. Ex situ conservation of tropical rain forest seed: problems and perspectives. **Interciência**, v.21, n.5, p.293-298, 1996.

VINHAL-FREITAS, I.C.; NUNES JUNIOR, J.E.G.; PEREIRA SEGUNDO, J.; VILARINHO, M.S. Germinação e vigor de sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Agropecuária Técnica**, v.32, n.1, p 108-114, 2011.

YUYAMA, K.; MENDES, N.B.; VALENTE, J.P. Longevidade de sementes de camu-camu submetidas a diferentes ambientes e formas de conservação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p.601-607, 2011.

ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; ZUFFO-JÚNIOR, J.M.; Caracterização biométrica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v.37, n.4, p.463-471, 2014.

ZUFFO, A.M.; GESTEIRA, G. S.; ZUFFO-JÚNIOR, J.M.; ANDRADE, F.R.; SOARES, I.O.; ZAMBIAZZI, E.V.; GUILHERME, S.R.; SANTOS, A.S. Caracterização biométrica de frutos e sementes de mirindiba (*Buchenavia tomentosa* Eichler) e de inajá (*Attalea maripa* [Aubl.] Mart.) na região sul do Piauí, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.3, p.331-340, 2016.

**Vigor de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne  
pelo teste de envelhecimento acelerado**



## **Vigor de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne pelo teste de envelhecimento acelerado**

**RESUMO** - O gênero *Dimorphandra* possui grande importância para a indústria fármaco-química, devido a sua importância econômica, por isso a obtenção de sementes de alta qualidade constitui a base para produção de mudas com elevado padrão. Diante disto, no presente trabalho objetivou-se avaliar o potencial fisiológico das sementes de diferentes plantas matrizes de *D.gardneriana* pelo teste de envelhecimento acelerado. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia – PB. As sementes foram submetidas às seguintes determinações e testes: teor de água, germinação e envelhecimento acelerado (45 °C, durante 48 e 72 horas). Após estes testes as plântulas foram avaliadas pelo comprimento e massa seca de suas raízes e parte aérea. O teste de envelhecimento acelerado identificou as sementes das plantas matrizes 11 e 20 como as mais vigorosas, além disso, quando realizado por 72 horas limita drasticamente o desenvolvimento das plântulas de *D. gardneriana*.

**Palavras-chave:** Germinação; Potencial fisiológico; Vigor.

## **Seed vigor of matriarch trees of *Dimorphandra gardneriana* Tulasne by the accelerated aging test**

**ABSTRACT** - The genus *Dimorphandra* has great importance for the drug-chemical industry, due to its economic importance, so obtaining high-quality seeds is the basis for the production of high-quality seedlings. In view of this, the present work aimed to evaluate the physiological potential of the seeds of different *D. gardneriana* matrix plants by the accelerated aging test. The research was conducted in the Laboratory of Seed Analysis of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba, in Areia - PB. The seeds were submitted to the following determinations and tests: water content, germination and accelerated aging (45 ° C, for 48 and 72 hours). After these tests the seedlings were evaluated by the length and dry mass of their roots and shoot. The accelerated aging test identified as seed of the parent plants 11 and 20 as being more vigorous, furthermore, when carried out for 72 hours, drastically limits the development of *D. gardneriana* seedlings.

**Key words:** Germination; Physiological potential; Vigor.

## 1. Introdução

O gênero *Dimorphandra* possui grande importância para a indústria farmacológica, sobretudo nos aspectos medicinais e de biodiversidade, além de possuírem duas espécies (*Dimorphandra mollis* Benth. e *Dimorphandra gardneriana* Tul.) que são importantes economicamente como fontes de flavonóides para a indústria farmacológica (CUNHA et al., 2009; GONÇALVES et al., 2010) e espécies endêmicas do Brasil, como a *D. jorgei* Silva e *D. wilsonii* Rizz. (SUDRÉ et al, 2011).

A espécie *Dimorphandra gardneriana* Tul., é conhecida como fava d'anta ou faveiro, sendo uma árvore nativa do Brasil, ocorrendo naturalmente nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Bahia, Pará, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais (MONTANO et al., 2007). Desta espécie, os frutos são utilizados para extração da rutina, um importante flavonóide obtido pelo processamento, com a finalidade de abastecer a indústria farmacêutica (LANDIM e COSTA, 2012).

Devido a sua grande importância econômica, a obtenção de sementes de alta qualidade constitui a base para produção de mudas com elevado padrão, proporcionando uniformidade na população e alto vigor de plântulas e plantas (DIAS e BARROS, 1999). A qualidade fisiológica vem sendo caracterizada pela elevada porcentagem de germinação e pelo vigor, empregando-se diversos testes com a finalidade de se mensurar ou diferenciar o vigor de lotes de sementes.

Dentre os testes utilizados, o de envelhecimento acelerado fornece informações consideradas fundamentais para o gerenciamento da produção nos programas de controle de qualidade de sementes (SOUZA et al., 2009), uma vez que a resposta das sementes às condições adversas impostas por este teste possibilita estimar o seu desempenho em uma faixa mais ampla de condições ambientais (MARCOS FILHO, 2015).

O teste de envelhecimento acelerado é reconhecido como um dos mais difundidos e utilizados na avaliação do vigor das sementes de várias espécies, cuja metodologia é inspirada na avaliação da resposta germinativa, quando as sementes são submetidas à temperatura elevada e umidade relativa do ar próxima a 100%, por determinado período de tempo (ROSSETO e MARCOS FILHO, 1995). Essa germinação pode ser alterada de acordo com a taxa de deterioração das sementes que aumenta consideravelmente quando estas são expostas a tais condições (NAKAGAWA, 1999).

Desta forma, quando as sementes que estiverem com o vigor reduzido forem expostas à situação de estresse pelo envelhecimento haverá maior queda na sua

viabilidade (MARCOS FILHO, 1999), assim, pode-se mensurar as diferenças encontradas no potencial fisiológico das sementes de um mesmo lote (PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 2001).

No teste de envelhecimento acelerado, a diferença na absorção de água é um dos fatores de maior relevância, uma vez que nas sementes de uma mesma espécie pode haver variações acentuadas no teor de água, após a exposição a uma atmosfera úmida principalmente em sementes pequenas (TUNES et al., 2012). As sementes de maior tamanho devido as suas funções higroscópicas tendem a absorver água mais lentamente, característica esta que facilita a aplicação deste referido teste de vigor.

Vários pesquisadores conduziram o teste de envelhecimento acelerado como método de avaliação da qualidade fisiológica das sementes de espécies florestais, como foi observado em mulungu - *Erythrina velutina* Willd (GUEDES et al., 2009), braúna - *Melanoxylon brauna* Schott (CORTE et al., 2010), aroeira preta - *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão (CALDEIRA e PEREZ, 2010), angico vermelho - *Anadenanthera peregrina* L. (PINHO et al., 2010), aroeira vermelha - *Schinus terebinthifolius* Raddi (PACHECO et al., 2011), ipê da serra - *Handroanthus albus* (Cham.) Mattos (SHIBATA et al., 2012), angico - *Parapiptadenia rigida* Benth (GABRIEL et al., 2013), baru - *Dipteryx alata* Vogel (ZUCHI et al., 2016), leiteira - *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC (MORAES et al., 2016), mogno - *Swietenia macrophylla* King (CARVALHO et al., 2016).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial fisiológico das sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne pelo teste de envelhecimento acelerado.

## 2. Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB, entre agosto e setembro de 2014, com lotes de sementes de *Dimorphandra gardneriana* procedentes de vinte plantas matrizes.

Na Tabela 6 estão as coordenadas geográficas de cada planta matriz, sendo aquelas descritas pelo número de 1 – 10 demarcadas no Sítio Boa Vista pertencente ao Município de Jardim, enquanto as plantas matrizes numeradas de 11 – 20 foram

georeferenciadas no sítio Baixa do Maracujá localizado no Município de Crato, ambos no Estado do Ceará.

**Tabela 6.** Coordenadas geográficas das 20 plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* utilizadas para a colheita de sementes.

Plantas Matrizes	Coordenadas geográficas		
	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
M1	07°32'51,8"	-39°16'50,4"	891
M2	07°32'50,3"	-39°16'51,2"	891
M3	07°32'51,2"	-39°16'51,5"	891
M4	07°32'51,9"	-39°16'51,9"	891
M5	07°32'51,3"	-39°16'51,7"	891
M6	07°32'52,5"	-39°16'51,4"	891
M7	07°32'51,6"	-39°16'50,8"	891
M8	07°32'53,9"	-39°16'52,6"	891
M9	07°32'52,4"	-39°16'52,2"	891
M10	07°32'53,2"	-39°16'52,7"	891
M11	07°12'49,3"	-39°31'34,3"	925
M12	07°12'48,3"	-39°31'30,9"	925
M13	07°12'48,7"	-39°31'30,7"	925
M14	07°12'48,2"	-39°31'30,2"	925
M15	07°12'48,1"	-39°31'30,8"	925
M16	07°12'47,9"	-39°31'30,4"	925
M17	07°12'47,7"	-39°31'31,0"	925
M18	07°12'46,4"	-39°31'31,3"	925
M19	07°12'46,9"	-39°31'31,6"	925
M20	07°12'46,7"	-39°31'32,0"	925

Os frutos de cada planta matriz foram beneficiados mediante abertura manual das vagens e extração das sementes, sendo descartadas aquelas mal formadas, em seguida foram realizadas as seguintes determinações e testes.

**Teor de água:** determinado para as sementes de cada planta matriz e cada período de envelhecimento acelerado, pelo método padrão da estufa a  $105 \pm 3$  °C, por 24 horas (BRASIL, 2009), com a utilização de quatro subamostras de 10 sementes para cada tratamento, cujos resultados foram expressos em porcentagem.

**Teste de germinação:** foi conduzido em germinador do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado a temperatura constante de 25 °C, com fotoperíodo de oito

horas de luz e 16 de escuro, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W), utilizando-se 100 sementes escarificadas mecanicamente com lixa metálica número 120 no lado oposto ao hilo para superação da dormência tegumentar (URSULINO, 2013). Em seguida as sementes foram divididas em quatro repetições de 25 e distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (germitest) umedecidas com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e, posteriormente foram cobertas com uma terceira folha e organizadas em forma de rolo. Para evitar as perdas de água por evaporação os rolos foram colocados em sacos plásticos, sendo as contagens realizadas diariamente, do 13 até o 25º dia da instalação do teste, cujo critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

**Índice de velocidade de germinação:** a sua determinação foi mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos 13º aos 25º dias após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula proposta por MAGUIRE (1962).

**Comprimento da parte aérea e raiz primária:** no final do teste de germinação as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram divididas entre a parte aérea e raiz primária, sendo cada parte medida com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>.

**Massa seca da parte aérea e raízes:** as raízes e parte aérea das mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel tipo Kraft e levadas à estufa regulada a 65 °C (BRASIL, 2009). Decorridas 48 horas as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em g plântula<sup>-1</sup>.

**Teste de envelhecimento acelerado:** a metodologia adotada foi a recomendada pela AOSA (1983) e complementada por Marcos Filho (1999), em que uma camada única e uniforme de sementes escarificadas de cada planta matriz foi distribuída sobre tela metálica acoplada à caixa de acrílico de 11 x 11 x 3,5 cm (gerbox), contendo 40 mL de água destilada ao fundo. As caixas contendo as sementes foram tampadas, de modo a obter 100% de umidade relativa do ar em seu interior e mantidas em germinadores com temperatura controlada à 45 °C, durante 48 e 72 horas. Decorrido

cada período, quatro subamostras de 25 sementes foram colocadas para germinar, seguindo método descrito para o teste de germinação. Uma única avaliação foi realizada no oitavo dia após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais.

**Delineamento experimental e análise estatística:** o delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, cujos dados, não transformados, foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

### 3. Resultados e Discussão

O teor de água inicial das sementes de *D. gardneriana* foi similar e variou entre 5,12 e 8,02% (Tabela 7), sendo um fato importante para execução dos testes, uma vez que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, 1999).

Avaliando-se o teor de água de três lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs notou-se que o teor de água também aumentou durante o período de envelhecimento (SANTOS e PAULA, 2007). Ainda segundo os autores, o ritmo do processo de absorção de água por parte das sementes, durante o envelhecimento, depende do lote e da temperatura na câmara de envelhecimento.

Este mesmo comportamento foi encontrado em sementes de espécies florestais submetidas ao teste de envelhecimento acelerado tem sido variável, para *Bauhinia forficata* Link foi de 14,81 a 15,21% (GUARESCHI et al., 2015), em *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz o teor inicial de água foi 12,4 a 13,3% (LIMA et al., 2014), enquanto nas sementes de *Swietenia macrophylla* King foi 7,5 a 7,6% (CARVALHO et al., 2016).

As sementes não envelhecidas de *D. gardneriana* (Tabela 7) foram divididas em três grupos para germinação e dois para a primeira contagem e índice de velocidade de germinação. Nas sementes das 14 plantas matrizes do primeiro grupo, consideradas superiores, a germinação foi de 100%, sendo que as sementes de nove destas 14 plantas matrizes estão alocadas no primeiro grupo de primeira contagem de

germinação, enquanto as sementes de 11 das 14 árvores matrizes estão alocadas no primeiro grupo de índice de velocidade de germinação.

**Tabela 7.** Teor de água, germinação e vigor (primeira contagem, índice de velocidade de germinação) de sementes não envelhecidas de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Plantas Matrizes	Teor de água	Germinação	Primeira contagem	IVG
	%			
1	5,62	91 b	13 b	4,0 b
2	5,52	100 a	16 b	4,5 a
3	6,12	100 a	15 b	4,7 a
4	6,65	90 b	21 a	4,0 b
5	5,12	91 b	17 b	4,2 b
6	6,92	100 a	16 b	4,7 a
7	6,11	100 a	20 a	5,0 a
8	6,32	100 a	17 b	5,0 a
9	8,02	100 a	12 b	4,7 a
10	7,12	78 c	16 b	3,5 b
11	7,23	94 b	20 a	4,0 b
12	5,92	100 a	22 a	4,0 b
13	5,52	100 a	14 b	4,7 a
14	7,02	100 a	18 a	4,2 b
15	6,01	100 a	19 a	4,2 b
16	7,14	100 a	17 b	5,0 a
17	5,70	94 b	20 a	4,0 b
18	5,59	100 a	14 b	5,0 a
19	6,17	100 a	18 a	4,7 a
20	5,82	100 a	22 a	4,5 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Contudo, apenas as sementes de três plantas matrizes, que estão no grupo com germinação superior se destacaram como mais vigorosas pelos testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação. Por esses resultados constata-se que, apesar de as sementes terem germinação similar, estas diferem em vigor quando avaliado pela primeira contagem e índice de velocidade de germinação.

Resultados diferentes foram obtidos em *Poincianella pyramidalis*, em que pelos valores obtidos no teste de germinação apenas as sementes de seis plantas matrizes expressaram percentual de germinação superior a das demais plantas matrizes estudadas, enquanto pelos testes de primeira contagem e velocidade de germinação as sementes de cinco plantas matrizes se destacaram como as mais vigorosas (LIMA et al., 2014). Os testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação não foram eficientes para separar os lotes de sementes de *Leucena leucocephala* quanto ao nível de vigor (ARAÚJO et al., 2017). No entanto, para *Ceiba speciosa* St.

Hil o índice de velocidade de germinação foi eficiente para separar as sementes de 36 plantas matrizes em níveis de vigor (ROVERI NETO e PAULA, 2017).

Ainda com relação à qualidade das sementes de *D. gardneriana* não envelhecidas, avaliada pelo comprimento e massa seca das plântulas observou-se que as sementes das plantas matrizes 2, 9 e 13 foram as mais vigorosas, uma vez que originaram plântulas que expressaram os maiores comprimentos e conteúdos de massa seca (Tabela 8).

**Tabela 8.** Vigor (comprimento e massa seca de plântulas) de sementes não envelhecidas de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Plantas Matrizes	Comprimento (cm plântula <sup>-1</sup> )		Massa seca (g plântula <sup>-1</sup> )	
	Parte aérea	Raiz primária	Parte aérea	Raízes
1	8,75 b	4,00 c	1,010 a	0,202 b
2	12,5 a	8,50 a	0,973 a	0,404 a
3	11,5 a	3,00 e	0,743 a	0,201 b
4	7,00 c	3,25 e	0,176 b	0,194 b
5	7,25 c	3,00 e	0,299 b	0,101 b
6	10,25 b	4,25 c	0,172 b	0,306 a
7	10,50 b	7,50 b	0,150 b	0,352 a
8	11,00 a	7,00 b	0,294 b	0,306 a
9	11,75 a	8,75 a	0,794 a	0,349 a
10	4,75 d	4,75 c	0,102 b	0,102 b
11	6,25 c	3,50 d	0,173 b	0,114 b
12	7,75 c	4,25 c	0,198 b	0,119 b
13	11,50 a	8,50 a	0,801 a	0,316 a
14	9,00 b	5,50 c	0,762 a	0,301 a
15	9,50 b	6,25 c	0,782 a	0,316 a
16	10,50 b	5,25 c	0,777 a	0,107 b
17	9,25 b	5,50 c	0,571 a	0,302 a
18	9,75 b	5,50 c	0,820 a	0,401 a
19	11,50 a	7,00 b	0,914 a	0,373 a
20	11,00 a	6,25 c	0,991 a	0,294 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

As sementes de 28 plantas matrizes de *P. pyramidalis* foram classificadas pelo teste estatístico em dois grupos pelo comprimento e em quatro pela massa seca de plântulas, sendo que pelos valores obtidos no teste de comprimento de plântulas as sementes de 21 plantas matrizes expressaram vigor superior, enquanto pelo teste de massa seca de plântulas apenas as sementes de uma planta matriz se destacaram com mais vigorosas (LIMA et al., 2014). Resultados diferentes foram obtidos por



Santos e Paula (2009) quando constataram que a massa seca de plântulas não discriminou adequadamente os lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs avaliados.

Com relação aos resultados do teor de água das sementes após o envelhecimento acelerado (Tabela 9), independentemente do período empregado (48 e 72 horas) de exposição das sementes no método tradicional, houve acréscimo nas porcentagens dos teores de água das sementes de todas as plantas matrizes, comparativamente aos seus teores de água iniciais, no entanto sem diferenças estatísticas.

No desenvolvimento deste tipo de teste, esta equivalência é importante, uma vez que a padronização do teor de água das sementes irá garantir uma confiabilidade e consistência nos resultados (MARCOS-FILHO, 2015), uma vez que as sementes que absorvem maiores quantidades de água, ou seja, aquelas que ficam mais úmidas são mais facilmente influenciadas pelas condições impostas pelo envelhecimento acelerado (TUNES et al., 2012).

O teor de água das sementes de *Leucena leucocephala* após o envelhecimento acelerado por 48 horas teve um aumento médio de 32%, cuja variação foi inferior a 4% (ARAÚJO et al., 2017). Variações acentuadas de aumento e diminuição no teor de água são observadas em sementes submetidas ao envelhecimento artificial devido à existência de diferenças de adsorção de água durante a condução do teste (PEREIRA et al., 2015). No entanto, essa variação deve ser minimizada entre lotes para evitar deterioração excessiva durante o processo germinativo, principalmente para as sementes de médio e baixo vigor (TEKRONY, 2003).

Sementes de *Swietenia macrophylla* King avaliadas por meio do teste de envelhecimento acelerado, na temperatura de 45 °C por 96 horas também tiveram aumento no teor de água, que inicialmente era de 7,5 a 7,6% e atingiu valor superior a 29% (CARVALHO et al., 2016). De forma similar, em sementes de seis plantas matrizes de *P. pyramidalis* Lima et al. (2014) também verificaram que no início do teste de envelhecimento acelerado tradicional houve variação no teor de água inicial das sementes, entre 12,4 a 13,3%, com acréscimo nos teores de água das sementes de todas as plantas matrizes, comparativamente aos teores de água iniciais das mesmas.

**Tabela 9.** Teor de água e germinação de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* após o envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas.

Plantas Matrizes	Teor de água (%)		Germinação (%)	
	48 horas	72 horas	48 horas	72 horas
1	22,42 a	25,91 a	55 c	67 a
2	22,22 a	24,02 a	72 b	68 a
3	23,92 a	26,22 a	47 c	63 b
4	26,75 a	29,22 a	78 b	70 a
5	22,22 a	25,54 a	65 b	75 a
6	21,32 a	24,77 a	66 b	71 a
7	25,42 a	26,05 a	83 a	67 a
8	23,72 a	27,63 a	58 b	70 a
9	25,52 a	29,14 a	72 b	73 a
10	28,42 a	28,69 a	61 b	70 a
11	24,52 a	25,27 a	67 b	69 a
12	27,72 a	28,86 a	73 b	60 b
13	22,52 a	24,25 a	80 a	54 b
14	24,42 a	28,93 a	73 b	58 b
15	22,52 a	27,01 a	67 b	60 b
16	27,39 a	24,78 a	83 a	60 b
17	21,47 a	30,13 a	82 a	61 b
18	26,62 a	26,24 a	76 b	52 b
19	25,82 a	29,89 a	86 a	60 b
20	27,41 a	30,73 a	94 a	60 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Na tabela 9 observa-se que o teste de Scott-Knott permitiu a separação das sementes envelhecidas em três grupos para a germinação após envelhecimento acelerado por 48 horas e em apenas dois grupos quando o período de envelhecimento foi de 72 horas. No período de 48 horas as sementes de seis plantas matrizes se destacaram como as mais vigorosas, enquanto no período de 72 horas foram as sementes de dez plantas matrizes que se sobressaíram com maior vigor, no entanto, apenas as sementes de uma única planta matriz se destacaram nos dois períodos de envelhecimento.

Para sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss., o período de 72 horas de envelhecimento acelerado, associado à temperatura de 45 °C proporcionou diferenciação no vigor (PRIETO FLAVIO e PAULA, 2010). O teste de envelhecimento acelerado separou as sementes das plantas matrizes de *C. speciosa* em maior número de grupos para a porcentagem de germinação, possibilitando melhor

discriminação das sementes das plantas matrizes com germinação e vigor semelhantes (ROVERI NETO e PAULA, 2017).

Para as sementes envelhecidas ocorreu a formação de dois grupos para a primeira contagem quando o período de envelhecimento foi de 48 horas e apenas um grupo no período de 72 horas, salientando-se que apenas as sementes de uma única planta matriz foram as mais vigorosas quando submetidas ao envelhecimento acelerado por 48 horas e avaliadas pelo teste de primeira contagem (Tabela 10).

A primeira contagem de germinação é um teste que pode separar lotes de sementes quanto ao vigor porque a velocidade em que o embrião se desenvolve e origina uma plântula normal vai depender da qualidade fisiológica de cada semente (NAKAGAWA, 1999). Assim, as sementes das plantas matrizes com maiores porcentagens de germinação na primeira contagem podem ser consideradas as mais vigorosas.

Ao se avaliar o vigor pelo índice de velocidade de germinação das sementes envelhecidas (Tabela 10) verifica-se que no período de 48 horas houve a formação de três grupos, enquanto no período de 72 horas formou-se apenas dois, ou seja, sem diferença estatística entre as sementes de todas as plantas matrizes avaliadas. No período de envelhecimento por 42 horas o índice de velocidade de germinação das sementes de oito plantas matrizes foi mais elevado, entretanto, quando o período de envelhecimento foi de 72 horas o índice de velocidade de germinação das sementes de 12 plantas matrizes foi superior, salientando-se que apenas as sementes de três plantas matrizes se destacaram com maior vigor quando foram submetidas aos dois períodos de envelhecimento.

O índice de velocidade de germinação pode ter sido baixo devido as condições impostas às sementes pelo teste de envelhecimento acelerado, reduzindo assim o vigor, uma vez que as sementes mais vigorosas tendem a germinar mesmo em condições adversas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Além disso, de acordo com Guedes et al. (2009), as condições impostas pelo teste de envelhecimento acelerado corroboram com a redução da viabilidade das sementes, uma vez que ocorre maior consumo de reservas, devido à intensidade da atividade metabólica.

As sementes com maior índice de velocidade de germinação podem ser consideradas mais vigorosas, por se deteriorarem mais lentamente e conseguirem reorganizar suas estruturas germinando rapidamente, mesmo após serem submetidas às condições adversas impostas pelo envelhecimento acelerado (RAMOS et al., 2004).

**Tabela 10.** Primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* submetidas ao envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas.

Plantas Matrizes	Primeira contagem (%)		IVG	
	48 horas	72 horas	48 horas	72 horas
1	18 b	9 a	2,63 c	3,24 b
2	18 b	13 a	3,33 b	3,70 a
3	16 b	10 a	2,26 c	3,56 a
4	12 b	15 a	3,63 a	3,62 a
5	11 b	14 a	3,10 b	3,65 a
6	17 b	9 a	3,13 b	3,98 a
7	19 b	14 a	3,90 a	3,77 a
8	17 b	15 a	2,82 c	3,75 a
9	24 a	13 a	3,38 b	3,71 a
10	19 b	11 a	2,82 c	3,85 a
11	19 b	13 a	3,14 b	3,80 a
12	15 b	14 a	3,28 b	3,62 a
13	18 b	12 a	3,73 a	3,66 a
14	17 b	7 a	3,34 b	2,81 b
15	21 b	7 a	3,04 b	2,85 b
16	17 b	12 a	3,84 a	2,96 b
17	19 b	7 a	3,82 a	3,05 b
18	21 b	11 a	3,61 a	2,57 b
19	21 b	8 a	3,97 a	2,93 b
20	21 b	14 a	4,29 a	2,65 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Após a aplicação do teste de envelhecimento acelerado por 96 horas em sementes de *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos houve redução nos valores de plântulas normais, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, o que permitiu a separação dos lotes em níveis de vigor (LAMARCA e BARBEDO, 2017).

Resultados similares foram obtidos em lotes de sementes de algumas espécies florestais como tingui - *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. (FLÁVIO e PAULA, 2010), *P. rigida* (GABRIEL et al., 2013), paineira-branca - *Chorisia glaziovii* (Kuntze) E. Santos (GUEDES et al., 2013) e *T. fuchsiaefolia* (MORAES et al., 2016).

Em relação ao comprimento da parte aérea houve a formação de quatro grupos quando as sementes foram submetidas a ambos os períodos de envelhecimento (48 e 72 horas), entretanto no período de 48 horas de envelhecimento as sementes de cinco plantas matrizes foram mais vigorosas, enquanto com 72 horas foram apenas

as sementes de duas plantas matrizes, tendo se sobressaído nos dois períodos as sementes de uma única planta matriz (Tabela 11).

**Tabela 11.** Comprimento da parte aérea e raiz primária de plântulas de *Dimorphandra Gardneriana* oriundas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas.

Plantas Matrizes	Comprimento (cm)			
	Parte aérea		Raiz primária	
	48 horas	72 horas	48 horas	72 horas
1	8,4 b	2,7 d	3,43 c	3,9 b
2	10,1 a	8,0 b	3,64 c	3,2 b
3	7,1 c	3,1 d	3,15 c	3,3 b
4	8,4 b	7,4 b	5,59 b	3,4 b
5	8,8 b	8,0 b	4,05 c	4,0 b
6	7,5 c	6,8 b	3,15 c	3,7 b
7	8,4 b	7,0 b	5,47 b	3,6 b
8	5,7 d	6,1 c	2,79 c	3,2 b
9	10,5 a	6,0 c	7,18 a	3,9 b
10	7,7 c	5,0 c	5,09 b	3,3 b
11	11,0 a	10,5 a	4,54 c	4,5 a
12	9,7 a	7,8 b	5,09 b	3,5 b
13	8,9 b	10,9 a	5,12 b	5,4 a
14	9,0 b	7,8 b	3,83 c	3,5 b
15	7,0 c	7,2 b	3,74 c	5,3 a
16	7,3 c	7,4 b	4,52 b	3,2 b
17	8,6 b	7,1 b	5,91 b	2,7 b
18	6,1 d	8,1 b	3,20 c	2,7 b
19	8,2 b	7,3 b	5,91 b	2,6 b
20	9,4 a	5,9 c	8,07 a	3,1 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Pelos resultados obtidos no teste estatístico, o comprimento da raiz primária foi agrupado em três categorias de vigor para as sementes que foram submetidas ao envelhecimento por 48 horas e em dois grupos para o período foi de 72 horas, sendo possível notar que para o envelhecimento por 48 horas as plantas matrizes 9 e 20 apresentaram os maiores comprimentos, já por 72 horas as plantas matrizes 11, 13 e 15 foram aquelas que se sobressaíram (Tabela 11).

Esta diferença no comprimento de plântulas é um fator fundamental para diferenciar lotes de sementes originados de várias plantas matrizes, uma vez que as plantas matrizes mais vigorosas produzem sementes que terão suporte para

desenvolver plântulas com maior taxa de crescimento, em função da maior translocação das reservas dos tecidos de armazenamento para o crescimento do eixo embrionário (DAN et al., 1987).

Ao se analisar os dados de massa seca da parte aérea constata-se a formação de cinco grupos para ambos os períodos de envelhecimento (48 e 72 horas) seguindo o resultado da análise estatística pelo teste de Scott-Knott, sendo possível observar que, para o período de 48 horas de envelhecimento as sementes da planta matriz 20 foram as únicas mais vigorosas, já para 72 horas foram às sementes das plantas matrizes 5, 7, 11, 12 e 13 que se destacaram (Tabela 12).

Os resultados obtidos na análise estatística dos dados de massa seca das raízes à separou em dois grupos quando as sementes foram submetidas ao envelhecimento por 48 horas e apenas um grupo no período de 72 horas (Tabela 12).

Variação semelhante nos valores de massa seca de plântulas também foi observada em plântulas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) quando as sementes foram submetidas ao envelhecimento pelo mesmo período de exposição (CHEROBINI et al., 2008).

A exposição das sementes ao processo de envelhecimento acelerado por maiores períodos tem como consequência à desestruturação dos sistemas de membranas em nível celular, sendo a causa imediata à degradação e redução na atividade de grupos químicos de alta reatividade (CARVALHO, 1994). Estas alterações degenerativas ocorrem principalmente nas estruturas internas das sementes, contribuindo com o descontrole metabólico e impossibilitando as trocas de água e solutos entre as células e o meio exterior, inviabilizando o poder germinativo das mesmas (VIEIRA et al., 1994).

Apesar do desempenho das sementes destas plantas matrizes, estas não podem ser destacadas como as mais vigorosas, uma vez que se torna necessário observar também a porcentagem de germinação, uma vez que segundo a AOSA (1983) alguns lotes de sementes com baixo poder germinativo produzem plântulas com maior tamanho médio e vice-versa.

**Tabela 12.** Massa seca da parte aérea e raízes das plântulas de *Dimorphandra gardneriana* oriundas de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado por 48 e 72 horas.

Plantas Matrizes	Massa seca (g)	
	Parte aérea	Raízes

	48 horas	72 horas	48 horas	72 horas
1	0,737 c	0,114 e	0,179 a	0,193 a
2	0,432 e	0,392 d	0,201 a	0,115 a
3	0,306 e	0,072 e	0,114 b	0,045 a
4	0,587 d	0,673 b	0,195 a	0,084 a
5	0,797 c	0,892 a	0,145 b	0,087 a
6	0,652 d	0,546 c	0,200 a	0,093 a
7	0,835 c	0,927 a	0,166 b	0,317 a
8	0,196 e	0,528 c	0,135 b	0,051 a
9	0,865 c	0,627 b	0,200 a	0,123 a
10	0,395 e	0,393 d	0,157 b	0,149 a
11	0,858 c	0,808 a	0,216 a	0,113 a
12	0,557 d	0,836 a	0,215 b	0,148 a
13	0,754 c	0,985 a	0,207 a	0,174 a
14	0,935 b	0,699 b	0,201 a	0,054 a
15	0,519 d	0,703 b	0,148 b	0,101 a
16	0,742 c	0,704 b	0,165 b	0,121 a
17	0,881 c	0,759 b	0,179 a	0,097 a
18	0,446 d	0,784 b	0,112 b	0,118 a
19	0,865 c	0,508 c	0,227 a	0,068 a
20	1,018 a	0,326 d	0,267 a	0,054 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A origem da semente pode ter grande influência sobre seu comportamento fisiológico durante o crescimento das plântulas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), por isso verificou-se variação no acúmulo de massa seca nas plântulas de *D. gardneriana*. Além disto, esta variação pode ser causada pela diferença de vigor verificada nos lotes de sementes, em que as mais vigorosas proporcionam durante a germinação uma maior transferência de substâncias de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, originando plântulas com maior acúmulo de fitomassa (NAKAGAWA, 1999).

O período de 72 horas de envelhecimento acelerado foi o mais eficiente para separar as sementes de plantas matrizes de *D. gardneriana* em níveis de vigor, além disto, neste período estas sementes não suportam períodos maiores de exposição nestas condições impostas pelo teste.

Para realização do teste de envelhecimento acelerado existem várias metodologias empregadas, sendo cada uma delas adaptada principalmente para as características das sementes de cada espécie, podendo-se citar que para avaliação do vigor de sementes de pata-de-vaca - *Bauhinia forficata* Link o uso do teste de envelhecimento acelerado a 41 °C a partir de 72 h poderá ser utilizado rotineiramente

(GUARESCHI et al., 2015). Para a avaliação do vigor de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* o método indicado foi a temperatura de 45 °C por 96 horas (MORAES et al., 2016). O vigor de sementes de *Swietenia macrophylla* pode ser avaliado por meio do teste de envelhecimento acelerado nas temperaturas de 39 °C/96 horas e 43 °C por 48 ou 96 horas (CARVALHO et al., 2016).

#### 4. Conclusão

O teste de envelhecimento acelerado identificou as sementes das plantas matrizes 11 e 20 como as mais vigorosas.

O envelhecimento acelerado por 72 horas limita drasticamente o desenvolvimento das plântulas de *D. gardneriana*.

#### 5. Referências Bibliográficas

ARAÚJO, F.S.; FÉLIX, F.C.; FERRARI, C.S.; BRUNO, R.L.A.; PACHECO, M.V. Adequação do teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de sementes de leucena. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.1, p.92-97, 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p.

CALDEIRA, S.F.; PEREZ, S.C.J.G.A. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para diásporos de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem). **Revista Árvore**, v.34, n.2, p.215-221, 2010.

CARVALHO, C.A.; SILVA, J.B.; ALVES, C.Z. Envelhecimento acelerado em sementes de mogno. **Revista Ciência Agrônômica**, v.47, n.4, p.691-699, 2016.

CARVALHO, N.M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.1-30.

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

CHEROBINI, E.A.I.; MUNIZ, M.F.B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade da semente e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, v.18, n.1, p.65-73, 2008.

CORTE, V. B.; BORGES, E.E.L.; GONÇALVES, J.F.C.; SILVA, M.S. Alterations in the lipid and soluble sugar content of *Melanoxylon brauna* seeds during natural and accelerated ageing. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.152-162, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 395p.2009.



CUNHA, P.L.R.; VIEIRA, I.G.P.; ARRIAGA, A.M.C.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A. Isolation and characterization of galactomannan from *Dimorphandra gardneriana* Tul. seeds as a potential guar gum substitute. **Food Hydrocolloids**, v.23, n.3, p.880-885, 2009.

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

DIAS, M.C.L.L.; BARROS, A.S.R. Metodologia de teste de tetrazólio em sementes de milho. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.8.4-1-8.4-10.

FLAVIO, J.J.P.; PAULA, R.C. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. **Scientia Forestalis**, v.38, n.87, p.391-399, 2010.

GABRIEL, S.; LOVATTO, M.; BORDIN, K.M.; SOBRAL, L.S. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, p.1-5, 2013.

GONÇALVES, A.C.; REIS, C.A.F.; VIEIRA, F.A.; CARVALHO, D. Estrutura genética espacial em populações naturais de *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) na região Norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.2, p.325-332, 2010.

GUARESCHI, D.G.; LANZARINI, A.C.; LAZAROTTO, M.; MACIEL, C.G.; BARBIERI, G. Envelhecimento acelerado de sementes e qualidade de plântulas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos e tamanhos de tubetes. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.9, n.1, p.65-71, 2015.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONCALVES, E.P.; VIANA, J.S.; BRUNO, R.L.A.; COLARES, P.N.Q. Resposta fisiologica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. Ao envelhecimento acelerado. **Ciências Agrárias**, v.30, n.2, p.323-330, 2009.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, L.S.B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de *Chorisia glaziovii* (Kuntze) (Malvaceae). **Bioscience Journal**, v.29, n.2, p.378-385, 2013.

LAMARCA, E.V.; BARBEDO, C.J. Acerca da utilização do método científico nas pesquisas com sementes florestais: o envelhecimento acelerado em sementes de ipê-roxo, um modelo descritivo. **Revista Ibirapuera**, n.13, p.47-55, 2017.

LANDIM, L.P.; COSTA, J.G.M. *Dimorphandra gardneriana* Tulasne (Fava d'anta) - uma abordagem etnobotânica e riscos de extinção. **Revista da Biologia**, v.9, n.1, p.6-11, 2012.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agrônômica**, v.45, n.2, p.370-378, 2014.

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

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1.1-1.21.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MONTANO, H.G.; SILVA, G.S.; ROCHA, R.C.; JIMENEZ, N.Z.A.; PEREIRA, R.C.; BRIOSSO, P.S.T. Phytoplasma in “fava d’anta” tree (*Dimorphandra gardneriana*) in Brazil. **Bulletin of Insectology**, v.60, n.2, p.147-148, 2007.

MORAES, C.E.; LOPES, J.C.; FARIAS, C.C.M.; MACIEL, K.S. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabernaemontana fuchsiaefolia* A. DC em função do teste de envelhecimento acelerado. **Ciência Florestal**, v.26, n.1, p.213-223, 2016.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado do desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C; VIEIRA, R.D; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, 1999. p.2-49.

PACHECO, M.V.; SILVA, C.S.; SILVEIRA, T.M.T.; HÖLBIG, L.S.; HARTER, F.S.; VILLELA, F.A. Physiological quality evaluation of the *Radii Schinus terebinthifolius* seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p.762-767, 2011.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.525-531, 2001.

PEREIRA, M.F.S.; TORRES, S.B.; LINHARES, P.C.F. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico em sementes de coentro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.595-606, 2015.

PINHO, D.S.; BORGES, E.E.L.; PONTES, C.A. Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. submetidas ao envelhecimento acelerado e ao osmocondicionamento. **Revista Árvore**, v.34, n.3, p.425-434, 2010.

PRIETO FLAVIO, J.J.; PAULA, R.C. Testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica em sementes de *Dictyoloma vandellianum* A. Juss. **Scientia Forestalis**, v.38, n.87, p.391-399, 2010.

RAMOS, N.P.; FLOR, E.P.O.; MENDONÇA, E.A.F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.98-103, 2004.

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v.52, n.2, p.123-131, 1995.

ROVERI NETO, A.; PAULA, R.C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agrônômica**, v.48, n.2, p.318-327, 2017.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha) - Euphorbiaceae. **Revista do Instituto Florestal**, v.19, n.1, p.1-12, 2007.

SANTOS, S.R.G.; PAULA, R.C. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. **Scientia Forestalis**, v.37, n.81, p.7-16, 2009.

SHIBATA, M.; COELHO, C.M.M.; OLIVEIRA, L.M.; GARCIA, C. Accelerated aging of ipê seeds under controlled conditions of storage. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.2, p.247-254, 2012.

SOUZA, S.A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, C.G. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.155-163, 2009.

SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L.S.A.; MARTINS, E.R.; BENTO, C.S. Coleta, caracterização e divergência fenotípica de frutos de fava-d'anta. **Revista Caatinga**, v.24, n.4, p.1-8, 2011.

TEKRONY, D.M. Precisions an essential component in seed vigor testing. **Seed Science and Technology**, v.31, n.2, p.435-447, 2003.

TUNES, L.M.; TAVARES, L.C.; RUFINO, C.A.; BARROS, A.C.S.A.; MUNIZ, M.F.B.; DUARTE, V.B. Envelhecimento acelerado em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Bioscience Journal**, v.28, n.2, p.173-179, 2012.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.31-47.

URSULINO, M.M. Produção e tecnologia de sementes de *Dimorphandra gardneriana* tulasne. Areia: UFPB/CCA, 2013, 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

ZUCHI, J; CAMELO, G.N.; SILVA, G.P.; GAVAZZA, M.I.A.; SALES, J.F. Testes e métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de baru. **Global Science and Technology**, v.9, n.3, p.31-38, 2016.

**Qualidade fisiológica de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne pelos testes de germinação e emergência**

**Qualidade fisiológica de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne pelos testes de germinação e emergência**

RESUMO - O gênero *Dimorphandra* tem grande relevância, sobretudo nos aspectos medicinais e de biodiversidade. Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de suas sementes oriundas de vinte plantas matrizes. Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Ecologia Vegetal, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizado na cidade de Areia - PB. As determinações e testes realizados foram: teor de água, germinação, emergência em campo e em casa de vegetação. Os testes de emergência em casa de vegetação e em campo são eficientes na separação das sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne em níveis de vigor, sendo consideradas de melhor qualidade fisiológica as sementes das plantas matrizes 19 e 20.

**Palavras-chave:** fava d'anta, espécie florestal, vigor de sementes.

**Physiological quality of seeds of matriarch trees of *Dimorphandra gardneriana* Tulasne by the germination and emergency tests**

**ABSTRACT** - The genus *Dimorphandra* has great relevance, especially in the medicinal and biodiversity aspects. Therefore, the objective of this work was to evaluate the physiological quality of its seeds from twenty matrices. The experiments were carried out at the Laboratory of Seed Analysis and Plant Ecology at the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba, located in the city of Areia - PB. The determinations and tests performed were: water content, germination, emergence in the field and in greenhouse. Greenhouse and field emergence tests are efficient in separating the seeds of different *Dimorphandra gardneriana* Tulasne seedlings at levels of vigor, being considered of better physiological quality the seeds of the plants 19 and 20.

**Keywords:** fava d'anta, forest species, Seed vigor.

## 1. Introdução

O gênero *Dimorphandra* tem grande relevância, sobretudo nos aspectos medicinais, por incluir duas espécies que são importantes economicamente como fontes de flavonoides para indústria farmacológica (*D. mollis* Benth. e *D. gardneriana* Tul.) (SUDRÉ et al., 2011a).

A espécie *Dimorphandra gardneriana* Tul., da família Fabaceae (DÔRES, 2007), conhecida como fava d'anta ou faveiro é uma árvore nativa brasileira, ocorrendo naturalmente nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Bahia, Pará, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais (MONTANO et al., 2007). Os seus frutos possuem alto teor dos bioflavonóides rutina e quercetina, utilizados em larga escala pela indústria farmacêutica (MENDES et al., 2005).

Além disso, as sementes possuem em suas estruturas grandes quantidades de galactomanano, uma substância empregada na indústria alimentícia (CUNHA et al., 2009). Por conta destas características, aumenta a demanda por plantas medicinais nativas que possuem substâncias que não podem ser sintetizadas, como é o caso da *D. gardneriana* (SUDRÉ et al., 2011b).

Com esta demanda surge a necessidade de se produzir mudas de qualidade, as quais podem ser obtidas quando se utiliza sementes vigorosas. Por isso avaliar a qualidade fisiológica das sementes de diferentes plantas matrizes é importante para a produção de mudas de espécies florestais, como forma de selecionar as plantas matrizes que produzem sementes de elevado padrão, com elevada porcentagem de germinação, em condições ambientais bastante variáveis (ARTHUR e TONKIN, 1991).

Dessa forma os testes de vigor surgem com a finalidade de garantir a separação de lotes de sementes em diferentes categorias de qualidade, principalmente aquelas com características morfológicas e fisiológicas semelhantes (ROSSETO e MARCOS-FILHO, 1995). Para a discriminação dos lotes de sementes com maior ou menor vigor são utilizados diversos testes, a exemplo do teste de emergência de plântulas, que permite indicar o desempenho das sementes em condições de campo após a semeadura (GOULART e TILLMANN, 2007).

Como foi observado para se determinar o nível de qualidade das sementes, um dos meios utilizados é o teste de germinação, realizado em condições de temperatura e substratos ideais para cada espécie (PASSOS et al., 2008), entretanto, este teste pode ter pouca eficiência para estimar o desempenho no campo, onde as condições nem sempre são favoráveis.

Outra forma empregada na tecnologia de sementes para se mensurar o vigor por meio do teste de emergência, uma vez que pode-se estimar o desempenho das sementes em campo, onde as condições nem sempre serão favoráveis (BHERING et al., 2003). Ainda segundo esses autores, se for comparado ao teste de germinação que é realizado em condições ideais para o desenvolvimento de uma plântula, os resultados em campo podem ser consideravelmente inferiores e mais realistas para se estimar o vigor de um lote de sementes.

Neste sentido, o uso alternativo de outros testes que forneçam uma estimativa do desempenho das sementes em campo se torna um aspecto importante porque podem ser indicados para diferenciar lotes de sementes que possuem semelhança na porcentagem de germinação (MARCOS FILHO, 1999).

O teste de emergência foi eficiente na avaliação e diferenciação da qualidade fisiológica de sementes de diferentes plantas matrizes de catingueira - *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (LIMA et al., 2014) e sabiá - *Mimosa Caesalpiniaefolia* Benth. (ARAÚJO et al., 2014).

Diante do exposto e da importância da *Dimorphandra gardneriana*, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de suas sementes oriundas de vinte plantas matrizes.

## 2. Material e Métodos

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Análise de Sementes e no Laboratório de Ecologia Vegetal, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizados na cidade de Areia - PB, com sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne.

Na Tabela 13 estão as coordenadas geográficas de cada planta matriz, sendo aquelas descritas pelo número de 1 – 10 demarcadas no Sítio Boa Vista pertencente ao Município de Jardim, enquanto as plantas matrizes numeradas de 11 – 20 foram georeferenciadas no sítio Baixa do Maracujá localizado no Município de Crato, ambos no Estado do Ceará.

Após a colheita os frutos foram abertos manualmente para extração das sementes e eliminação daquelas mal formadas, em seguida as mesmas foram submetidas às seguintes determinações e testes.

**Tabela 13.** Coordenadas geográficas das 20 plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* utilizadas para a colheita de sementes.

Plantas Matrizes	Coordenadas geográficas		
	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
M1	07°32'51,8"	-39°16'50,4"	891
M2	07°32'50,3"	-39°16'51,2"	891
M3	07°32'51,2"	-39°16'51,5"	891
M4	07°32'51,9"	-39°16'51,9"	891
M5	07°32'51,3"	-39°16'51,7"	891
M6	07°32'52,5"	-39°16'51,4"	891
M7	07°32'51,6"	-39°16'50,8"	891
M8	07°32'53,9"	-39°16'52,6"	891
M9	07°32'52,4"	-39°16'52,2"	891
M10	07°32'53,2"	-39°16'52,7"	891
M11	07°12'49,3"	-39°31'34,3"	925
M12	07°12'48,3"	-39°31'30,9"	925
M13	07°12'48,7"	-39°31'30,7"	925
M14	07°12'48,2"	-39°31'30,2"	925
M15	07°12'48,1"	-39°31'30,8"	925
M16	07°12'47,9"	-39°31'30,4"	925
M17	07°12'47,7"	-39°31'31,0"	925
M18	07°12'46,4"	-39°31'31,3"	925
M19	07°12'46,9"	-39°31'31,6"	925
M20	07°12'46,7"	-39°31'32,0"	925

**Teor de água:** determinado para as sementes de cada planta matriz e cada período de envelhecimento acelerado, pelo método padrão da estufa a  $105 \pm 3$  °C, por 24 horas (BRASIL, 2009), com a utilização de quatro subamostras de 10 sementes para cada tratamento, cujos resultados foram expressos em porcentagem.

**Teste de germinação:** foi conduzido em germinador do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado a temperatura constante de 25 °C, com fotoperíodo de oito horas de luz e 16 de escuro, utilizando-se lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W), com 100 sementes de cada planta matriz escarificadas mecanicamente com lixa metálica número 120 no lado oposto ao hilo para superação da dormência tegumentar (URSULINO, 2013). Após esse procedimento as sementes foram divididas em quatro repetições de 25 e distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (germitest), cobertas com uma terceira folha e organizadas em forma de rolo, em que o papel foi umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a



sua massa seco. Para evitar as perdas de água por evaporação os rolos foram colocados em sacos plásticos, sendo as contagens realizadas diariamente, do 13º até o 25º dia da instalação do teste, cujo critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

**Teste de emergência em campo:** a avaliação da emergência foi realizada em canteiros localizados na área experimental do Laboratório de Ecologia Vegetal, utilizando-se 100 sementes de cada planta matriz escarificadas, divididas em quatro repetições de 25. A semeadura foi realizada manualmente, a 2,0 cm de profundidade, em sulcos de 1,0 metro de comprimento e distanciadas 10 cm entre si. As contagens foram realizadas diariamente, do 13º até 25º dia após a semeadura por ter havido estabilização do número de plântulas emersas, sendo consideradas emergidas as plântulas que se encontravam com os cotilédones acima do solo. Determinou-se o percentual de emergência das plântulas e os resultados foram expressos em porcentagem (NAKAGAWA, 1999).

**Teste de emergência em casa de vegetação:** o teste foi conduzido com 100 sementes de cada planta matriz escarificadas, as quais foram divididas em quatro repetições de 25. A semeadura foi em bandejas de plástico com dimensões de 49 x 33 x 7 cm, contendo areia lavada e esterilizada em autoclave, numa profundidade de 2,0 cm. A umidade do substrato foi mantida por irrigações diárias, utilizando-se um regador manual e as contagens foram realizadas diariamente, dos 13 aos 25 dias da instalação do teste por ter havido estabilização do número de plântulas emersas, cujo critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

**Índice de velocidade de germinação e de emergência:** determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas e plântulas emergidas, no mesmo horário, dos 13 aos 25 dias após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

**Comprimento da parte aérea e raiz primária:** no final do teste de germinação as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram divididas entre a parte aérea e raiz, sendo cada parte medidas com auxílio de uma régua graduada em centímetros, onde os resultados foram expressos em  $\text{cm plântula}^{-1}$ .

**Massa seca da parte aérea e raízes:** as raízes e parte aérea das mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel tipo Kraft e levadas à estufa regulada a 65 °C até atingir peso constante (48 horas) (BRASIL, 2009). Em seguida as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em g plântula<sup>-1</sup>.

**Delineamento experimental e análise estatística:** o delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, exceto os dados de emergência em campo que foram em blocos ao acaso, utilizando-se quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2003) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. Resultados e Discussão

O teor de água das sementes das plantas matrizes de *D. gardneriana* não diferiu estatisticamente (Tabela 14), o que é importante na avaliação da qualidade fisiológica das sementes, uma vez que o teor de água das sementes pode interferir diretamente no vigor das mesmas quando associado às condições ambientais inadequadas (POPINIGIS, 1985).

Quanto a porcentagem de germinação observa-se o mais baixo valor para as sementes da planta matriz 10 (Tabela 14), salientando-se que o teste de germinação é um dos mais utilizados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, no entanto, por ser realizado em condições ótimas pode superestimar o desempenho das sementes.

Assim como para as sementes de *D. gardneriana*, as de ipê-amarelo-cascudo - *Tabebuia chrysotricha* Mart. ex. A. DC., que apresentaram varias categorias de vigor, germinaram prontamente quando avaliadas pelo teste de padrão de germinação (SANTOS et al., 2009). Esta germinação elevada em sementes com características fisiológicas distintas torna necessário a realização de outros testes de vigor que detectem as diferenças na qualidade das sementes que não puderam ser diferenciadas no teste de germinação (MARCOS FILHO, 1999).

Em relação à primeira contagem de germinação observou-se diferença entre o vigor das sementes de plantas matrizes de *D. gardneriana*, com destaque para aquelas das plantas matrizes 4, 7, 11, 12, 14, 15, 17, 19 e 20 que os valores foram superiores. Quanto ao índice de velocidade de germinação, os melhores resultados foram verificados para as sementes das plantas matrizes 2, 3, 6, 7, 8, 9, 13, 16 18, 19

e 20 (Tabela 14). Dessa forma destaca-se que as sementes das plantas matrizes 7, 19 e 20 expressaram maior viabilidade e vigor (primeira contagem e índice de velocidade de germinação).

**Tabela 14.** Teor de água, germinação e vigor inicial (primeira contagem, índice de velocidade de germinação) de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Plantas Matrizes	Teor de água	Germinação %	Primeira contagem	IVG
1	5,62 a	91 b	13 b	4,0 b
2	5,52 a	100 a	16 b	4,5 a
3	6,12 a	100 a	15 b	4,7 a
4	6,65 a	90 b	21 a	4,0 b
5	5,12 a	91 b	17 b	4,2 b
6	6,92 a	100 a	16 b	4,7 a
7	6,11 a	100 a	20 a	5,0 a
8	6,32 a	100 a	17 b	5,0 a
9	8,02 a	100 a	12 b	4,7 a
10	7,12 a	78 c	16 b	3,5 b
11	7,23 a	94 b	20 a	4,0 b
12	5,92 a	100 a	22 a	4,0 b
13	5,52 a	100 a	14 b	4,7 a
14	7,02 a	100 a	18 a	4,2 b
15	6,01 a	100 a	19 a	4,2 b
16	7,14 a	100 a	17 b	5,0 a
17	5,70 a	94 b	20 a	4,0 b
18	5,59 a	100 a	14 b	5,0 a
19	6,17 a	100 a	18 a	4,7 a
20	5,82 a	100 a	22 a	4,5 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Devido a maior velocidade de germinação as sementes podem formar uma plântula normal mais rápido, além disso, pode ser eficiente na diferenciação da qualidade fisiológica de sementes de diferentes plantas matrizes, como foi observado em ipê-amarelo-cascudo - *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex A. DC.) Standl (SANTOS et al., 2009); pau- santo - *Kielmeyera coriacea* Mart. & Zucc. (SANTANA et al., 2010); umburana de cheiro - *Amburana cearensis* A.C. Smith (GUEDES et al., 2013); catingueira - *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (LIMA et al., 2014); em duas espécies de jatobá - *Hymenaea courbaril* Linneaus e *Hymenaea martiana* Hayne

(SOUZA et al., 2015); mulungu - *Erythrina speciosa* Andrews (MONTEIRO et al., 2016) e em paineira-rosa - *Ceiba speciosa* St. Hil. (ROVERI NETO e PAULA, 2017).

As sementes de *D. gardneriana* das plantas matrizes 2, 3, 8, 9, 13, 19 e 20 originaram plântulas com maior comprimento da parte aérea, enquanto as raízes mais compridas foram originadas de sementes das matrizes das plantas matrizes 2, 9 e 13 (Tabela 15). Ainda de acordo com os dados dessa Tabela, os maiores valores de fitomassa seca da parte aérea foram observados nas plântulas oriundas das sementes das plantas matrizes 1, 2, 3, 9 e 13 a 20, e no que diz respeito à fitomassa seca das raízes as sementes das plantas matrizes que se destacaram foram as 2, 6 a 9, 13 a 15, 17 a 20.

**Tabela 15.** Vigor inicial (comprimento e massa seca de plântulas) de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Plantas Matrizes	Comprimento (cm plântula <sup>-1</sup> )		Massa seca (g plântula <sup>-1</sup> )	
	Parte aérea	Raiz primária	Parte aérea	Raízes
1	8,75 b	4,00 c	1,010 a	0,202 b
2	12,5 a	8,50 a	0,973 a	0,404 a
3	11,5 a	3,00 e	0,743 a	0,201 b
4	7,00 c	3,25 e	0,176 b	0,194 b
5	7,25 c	3,00 e	0,299 b	0,101 b
6	10,25 b	4,25 c	0,172 b	0,306 a
7	10,50 b	7,50 b	0,150 b	0,352 a
8	11,00 a	7,00 b	0,294 b	0,306 a
9	11,75 a	8,75 a	0,794 a	0,349 a
10	4,75 d	4,75 c	0,102 b	0,102 b
11	6,25 c	3,50 d	0,173 b	0,114 b
12	7,75 c	4,25 c	0,198 b	0,119 b
13	11,50 a	8,50 a	0,801 a	0,316 a
14	9,00 b	5,50 c	0,762 a	0,301 a
15	9,50 b	6,25 c	0,782 a	0,316 a
16	10,50 b	5,25 c	0,777 a	0,107 b
17	9,25 b	5,50 c	0,571 a	0,302 a
18	9,75 b	5,50 c	0,820 a	0,401 a
19	11,50 a	7,00 b	0,914 a	0,373 a
20	11,00 a	6,25 c	0,991 a	0,294 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A massa seca das raízes de plântulas de *Erythrina velutina* Willd foi eficiente para separar lotes de sementes em diferentes níveis de vigor (GUEDES et al., 2009), o que concorda com Henning et al. (2010) quando relataram que sementes de soja de

alto vigor possuíam maiores teores de proteínas solúveis, amido e açúcares solúveis, assim como maior capacidade de mobilização de reservas na germinação, resultando em plântulas com melhor desempenho inicial.

Pelos resultados dos testes de emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas de *D. Gardneriana* constatou-se que os maiores valores foram observados nas sementes oriundas das plantas matrizes de 1 a 13, porém quando comparou-se as porcentagens de emergência com as de germinação verificou-se que houve uma redução, provavelmente pelas condições não controladas para realização do teste (Tabela 16).

**Tabela 16.** Emergência, primeira contagem e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas em casa de vegetação oriundas de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra Gardneriana*.

Matrizes	Emergência		IVE
	Primeira contagem		
	%		
1	80 a	18 a	3,69 a
2	88 a	18 a	4,02 a
3	85 a	16 a	3,89 a
4	85 a	12 a	3,93 a
5	85 a	11 a	3,99 a
6	94 a	17 a	4,32 a
7	89 a	19 a	4,10 a
8	88 a	17 a	4,07 a
9	90 a	24 a	4,12 a
10	93 a	19 a	4,18 a
11	90 a	19 a	4,13 a
12	88 a	15 a	3,94 a
13	86 a	18 a	3,99 a
14	68 b	17 a	3,14 b
15	70 b	20 a	3,14 b
16	70 b	17 a	3,19 b
17	72 b	19 a	3,29 b
18	62 b	21 a	2,90 b
19	70 b	21 a	3,29 b
20	64 b	21 a	2,98 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

As condições ambientais nem sempre reduzem a emergência das plântulas, conforme verificado em pau-santo *Kielmeyera coriacea* Mart. & Zucc, em que a

porcentagem de emergência de plântulas oriundas de sementes de diferentes plantas matrizes foi maior que a de germinação (SANTANA et al., 2010).

Devido às diferenças evidenciadas no potencial fisiológico das sementes de diferentes plantas matrizes pelos testes de emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas constata-se que estes são sensíveis para identificar diferenças no seu desempenho, comprovando-se que as sementes mais vigorosas são aquelas com elevada porcentagem e velocidade de emergência (NAKAGAWA, 1999).

Na primeira contagem (Tabela 16), a porcentagem de plântulas emergidas situou-se entre 11 e 24%, porém estes dados não diferiram estatisticamente pelo teste de Scott-Knott. Esta semelhança estatística na primeira contagem de emergência das plântulas indica que pode ocorrer a formação de mudas vigorosas e homogêneas, uma vez que nos estádios iniciais de desenvolvimento as plantas estão mais susceptíveis às condições adversas do ambiente (BOVI, 1998).

Com relação ao comprimento e massa seca das plântulas no teste de emergência em casa de vegetação nota-se que os valores reduziram quando comparado aos resultados das plântulas do teste padrão de germinação (Tabelas 15 e 17). Avaliando-se os dados de parte aérea constata-se que as plantas matrizes 11 e 13 foram aquelas nas quais suas sementes proporcionaram a produção de plântulas com maior desenvolvimento, enquanto que para o comprimento das raízes, as plântulas que se destacaram foram àquelas oriundas de sementes das plantas matrizes 5, 11, 13 e 15 (Tabela 17). Sendo assim, estas plantas matrizes podem ser consideradas como as mais vigorosas porque produziram sementes e plântulas com melhor qualidade fisiológica, o que concorda com Carvalho e Nakagawa (2012).

Na avaliação da massa seca de parte aérea das plântulas de *D. Gardneriana* constatou-se que estes dados foram eficientes na diferenciação das plantas matrizes em classes de vigor, sendo os maiores resultados observados para as sementes das plantas matrizes 5, 7, 11, 12 e 13 (Tabela 17). Resultados semelhantes foram obtidos para as sementes de quixabeira - *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn (SILVA et al., 2014) e umburana de cheiro - *Amburana cearensis* A.C. Smith (GUEDES et al., 2013), que também foi possível selecionar as plantas matrizes que proporcionaram sementes com maior massa seca de plântulas.

**Tabela 17.** Comprimento e massa seca da parte aérea e raízes das plântulas de *Dimorphandra gardneriana* oriundas de sementes submetidas ao teste de emergência em casa de vegetação.

Matrizes	Comprimento (cm plântula <sup>-1</sup> )		Massa seca (g plântula <sup>-1</sup> )	
	Parte aérea	Raiz primária	Parte aérea	Raízes
1	2,74 d	3,96 b	0,154 e	0,238 a
2	8,01 b	3,26 b	0,548 c	0,160 a
3	3,12 d	3,38 b	0,112 e	0,090 a
4	7,41 b	3,47 b	0,713 b	0,129 a
5	8,07 b	4,00 a	0,932 a	0,132 a
6	6,81 b	3,72 b	0,586 c	0,138 a
7	7,79 b	3,60 b	0,967 a	0,362 a
8	6,18 c	3,24 b	0,568 c	0,096 a
9	6,09 c	3,99 b	0,667 b	0,168 a
10	5,03 c	3,33 b	0,373 d	0,096 a
11	10,55 a	4,50 a	0,948 a	0,158 a
12	7,81 b	3,46 b	0,876 a	0,193 a
13	11,00 a	5,41 a	1,025 a	0,219 a
14	7,82 b	3,59 b	0,739 b	0,092 a
15	7,22 b	5,38 a	0,743 b	0,146 a
16	7,42 b	3,18 b	0,744 b	0,166 a
17	7,12 b	2,78 b	0,799 b	0,142 a
18	8,15 b	2,76 b	0,824 b	0,163 a
19	7,35 b	2,66 b	0,548 c	0,113 a
20	5,91 c	3,16 b	0,366 d	0,093 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Com relação à massa seca das raízes verificou-se que não ocorreu diferença estatística significativa entre os dados, não tendo a possibilidade de diferenciar as plantas matrizes por conta dessa característica.

Estes testes que avaliam o comprimento e a massa seca das plântulas realizado em casa de vegetação podem ser utilizados como um indicativo na determinação do vigor de lotes de sementes (NAKAGAWA, 1999). Além disso, as plantas matrizes florestais vigorosas que produzem sementes que originam plântulas bem desenvolvidas permitirão a formação de mudas em quantidade e qualidade, sendo um aspecto importante para o estabelecimento de bons povoamentos de espécies florestais nativas ou replantadas (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000).

Os resultados do teste de emergência de plântula em campo indicaram a existência de variabilidade no potencial fisiológico das sementes das plantas matrizes de *D. gardneriana*, que segundo Cruz e Carvalho (2003) é característica comum entre

as sementes de espécies arbóreas. Desta forma, a avaliação dos dados da emergência em campo permitiu selecionar as plantas matrizes superiores para a produção de sementes e mudas, com fins comerciais e/ou ambientais.

As sementes das plantas matrizes 1 e 5 foram aquelas com apenas 78 e 87% de plântulas emergidas, respectivamente, enquanto as demais plantas matrizes produziram sementes com elevada qualidade fisiológica, as quais proporcionaram a máxima emergência de suas plântulas (Tabela 18).

**Tabela 18.** Emergência, primeira contagem e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas em campo oriundas de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Matrizes	Emergência	Primeira contagem	IVE
	%		
1	78 c	13 c	3,622 c
2	100a	16 c	4,588 a
3	99 a	12 c	4,566 a
4	99 a	14 c	4,536 a
5	87 b	16 c	4,027 b
6	97 a	16 c	4,545 a
7	98 a	16 c	4,508 a
8	100 a	12 c	4,607 a
9	100 a	20 b	4,580 a
10	100 a	25 a	4,666 a
11	100 a	20 b	4,604 a
12	100 a	21 b	4,656 a
13	100 a	28 a	4,693 a
14	100 a	25 a	4,751 a
15	100 a	26 a	4,662 a
16	100 a	20 b	4,653 a
17	100 a	22 b	4,697 a
18	100 a	20 b	4,625 a
19	100 a	22 b	4,701 a
20	100 a	24 a	4,799 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Essa elevada porcentagem de emergência em campo possibilita a classificação destas plantas matrizes em vigorosas, esse fator também proporcionou a separação de sementes das plantas matrizes de umburana - *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith (GUEDES et al., 2015) em níveis de vigor.



Ao avaliar os dados da primeira contagem de emergência também (Tabela 18) constata-se que as sementes das plantas matrizes 10, 13, 14, 15 e 20 foram responsáveis pelos maiores valores, no entanto, em relação ao índice de velocidade de emergência (IVE) apenas as sementes da planta matriz 1 foi a que sofreu uma maior redução, demonstrando que o número médio de plântulas emergidas por dia foi menor quando comparado com as sementes das outras plantas matrizes. A emergência de plântulas em campo mais rápida indica que as sementes podem ser consideradas de alto vigor porque conseguem mobilizar com maior rapidez suas reservas energéticas, proporcionando maior crescimento inicial (VIEIRA e CARVALHO, 1994).

Com relação ao crescimento da parte aérea das plântulas do teste de emergência em campo (Tabela 19), observa-se maior valor apenas para as plântulas originadas de sementes da planta matriz 19. Pelos resultados de massa seca da parte aérea constatou-se que houve diferentes resultados na resposta das sementes de todas as plantas matrizes após o teste de emergência em campo, com destaque as plantas matrizes 3, 5, 6, 7, 9, 11, 18 e 19 devido as suas sementes serem mais vigorosas por originarem plântulas com maior fitomassa seca.

O comprimento e massa seca das plântulas do teste de emergência em campo também foram eficazes para distinguir, em níveis de vigor, as sementes de *A. cearensis* (GUEDES et al., 2013) e de *S. obtusifolium* (Roem. & Schult.) (SILVA et al., 2014). Dessa forma, o teste de emergência de plântulas em campo foi um método eficiente na avaliação do vigor das sementes das plantas matrizes de *D. Gardneriana*, uma vez que foi capaz de diferenciar a emergência das plântulas em condições ambientais que permitem o estabelecimento das culturas em campo, concordando com Vasconcelos et al. (2012).

**Tabela 19.** Comprimento e massa seca da parte aérea e raízes de plântulas de *Dimorphandra Gardneriana* oriundas de sementes submetidas ao teste de emergência em campo.

Matrizes	Comprimento (cm plântula <sup>-1</sup> )	Massa seca (g plântula <sup>-1</sup> )
1	6,82 b	0,675 b
2	6,21 c	0,900 b
3	6,56 c	1,178 a
4	5,92 c	0,732 b
5	7,01 b	1,115 a
6	6,41 c	1,202 a

7	6,56 c	1,186 a
8	6,40 c	0,772 b
9	6,98 b	1,142 a
10	6,04 c	0,632 b
11	6,57 c	1,178 a
12	6,21 c	0,961 b
13	6,54 c	0,868 b
14	6,42 c	0,575 b
15	6,03 c	0,878 b
16	6,32 c	0,868 b
17	6,75 b	0,961 b
18	7,10 b	1,248 a
19	9,28 a	1,137 a
20	7,52 b	0,954 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

#### 4. Conclusão

Os testes de emergência em casa de vegetação e em campo são eficientes na separação das sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne em níveis de vigor, sendo consideradas de melhor qualidade fisiológica as sementes das plantas matrizes 19 e 20.

#### 5. Referências Bibliográficas

ARAÚJO, F.S. **Seleção de árvores matrizes de *Mimosa Caesalpiniaefolia* Benth. para produção de sementes.** 2014. 52f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

ARTHUR, T.J.; TONKIN, J.H.B. Testando o vigor da semente. **Informativo ABRATES**, v.1, n.3, p.38-41, 1991.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I.; DIAS, L.A.S.; TOKUHIS, D. Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n.2, p.1-6, 2003.

BOVI, M.L.A. **Cultivo da palmeira real australiana visando à produção de palmito.** Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1998. 26p.

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

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

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis venulosa* Mart. & Eichler – Sapotaceae). **Acta Amazônica**, v.33, n.3, p.389-398, 2003.

CUNHA, P.L.R.; VIEIRA, Í.G.P.; ARRIAGA, A.M.C.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA J.P.A. Isolation and characterization of galactomannan from *Dimorphandra gardneriana* Tul. seeds as a potential guar gum substitute. **Food Hydrocolloids**, v.23, n.3, p.880-885, 2009.

DÔRES, R.G.R. **Análise morfológica e fitoquímica da fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.)**. 2007. 375 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

FERREIRA, D.S. **SISVAR** versão 4.3 (Build 45). Lavras: DEX/UFLA. 2003.

GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427p.

GOULART, L.S.; TILLMANN, M.A.A. Vigor de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.179-186, 2007.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; COSTA, E.M.T.; SANTOS-MOURA, S.S.; SILVA, R.S.; CRUZ, F.R.S. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Bioscience Journal**, v.29, n.4, p.859-866, 2013.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; MEDEIROS, M.S.; LIMA, C.R. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.4, p.793-802, 2009.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; SANTOS-MOURA, S.S.; GALINDO, A.E. Seedling length test in the evaluation of the physiological quality of *Amburana cearensis* (Allemão) AC Smith seeds. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.4, p.2373-2381, 2015.

HENNING, F.A.; MERTZ, L.M.; JACOB JUNIOR, E.A.; MACHADO, R.D.; FISS, G.; ZIMMER, P.D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v.69, n.3, p.727-734, 2010.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.2, p.370-378, 2014.

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

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1.1-1.21.

MENDES, A.D.R.; MARTINS, E.R.; FERNANDES, L.A.; MARQUES, C.C.L. Produção de biomassa e flavonóides totais por fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) sob

diferentes níveis de fósforo em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.7, n.1, p.7-11, 2005.

MONTANO, H.G.; SILVA, G.S.; ROCHA, R.C.; JIMENEZ, N.Z.A.; PEREIRA, R.C.; BRIOSO, P.S.T. Phytoplasma in "fava d'anta" tree (*Dimorphandra gardneriana*) in Brazil. **Bulletin of Insectology**, v.60, n.2, p.147-148, 2007.

MONTEIRO, R.A.; FIOREZE, S.L.; NOVAES, M.A.G. Variabilidade genética de matrizes de *Erythrina speciosa* a partir de caracteres morfológicos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.15, n.1, p.48-55, 2016.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.21.

PASSOS, M.A.A.; SILVA, F.J.B.C.; SILVA, E.C.A.; PESSOA, M.M.L.; SANTOS, R.C. Luz, substrato e temperatura na germinação de sementes de cedro-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.2, p.281-284, 2008.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

ROSSETTO, C.A.V.; MARCOS-FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.123-131, 1995.

ROVERI NETO, A.; PAULA, R. C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.2, p.318-327, 2017.

SANTANA, D.G.; ANASTÁCIO, M.R.; LIMA, J.A.; MATTOS, M.B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de pau-santo: uma análise crítica do uso de correlação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.134-140, 2010.

SANTOS, F.S.; PAULA, R.C.; SABONARO, D.Z.; VALADARES, J. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha*(Mart. Ex A. DC.) Standl. **Scientia Forestalis**, v.37, n.82, p.163-173, 2009.

SILVA, K.B.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; RODRIGUES, P.A.F.; SOUZA, N.A.; AGUIAR, V.A. Variabilidade da germinação e caracteres de frutos e sementes entre matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. **Revista Eletrônica de Biologia**, v.7, n.3, p.281-300, 2014.

SOUZA, P.F.; SANTANA, C.S.; FERNANDES, J.S.C.; OLIVEIRA, L.F.R.; MACHADO, E.L.M.; NERY, M.C.; OLIVEIRA, M.L.R. Germinação e crescimento inicial entre matrizes de duas espécies do gênero *Hymenaea*. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.4, p.532-540, 2015.

SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L.S.A.; MARTINS, E.R.; PEREIRA, M.G.; SANTOS, M.H. Genetic divergence among *Dimorphandra* spp. accessions using RAPD markers. **Ciência Rural**, v.41, n.4, p.608-613, 2011a.

SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L.S.A.; MARTINS, E.R.; BENTO, C.S. Coleta, caracterização e divergência fenotípica de frutos de fava-d'anta. **Revista Caatinga**, v.24, n.4, p.1-8, 2011b.

URSULINO, M.M. Produção e tecnologia de sementes de *Dimorphandra gardneriana* tulasne. Areia: UFPB/CCA, 2013, 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

VASCONCELOS, E.S.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D. Estimativas de parâmetros genéticos da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja produzidas em diferentes regiões de Minas Gerais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.65-76, 2012.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Eds.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

**Testes de frio e de germinação a baixa temperatura para avaliação do potencial fisiológico de sementes de plantas matizes de *Dimorphandra gardneriana***  
**Tulasne**

**Testes de frio e de germinação a baixa temperatura para avaliação do potencial fisiológico de sementes de plantas matizes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**

**RESUMO** - As sementes de *D. gardneriana* são ricas em rutina, um flavonóide pertencente à subclasse dos flavonóis, de grande importância terapêutica por melhorar a resistência e permeabilidade dos vasos capilares, atividades antioxidante, antiinflamatória, anticarcinogênica, dentre outras. Assim, o objetivo foi avaliar o vigor das sementes de *D. gardneriana* pelos testes de frio e de germinação a baixa temperatura. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB. As determinações e testes realizados foram o teor de água, germinação, germinação a baixa temperatura e o teste de frio. Os testes de frio e de germinação a baixa temperatura são eficazes na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *D. gardneriana*, sendo as sementes das plantas matrizes 18, 19 e 20 as mais vigorosas.

**Palavras-chave:** fava d'anta, potencial fisiológico, testes de vigor.

**Cold and germination tests at low temperature to evaluate the physiological potential of seeds of matriarch trees of *Dimorphandra gardneriana* Tulasne**

**ABSTRACT** - The seeds of *D. gardneriana* are rich in rutin, a flavonoid belonging to the subclass of flavonols, of great therapeutic importance for improving the resistance and permeability of capillary vessels, antioxidant, antiinflammatory and anticarcinogenic activities, among others. Thus, the objective was to evaluate the vigor of the seeds of *D. gardneriana* by the tests of cold and germination at low temperature. The research was conducted at the Laboratory of Seed Analysis of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba, Areia - PB. The determinations and tests were water content, germination, germination at low temperature and cold test. The tests of cold and germination at low temperature are effective in the evaluation of the physiological quality of the seeds of *D. gardneriana*, being the seeds of the plants 18, 19 and 20 the most vigorous.

**Keywords:** fava d'anta, physiological potential, vigor tests.

## **1. Introdução**

*Dimorphandra gardneriana* Tulasne, da família Fabaceae, é uma planta de porte arbóreo que necessita de grandes quantidades de luz para seu estabelecimento, desenvolvimento e reprodução, cuja distribuição está desde a região Norte da América do Sul à região Sudeste, Nordeste e Central do Brasil (SILVA, 2007). Os frutos quando colhidos são destinados majoritariamente à indústria farmacêutica para extração, principalmente, do flavonóide rutina, representando uma alternativa de renda para agricultores familiares nas regiões de ocorrência desta espécie (GOMES e GOMES, 2000).

As sementes de *D. gardneriana* podem fornecer galactomanana, uma vez que seus endospermas são ricos nesse tipo de polissacarídeo de grande importância na indústria farmacêutica, o qual é importado pelo Brasil (CUNHA et al., 2009). Assim, a coleta dessas vagens e sementes se caracteriza como predatória, dando importância na produção de informações básicas sobre esta espécie de interesse, sendo o primeiro passo para compreender como manejar uma determinada espécie em nível de população (SILVA, 2007).

Dessa forma torna-se fundamental o conhecimento do vigor das sementes entre as plantas matrizes, de forma a possibilitar a diferenciação e escolha das melhores progenitoras para coleta de sementes de qualidade e isso constitui a base para a obtenção de *stands* uniformes, plantas bem desenvolvidas e alta produtividade (TAGLIANI, 2011; OLIVEIRA et al., 2015). Além disso, algumas espécies têm a sua propagação dificultada pela temperatura, seja ela alta ou baixa que pode interferir no potencial fisiológico das sementes.

Dentre os testes de vigor, o de frio é considerado de grande importância na avaliação das sementes (BARROS et al., 1999) porque o seu princípio básico é a exposição das sementes a fatores adversos como a temperatura baixa e a alta umidade do substrato, que podem simular a época de semeadura em condições chuvosas e de baixa temperatura (GUISCHEM et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2015). A eficiência deste teste na indicação do potencial das sementes no campo tem sido elevada, podendo ser empregado efetivamente na avaliação da deterioração fisiológica resultante de condições adversas nas fases de produção (AOSA, 1983). Portanto, é considerado um teste de resistência, ou seja, as sementes com melhor desempenho em condições adversas são consideradas mais vigorosas (GUISCHEM et al., 2010).

No teste de germinação a baixa temperatura, a condição fria é a principal responsável por dificultar a reorganização das membranas celulares durante a



embebição, tornando mais lentos o processo de formação e de desenvolvimento do embrião (BURRIS e NAVRATIL, 1979). Nestas condições as sementes mais vigorosas se sobressaem, tornando este teste um dos obrigatórios na avaliação do controle de qualidade de sementes, permitindo a identificação de lotes com diferentes níveis de vigor (MOLINA et al., 1987; MEDINA e MARCOS-FILHO, 1990; WILSON JUNIOR e TRAWATHA, 1991).

Os testes de vigor que envolvem condições de baixas temperaturas têm sido mais estudados para sementes de grandes culturas, sendo poucos os trabalhos referentes ao uso destes testes em sementes de espécies florestais. Porém estes testes foram considerados eficientes, por diversos autores na busca da avaliação da qualidade fisiológica de sementes de eucalipto - *Eucalyptus dunnii* Maiden, *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage, *Eucalyptus saligna* Smith, *Eucalyptus grandis* [Hill ex Maiden] e pinheiro - *Pinus* spp. (SCHNEIDER, 2014; MORAES et al., 2015) e barueiro - *Dipteryx alata* Vogel (ZUCCHI et al., 2016), dentre outras.

Assim, o objetivo foi avaliar o vigor de sementes de *D. gardneriana* pelos testes de frio e de germinação a baixa temperatura.

## 2. Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB, entre agosto e setembro de 2014, com lotes de sementes de *D. gardneriana* procedentes de vinte plantas matrizes.

As coordenadas geográficas de cada planta matriz encontram-se na Tabela 20, sendo aquelas descritas pelo número de 1 – 10 demarcadas no Sítio Boa Vista pertencente ao Município de Jardim, enquanto as plantas matrizes numeradas de 11 – 20 foram georeferenciadas no sítio Baixa do Maracujá localizado no Município de Crato, ambos no Estado do Ceará.

Os frutos foram beneficiados mediante abertura manual das vagens e extração das sementes, sendo descartadas aquelas mal formadas, em seguida foram realizados as seguintes determinações e testes.

**Tabela 20.** Coordenadas geográficas das 20 plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* utilizadas para a colheita de sementes.

Plantas Matrizes	Coordenadas geográficas
------------------	-------------------------

	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
M1	07°32'51,8"	-39°16'50,4"	891
M2	07°32'50,3"	-39°16'51,2"	891
M3	07°32'51,2"	-39°16'51,5"	891
M4	07°32'51,9"	-39°16'51,9"	891
M5	07°32'51,3"	-39°16'51,7"	891
M6	07°32'52,5"	-39°16'51,4"	891
M7	07°32'51,6"	-39°16'50,8"	891
M8	07°32'53,9"	-39°16'52,6"	891
M9	07°32'52,4"	-39°16'52,2"	891
M10	07°32'53,2"	-39°16'52,7"	891
M11	07°12'49,3"	-39°31'34,3"	925
M12	07°12'48,3"	-39°31'30,9"	925
M13	07°12'48,7"	-39°31'30,7"	925
M14	07°12'48,2"	-39°31'30,2"	925
M15	07°12'48,1"	-39°31'30,8"	925
M16	07°12'47,9"	-39°31'30,4"	925
M17	07°12'47,7"	-39°31'31,0"	925
M18	07°12'46,4"	-39°31'31,3"	925
M19	07°12'46,9"	-39°31'31,6"	925
M20	07°12'46,7"	-39°31'32,0"	925

**Teor de água:** determinado para as sementes de cada planta matriz, pelo método padrão da estufa a  $105 \pm 3$  °C, por 24 horas (BRASIL, 2009), com a utilização de quatro subamostras de 10 sementes para cada tratamento, cujos resultados foram expressos em porcentagem.

**Teste de germinação:** foi conduzido em germinador do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado a temperatura constante de 25 °C, com fotoperíodo de oito horas de luz e 16 de escuro, utilizando-se lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W), com 100 sementes escarificadas mecanicamente com lixa metálica número 120 no lado oposto ao hilo para superação da dormência tegumentar (URSULINO, 2013). Em seguida as sementes foram divididas em quatro repetições de 25 e distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (germitest), cobertas com uma terceira folha e organizadas em forma de rolo, em que o papel foi umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa seco. Para evitar as perdas de água por evaporação os rolos foram colocados em sacos plásticos, sendo as contagens realizadas diariamente, do 13° até o 25° dia da instalação do teste, cujo

critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

**Teste de germinação a baixa temperatura:** foi conduzido seguindo-se o procedimento descrito para o teste de germinação, sendo os rolos de papel mantidos em germinadores tipo B.O.D. regulados a temperatura constante de  $18 \pm 0,5$  °C.

**Teste de frio:** realizou-se com o mesmo procedimento de instalação adotado para o teste de germinação, com a diferença de que papel foi umedecido com a quantidade de água destilada equivalente a 3,0 vezes o seu peso seco e os rolos foram mantidos em germinadores tipo B.O.D. regulados à temperatura constante de 10 °C, durante sete dias. Após esse período os rolos foram transferidos para germinadores regulados a 25 °C constante, por mais dez dias e, ao final desse período, contabilizou-se o número de plântulas normais obtidas, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Após cada teste foram realizadas as seguintes avaliações de vigor para as sementes da cada planta matriz de *D. gardneriana*:

**Índice de velocidade de germinação:** a sua determinação foi mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos 13 aos 25 dias após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

**Comprimento da parte aérea e raiz primária:** no final do teste de germinação as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram divididas entre a parte aérea e raiz primária, sendo cada parte medida com auxílio de uma régua graduada em centímetros, os resultados expressando-se em cm plântula<sup>-1</sup>.

**Massa seca da parte aérea e de raízes:** as raízes e parte aérea das mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel tipo Kraft e levadas à estufa regulada a 65 °C até atingir peso constante (BRASIL, 2009). Decorridas 48 horas as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em g plântula<sup>-1</sup>.

**Delineamento experimental e análise estatística:** o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, em quatro repetições, cujos dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. O programa computacional utilizado foi o Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2011). Os dados referentes ao teor de água das sementes não foram submetidos à análise estatística.

### 3. Resultados e Discussão

O teor de água inicial das sementes de *D. gardneriana* das diferentes plantas matrizes foi similar (Tabela 21), sendo um fato importante para execução dos testes, uma vez que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, 1999).

O conteúdo de água presente nas sementes é de fundamental importância para sua conservação e manejo porque a atividade fisiológica da semente está diretamente relacionada com o teor de água, podendo ter seu processo acelerado ou minimizado em função do teor de água adequado para a semente da espécie, além de ser um importante critério para o estabelecimento de preços ao propiciar a comercialização de sementes com seu real peso de massa seca (LIMA JUNIOR et al., 2011).

As sementes de *D. gardneriana* das vinte plantas matrizes (Tabela 21) foram divididas em três grupos para germinação e dois para a primeira contagem e índice de velocidade de germinação pelo teste de Scott-Knott. Nas sementes das 14 plantas matrizes do primeiro grupo, consideradas superiores, a germinação foi de 100%, sendo que para a primeira contagem de germinação apenas 9 plantas matrizes apresentaram resultados elevados, enquanto as sementes de 11 plantas matrizes ficaram alocadas no primeiro grupo de índice de velocidade de germinação.

Contudo, observano-se o desempenho das sementes em todos os quesitos avaliados na Tabela 21 apenas as sementes das plantas matrizes 7, 19 e 20, se destacaram como as mais vigorosas. Por esses resultados constata-se que, apesar de as sementes terem germinação semelhante, estas diferem em vigor quando avaliado pela primeira contagem e índice de velocidade de germinação.

**Tabela 21.** Teor de água, germinação e vigor inicial (primeira contagem, índice de velocidade de germinação) de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Plantas Matrizes	Teor de água	Germinação %	Primeira contagem	IVG
1	5,62	91 b	13 b	4,0 b
2	5,52	100 a	16 b	4,5 a
3	6,12	100 a	15 b	4,7 a
4	6,65	90 b	21 a	4,0 b
5	5,12	91 b	17 b	4,2 b
6	6,92	100 a	16 b	4,7 a
7	6,11	100 a	20 a	5,0 a
8	6,32	100 a	17 b	5,0 a
9	8,02	100 a	12 b	4,7 a
10	7,12	78 c	16 b	3,5 b
11	7,23	94 b	20 a	4,0 b
12	5,92	100 a	22 a	4,0 b
13	5,52	100 a	14 b	4,7 a
14	7,02	100 a	18 a	4,2 b
15	6,01	100 a	19 a	4,2 b
16	7,14	100 a	17 b	5,0 a
17	5,70	94 b	20 a	4,0 b
18	5,59	100 a	14 b	5,0 a
19	6,17	100 a	18 a	4,7 a
20	5,82	100 a	22 a	4,5 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Resultados diferentes foram obtidos em *P. pyramidalis*, em que pelos valores obtidos no teste de germinação apenas as sementes de seis plantas matrizes expressaram percentual de germinação superior a das demais plantas matrizes estudadas, enquanto pelos testes de primeira contagem e velocidade de germinação as sementes de cinco plantas matrizes se destacaram com mais vigorosas (LIMA et al., 2014).

Os testes de primeira contagem e índice de velocidade de germinação não foram eficientes para separar os lotes de sementes de *L. leucocephala* quanto ao nível de vigor (ARAÚJO et al., 2017), no entanto, para *Ceiba speciosa* St. Hil o índice de velocidade de germinação foi eficiente para separar as sementes de 36 plantas matrizes em níveis de vigor (ROVERI NETO e PAULA, 2017).

Ainda com relação à qualidade das sementes de *D. gardneriana*, avaliada pelo comprimento e massa seca das plântulas observou-se que as sementes das plantas

matrizes 2, 9 e 13 foram as mais vigorosas, uma vez que originaram plântulas que expressaram os maiores comprimentos e conteúdos de massa seca (Tabela 22).

**Tabela 22.** Vigor inicial (comprimento e massa seca de plântulas) de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Matrizes	Comprimento (cm plântula <sup>-1</sup> )		Massa seca (g plântula <sup>-1</sup> )	
	Parte aérea	Raiz primária	Parte aérea	Raízes
1	8,7 b	4,0 c	1,010 a	0,202 b
2	12,5 a	8,5 a	0,973 a	0,404 a
3	11,5 a	3,0 e	0,743 a	0,201 b
4	7,0 c	3,2 e	0,176 b	0,194 b
5	7,2 c	3,0 e	0,299 b	0,101 b
6	10,2 b	4,2 c	0,172 b	0,306 a
7	10,5 b	7,5 b	0,150 b	0,352 a
8	11,0 a	7,0 b	0,294 b	0,306 a
9	11,7 a	8,7 a	0,794 a	0,349 a
10	4,7 d	4,7 c	0,102 b	0,102 b
11	6,2 c	3,5 d	0,173 b	0,114 b
12	7,7 c	4,2 c	0,198 b	0,119 b
13	11,5 a	8,5 a	0,801 a	0,316 a
14	9,0 b	5,5 c	0,762 a	0,301 a
15	9,5 b	6,2 c	0,782 a	0,316 a
16	10,5 b	5,2 c	0,777 a	0,107 b
17	9,2 b	5,5 c	0,571 a	0,302 a
18	9,7 b	5,5 c	0,820 a	0,401 a
19	11,5 a	7,0 b	0,914 a	0,373 a
20	11,0 a	6,2 c	0,991 a	0,294 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

As sementes de 28 plantas matrizes de *P. pyramidalis* foram classificadas em dois grupos pelo comprimento e em quatro pela massa seca de plântulas, sendo que pelos valores obtidos no teste de comprimento de plântulas as sementes de 21 plantas matrizes expressaram vigor superior, enquanto pelo teste de massa seca de plântulas apenas as sementes de uma planta matriz se destacaram como mais vigorosas (LIMA et al., 2014).

Diante dos resultados do teste de frio utilizado para a caracterização do vigor das sementes de *D. gardneriana* constata-se que há diferença no potencial fisiológico das sementes das vinte plantas matrizes (Tabela 23). O principal objetivo dos testes de vigor é justamente detectar essa diferença, uma vez que estes induzem mudanças

significativas que interferem na qualidade fisiológica das sementes que apresentam germinação semelhante (MARCOS FILHO, 2015).

**Tabela 23.** Germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* submetidas ao teste de frio.

Plantas Matrizes	Germinação	Primeira contagem	IVG
	%		
1	3 c	3 b	0,15c
2	11 c	7 b	0,54 c
3	6 c	6 b	0,30 c
4	4 c	4 b	0,20 c
5	18 c	8 b	0,60 c
6	18 c	14 a	0,90 c
7	11 c	5 b	0,54 c
8	12 c	9 b	0,89 c
9	11 c	8 b	0,55 c
10	11 c	11 b	0,55 c
11	28 b	18 a	1,38 b
12	33 b	15 a	1,57 b
13	40 a	17 a	1,58 b
14	23 b	14 a	1,13 b
15	26 b	15 a	1,26 b
16	31 b	17 a	1,53 b
17	40 a	19 a	1,28 b
18	40 a	21 a	1,97 a
19	31 b	17 a	1,57 b
20	41 a	21 a	2,00 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A porcentagem de germinação das sementes de todas as plantas matrizes reduziu quando submetidas ao teste de frio, provavelmente por serem condições mais estressantes, porém as sementes das plantas matrizes de melhor qualidade foram as 13, 17, 18 e 20. Pelos dados da primeira contagem, as sementes das plantas matrizes 6 e de 11 a 20 foram mais vigorosas com relação às demais. Quanto aos resultados do índice de velocidade de germinação (IVG) após o teste de frio foi verificado declínio acentuado quando comparado aos resultados obtidos no teste padrão de germinação, em que destacaram-se apenas as sementes das plantas matrizes 18 e 20 (Tabela 23).

Vale salientar que as sementes das plantas matrizes 18 e 20 são as mais vigorosas porque expressaram os maiores resultados de germinação total, primeira contagem e velocidade de germinação mesmo quando submetidas a condições adversas.

Esses resultados negativos podem ter sido influenciados pelos fatores ambientais impostos às plantas matrizes durante a maturação de suas sementes, além disso, tanto a viabilidade quanto o vigor das sementes podem ser influenciados pelas características genéticas da planta mãe (FRANÇA NETO et al., 1993, LAZAROTTO et al., 2013). Estas plantas matrizes que produziram sementes de maior qualidade fisiológica, geralmente, são também as mais tolerantes às condições de estresse causado pelo frio em campo (TONIN et al., 2000).

Para algumas espécies florestais o frio é um fator limitante a expressão do potencial fisiológico das sementes, reduzindo a sua viabilidade quando submetidas a condições inóspitas, como foi observado para sementes de alguns gêneros de eucalipto, tais como *Eucalyptus dunii* Maiden, *E. benthamii* Maiden et Cambage, *E. grandis* Hill ex Maiden e *E. saligna* Smith (SCHNEIDER, 2014).

Os resultados negativos das sementes de algumas plantas matrizes no teste de frio podem ter sido influenciados pelos fatores ambientais impostos a estas durante a maturação de suas sementes, como também pelas características genéticas, uma vez que segundo França Neto et al. (1993) e Lazarotto et al. (2013), tanto a viabilidade quanto o vigor das sementes podem ser influenciados pelas características genéticas de cada planta mãe. Nesse sentido, Tonin et al. (2000) relataram que as plantas matrizes que produziram sementes com maior qualidade fisiológica, geralmente, são também as mais tolerantes às condições de estresse causado pelo frio a em campo.

Assim como para as sementes de *D. Gardneriana*, o frio também é um fator limitante a expressão do potencial fisiológico das sementes de várias espécies florestais, como foi observado para sementes de alguns gêneros de eucalipto, tais como *Eucalyptus dunii* Maiden, *E. benthamii* Maiden et Cambage, *E. grandis* Hill ex Maiden e *E. saligna* Smith (SCHNEIDER, 2014) e em moringa - *Moringa oleifera* Lam. (MEDEIROS, 2015).

O teste de germinação a baixa temperatura, apesar de ser pouco utilizado na avaliação do vigor de sementes de espécies florestais, foi promissor na distinção da qualidade fisiológica das sementes de *D. Gardneriana*, ao classificar as sementes das vinte plantas matrizes quanto ao vigor. Neste teste, as sementes das plantas matrizes



8, 12, 19 e 20 foram classificadas como de maior vigor devido às maiores porcentagens de germinação, ao mesmo tempo em que os dados da primeira contagem não diferiram significativamente, não sendo capaz de separar as sementes das diferentes plantas matrizes em nível de vigor (Tabela 24).

**Tabela 24.** Germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes submetidas ao teste de germinação a baixa temperatura, oriundas de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Plantas Matrizes	Germinação	Primeira contagem	IVG
	%		
1	20 d	7 a	0,93 e
2	0 e	0 a	0,00 f
3	43 b	4 a	1,93 c
4	30 c	5 a	1,36 d
5	28 c	4 a	1,33 d
6	39 c	5 a	1,78 c
7	30 c	4 a	1,38 d
8	52 a	5 a	2,30 b
9	44 b	4 a	1,96 c
10	45 b	4 a	2,00 c
11	50 b	4 a	2,29 b
12	42 a	4 a	1,92 c
13	0 e	0 a	0,00 f
14	38 c	5 a	1,72 c
15	44 b	5 a	2,05 c
16	37 c	4 a	1,73 c
17	43 b	6 a	2,04 c
18	45 b	5 a	2,88 a
19	59 a	7 a	2,78 a
20	60 a	6 a	2,79 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) as sementes das plantas matrizes 18, 19 e 20 se destacaram com os maiores valores, ao passo que as sementes das plantas matrizes 2 e 13 foram aquelas com os menores desempenhos (Tabela 24). Dessa forma foi possível destacar que as sementes das plantas matrizes 19 e 20 são mais vigorosas, uma vez que expressaram os maiores resultados de germinação total, primeira contagem e velocidade de germinação, não reduzindo a sua viabilidade quando submetidas às condições inóspitas das baixas temperaturas.

As sementes de *D. gardneriana* das plantas matrizes 2 e 13 não germinaram (Tabela 24), fato também constatado em sementes de braúna - *Melanoxylon brauna* Schott (FLORES et al., 2014) e Jacarandá-da-bahia - *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. (MATOS et al., 2015), provavelmente porque as temperaturas baixas podem alterar a semipermeabilidade das membranas e impedir o processo de embebição, não permitindo o crescimento do eixo embrionário.

Para ingazeiro, *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T.D. Pennington as baixas temperaturas não interferiram no desempenho fisiológico de suas sementes, sendo a germinação favorecida em temperaturas acima de 10 °C (LAMARCA et al., 2013).

Quando se observa os dados da Tabela 25 nota-se que as condições de baixas temperaturas reduziram acentuadamente o crescimento das plântulas de *D. gardneriana*, fator que pode ser explicado pelas alterações fisiológicas nas estruturas das sementes induzidas por este estresse, em que modifica os padrões de expressão de algumas enzimas, como é o caso da esterase que atua diretamente no metabolismo das plântulas, reduzindo assim o seu desenvolvimento (MERTZ et al., 2009).

Apesar desta redução, ainda foi possível constatar variação no comprimento das plântulas oriundas de sementes das plantas matrizes da *D. gardneriana* após o teste de frio, o que permitiu separá-las em grupos de vigor. Com relação a isto, para as plântulas oriundas das sementes das plantas matrizes 2, 6, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 verificou-se os maiores comprimentos de parte aérea, sendo as representantes do grupo de maior vigor. Neste mesmo grupo as plântulas originadas de sementes das plantas matrizes 2, 6, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18 e 19 também se destacaram com o maior crescimento das raízes (Tabela 25).

Quanto ao acúmulo de fitomassa seca das plântulas de *D. gardneriana*, nota-se que aquelas oriundas de sementes das plantas matrizes 9 e 20 tinham os menores valores de biomassa seca na parte aérea de suas plântulas. Em relação a massa seca das raízes, os maiores valores foram observados nas plântulas originadas de sementes das plantas matrizes 2, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 (Tabela 25).

**Tabela 25.** Comprimento e massa seca da parte aérea e raízes primária de plântulas *Dimorphandra gardneriana* oriundas de sementes submetidas ao teste de frio.

Matrizes	Comprimento (cm plântula <sup>-1</sup> )		Massa seca (g plântula <sup>-1</sup> )	
	Parte aérea	Raiz primária	Parte aérea	Raízes
1	0,66 b	1,75 b	0,072 a	0,013 b
2	2,90 a	5,12 a	0,074 a	0,026 a
3	2,12 b	2,08 b	0,041 b	0,015 b
4	1,45 b	1,20 b	0,080 a	0,004 b
5	1,70 b	2,95 b	0,079 a	0,032 a
6	3,26 a	4,49 a	0,068 a	0,024 a
7	2,41 b	2,08 b	0,080 a	0,001 b
8	1,17 b	2,70 b	0,068 a	0,018 b
9	2,17 b	3,28 b	0,022 c	0,009 b
10	1,40 b	4,11 a	0,062 a	0,007 b
11	3,32 a	4,97 a	0,064 a	0,026 a
12	3,16 a	3,87 b	0,063 a	0,024 a
13	2,74 a	4,67 a	0,071 a	0,038 a
14	2,41 b	4,01 a	0,047 b	0,032 a
15	3,17 a	4,75 a	0,042 b	0,043 a
16	4,20 a	5,58 a	0,041 b	0,040 a
17	3,05 a	3,76 b	0,063 a	0,038 a
18	3,42 a	4,34 a	0,074 a	0,043 a
19	3,05 a	4,47 a	0,035 b	0,041 a
20	3,40 a	2,24 b	0,010 c	0,042 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Assim como verificado no teste de frio, as plântulas de *D. Gardneriana* também reduziram seu crescimento após o teste de germinação a baixa temperatura. Tais resultados estão de acordo com Souza et al. (2011) quando relataram que o estresse térmico pode causar danos irreversíveis ao crescimento e desenvolvimento das plântulas, principalmente quando as sementes passam por um período de tempo suficientemente longo nestas condições.

As amostras com os maiores pesos de massa seca de plântulas normais são consideradas mais vigorosas porque as sementes vigorosas proporcionam maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de massa seca (NAKAGAWA, 1999).

As sementes das plantas matrizes que se destacaram em relação ao comprimento da parte aérea de suas plântulas foram as 1, 5, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 19 e 20, enquanto para o comprimento das raízes, com exceção das sementes das plantas matrizes 2 e 13, todas as demais não diferiram estatisticamente em seus resultados (Tabela 26).

**Tabela 26.** Comprimento e massa seca da parte aérea e raízes das plântulas de *Dimorphandra gardneriana* oriundas de sementes submetidas ao teste de germinação a baixa temperatura.

Matrizes	Comprimento (cm plântula <sup>-1</sup> )		Massa seca (g plântula <sup>-1</sup> )	
	Parte aérea	Raiz primária	Parte aérea	Raízes
1	1,51 a	1,13 a	0,032 a	0,030 b
2	0,00 c	0,00 b	0,000 b	0,00 c
3	1,05 b	1,26 a	0,031a	0,045 a
4	1,25 b	1,22 a	0,015 a	0,034 b
5	1,32 a	1,52 a	0,015 a	0,062 a
6	1,22 b	1,30 a	0,031 a	0,054 a
7	1,20 b	1,49 a	0,014 a	0,031 b
8	1,27 b	1,50 a	0,027 a	0,045 a
9	1,37 a	1,50 a	0,018 a	0,036 b
10	1,49 a	1,63 a	0,018 a	0,034 b
11	1,30 a	1,57 a	0,035 a	0,056 a
12	1,20 b	1,38 a	0,032 a	0,056 a
13	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 c
14	1,37 a	1,19 a	0,050a	0,063 a
15	1,32 a	1,21 a	0,049 a	0,073 a
16	1,30 a	1,24 a	0,050 a	0,070 a
17	1,17 b	1,28 a	0,043 a	0,068 a
18	1,30 a	1,52 a	0,052 a	0,073 a
19	1,38 a	1,49 a	0,048 a	0,071 a
20	1,31 a	1,39 a	0,053 a	0,065 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Pelos dados constantes na Tabela 26 verifica-se valores reduzidos de massa seca das plântulas, sendo que o acúmulo de fitomassa seca na parte aérea foi semelhante para as plântulas oriundas das sementes de todas as plantas matrizes, exceto para as sementes das plantas matrizes 2 e 13. Para a massa seca das raízes constatou-se que as sementes das plantas matrizes de elevado vigor são as 3, 5, 6, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 por terem originado plântulas com maior conteúdo de massa seca em suas raízes.

As plantas matrizes mais vigorosas fornecem maiores quantidades de reserva as suas sementes, dessa forma possibilitarão o surgimento de plântulas com maiores teores de fitomassa seca (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

As sementes de duas plantas matrizes de *D. gardneriana* não germinaram quando submetidas às condições de baixas temperaturas, além disso, constata-se que

o teste de frio foi menos prejudicial ao potencial fisiológico das sementes do que o teste de germinação a baixas temperaturas.

Assim como ocorreu com as sementes de *D. Gardneriana*, para muitas espécies florestais também há dificuldades de suas sementes germinar em regiões com condições muito frias, sendo recomendada a utilização de teste de frio para determinar antecipadamente em laboratório a qualidade de lotes de sementes de diversas espécies, como é o caso do cedro-australiano - *Toona ciliata* M. Roem. (NAVROSKI et al., 2017) e aroeira - *Schinus terebinthifolius* Raddi (VELASQUES, 2016).

#### 4. Conclusão

Os testes de frio e germinação a baixa temperatura são eficazes na avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne, sendo as sementes das plantas matrizes 18, 19 e 20 as mais vigorosas.

#### 5. Referências Bibliográficas

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lasing, 1983. 88p.

ARAÚJO, F.S.; FÉLIX, F.C.; FERRARI, C.S.; BRUNO, R.L.A.; PACHECO, M.V. Adequação do teste de envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de sementes de leucena. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.1, p.92-97, 2017.

BARROS, S.R.B.; DIAS, M.C.L.L.; CICERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.5.1-5.15.

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

BURRIS, J.S.; NAVRATIL, R.J. Relationship between laboratory cold test methods and field emergency in maize inbreds. **Agronomy Journal**, v.71, n.6, p.985-988, 1979.

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

CUNHA, P.L.R.; VIEIRA, I.G.P.; ARRIAGA, A.M.C.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A. Isolation and characterization of galactomannan from *Dimorphandra gardneriana* Tul.

seeds as a potential guar gum substitute. **Food Hydrocolloids**, v.23, n.8, p.880-885, 2009.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FLORES, A.V.; BORGES, E.E.L.; GUIMARÃES, V.M.; ATAÍDE, G.M.; CASTRO, R.V.O. Germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**, v.38, n.6, p.1147-1154, 2014.

FRANCA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; WEST, S.H.; MIRANDA, L.C. Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and drought stresses during seed filling. **Seed Science and Technology**, v.21, n.1, p.107-116, 1993.

GOMES, L.J.; GOMES, M.A.O. O extrativismo e biodiversidade: a caso da fava d'anta. **Ciência Hoje**, v.27, n.161, p.66-69, 2000.

GUISCHEM, J.M.; FARIAS, A.D.S.; FIGUEIREDO, R.T.D.; CHAVES, A.M.D.S.; FIGUEIREDO, B.T.D.; PEREIRA, C.F.; ARÁUJO, J.R.G.; MARTINS, M.R. Teste de frio e envelhecimento acelerado na avaliação de vigor de sementes de feijão-frade. **Revista de Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.182-191, 2010.

LAMARCA, E.V.; BONJOVANI, M.R.; FARIA, J.M.R.; BARBEDO, C.J. Germinação em temperatura sub-ótima de embriões de *Inga vera* subsp. *affinis* obtidos sob diferentes condições ambientais. **Rodriguésia**, v.64, n.4, p.877-885, 2013.

LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M.F.B.; BELTRAME, R.; SANTOS, A.F.; MEZZOMO, R.; PIVETA, G.; BLUME, E. Qualidade fisiológica e tratamentos de sementes de cedrela fissilis procedentes do sul do Brasil. **Revista Árvore**, v.37, n.2, p.201-210, 2013.

LIMA JUNIOR, M.J.V.; GENTIL, D.F.O.; FIGLIOLIA, M.B.; FERRAZ, I.D.K.; CALVI, G.P.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; SILVA, V.S.; SOUZA, M.M. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. ABRATES, Londrina, 2011. 83p.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.2, p.370-378, 2014.

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

MARCOS-FILHO, J. Germinação. In: **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. Cap.8, p.269-365.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1.1-1.21.

MATOS, A.C.B.; BORGES, E.E.L.; SILVA, L.J. Fisiologia da germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. sob diferentes temperaturas e tempos de exposição. **Revista Árvore**, v.39, n.1, p.115-125, 2015.

MEDEIROS, M.L.S. **Testes para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam.** 2015. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

MEDINA, P.F.; MARCOS-FILHO, J. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, v.47, n.1, p.47-70, 1990.

MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; SOARES, R.C.; BALDIGA, R.F.; PESKE, F.B.; MORAES, D.M. Physiological changes in rice seeds exposed to cold in the germination phase. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.254-262, 2009.

MOLINA, J.C.; IRIGON, D.L.; ZONTA, E.P. Comparação entre metodologias do teste de frio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.9, n.3, p.77-85, 1987.

MORAES, C.B.; CARVALHO, E.V.; ZIMBACK, L.; LUZ, O.S.L.; PIERONI, G.B.; MORI, E.S.; LEAL, T.C.A.B. Variabilidade genética em progênies de meios-irmãos de eucaliptos para tolerância ao frio. **Revista Árvore**, v.39, n.6, p.1047-1054, 2015.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NAVROSKI, M.C.; PEREIRA, M.O.; BORSOI, G.A.; KALIL FILHO, A.N.; NASCIMENTO, B.; ROSA, D.P. Tolerância ao frio e características silviculturais do cedro-australiano no sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.37, n.89, p.47-54, 2017.

OLIVEIRA, G.L.; HILST, P.C.; SILVA, L.J.; SEKITA, M.C.; DIAS, D.C.F.S. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.509-517, 2015.

ROVERI NETO, A.; PAULA, R.C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.2, p.318-327, 2017.

SCHNEIDER, P.F. **Relação da tolerância ao frio de espécies do gênero *Eucalyptus* e *Pinus* com a presença de carboidratos totais em sementes e mudas**. 2014. 119p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.

SILVA, R.S. **Ecologia de população e aspectos etnobotânicos de *Dimorphandra gardneriana* Tullasne (Leguminosae) na Chapada do Araripe**. 2007. 105f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SOUZA, M.A.; PIMENTEL, A.J.B.; RIBEIRO, G. Melhoramento para tolerância ao calor. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BORÉM, A. (Eds.) **Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. cap. 9. p.199-226.

TAGLIANI, M.C. **Propagação de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) por sementes e miniestacas**. 2011. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

TONIN, G.A.; CARVALHO, N.M.; KRONKA, S.N.; FERRAUDO, A.S. Influência do cultivar e do vigor no desempenho germinativo de sementes de milho em condições de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.276-279, 2000.

VELASQUES, N.C. **Seleção de árvores matrizes e indicação de áreas de coleta de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 2016. 69p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

URSULINO, M.M. Produção e tecnologia de sementes de *Dimorphandra gardneriana* tulasne. Areia: UFPB/CCA, 2013, 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

WILSON JUNIOR, D.O.; TRAWATHA, E.S. Physiological maturity and vigor in production of "Florida Staysweet" shrunken-2 sweet corn seed. **Crop Science**, v.31, n.6, p.1640-1647, 1991.

ZUCHI, J.; CAMELO, G.N.; SILVA, G.P.; GAVAZZA, M.I.A.; SALES, J.F. Testes e métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de baru. **Global Science and Technology**, v.9, n.3, p.31-38, 2016.



**Viabilidade de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tul.  
pelo teste de tetrazólio**

**Viabilidade de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* Tul. pelo teste de tetrazólio**

**RESUMO** - A produção de sementes de espécies florestais com alta qualidade vem se tornando um aspecto de grande importância, sendo fundamental a realização de testes que avaliem a qualidade fisiológica das sementes. O objetivo deste trabalho foi padronizar uma metodologia adequada para a realização do teste de tetrazólio e avaliar a sua aplicabilidade na estimativa da viabilidade de sementes de plantas matrizes de *D. gardneriana*. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB. As determinações e testes realizados foram os seguintes: teor de água, germinação, emergência em casa de vegetação e teste de tetrazólio nas concentrações de 0,025; 0,050; 0,075 e 0,1% por 30, 60, 90 e 120 minutos de imersão na solução. O preparo mais adequado das sementes *D. gardneriana* é o pré-condicionamento por 78 horas a 25 °C, seguido de corte na região oposta ao embrião. A coloração ideal das sementes de *D. gardneriana* é obtida utilizando-se a solução de tetrazólio a 0,075% por 120 minutos a 40 °C. O teste de tetrazólio é eficiente para avaliar a viabilidade e o vigor das sementes de *D. gardneriana*, sendo as sementes das plantas matrizes 2, 3, 6, 8 e 13 as mais vigorosas.

**Palavras-chave:** fava d'anta, espécie florestal, germinação, vigor.

**Viability of seeds of matriarch trees of *Dimorphandra gardneriana* Tul. by the tetrazolium test**

**ABSTRACT** - The production of high quality seed of forest species is becoming an aspect of great importance, being essential to perform tests that evaluate the physiological quality of the seeds. The objective of this work was to standardize an adequate methodology for the accomplishment of the tetrazolium test and to evaluate its applicability in the estimation of the viability of seeds of *D. gardneriana* plants. The research was conducted in the Laboratory of Seed Analysis of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba, in Areia - PB. The determinations and tests were as follows: water content, germination, greenhouse emergency and tetrazolium test at concentrations of 0.025; 0.050; 0.075 and 0.1% by 30, 60, 90 and 120 minutes of immersion in the solution. The most suitable preparation of *D. gardneriana* seeds is preconditioning for 78 hours at 25 °C, followed by cutting in the region opposite to the embryo. The ideal staining of *D. gardneriana* seeds is

obtained using the 0.075% tetrazolium solution for 120 minutes at 40 °C. The tetrazolium test is efficient to evaluate the viability and vigor of the seeds of *D. gardneriana*, being the seeds of the plants 2, 3, 6, 8 and 13 the most vigorous.

**Keywords:** fava d'anta, forest species, germination, vigor.

## 1. Introdução

O gênero *Dimorphandra* é considerado de grande importância para a família das Fabaceae, sobretudo pelos aspectos de biodiversidade e medicinais, uma vez que há espécies endêmicas do Brasil, a exemplo da *D. jorgei* Silva e *D. wilsonii* Rizz., sendo a segunda ameaçada de extinção, como também por incluir duas espécies (*D. mollis* Benth. e *D. gardneriana* Tul.) que são importantes economicamente como fontes de flavonóides para a indústria farmacocômica (SUDRÉ et al., 2011).

Este gênero possui um grande número de espécies conhecidas, dentre estas destacam-se a *D. mollis* e *D. gardneriana* por ocorrerem mais na natureza, além disso, possuem elevado valor comercial alavancado pela extração e comercialização da rutina, substância esta que abastece a indústria farmacêutica (CUNHA et al., 2009; GONÇALVES et al., 2010). *Dimorphandra gardneriana* Tul., conhecida como fava d'anta ou faveiro, é uma Fabaceae nativa do Brasil, ocorrendo naturalmente nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Bahia, Pará, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais (MONTANO et al., 2007).

A produção de sementes de espécies florestais com alta qualidade vem se tornando um aspecto de grande importância, devido ao fato de garantir a produção das mudas que posteriormente serão utilizadas em programas de reposição florestal, recuperação de áreas degradadas, arborização urbana e a preservação de espécies florestais nativas em extinção (VIEIRA et al., 2001). Desta forma é fundamental a realização de testes que avaliam a qualidade fisiológica das sementes, que permitem a separação destas em níveis de vigor.

Dentre os testes de vigor, o de tetrazólio vem sendo empregado rotineiramente na avaliação de sementes de espécies florestais, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), cujo principal objetivo é a distinção das sementes viáveis das não viáveis. O princípio básico do teste de tetrazólio é a atividade das enzimas desidrogenases envolvidas no processo respiratório das sementes (AOSA, 1983). Desta forma, os tecidos vivos e mortos das sementes são identificados pela presença ou ausência da coloração vermelha, respectivamente, que

mudam de cor pela ação do sal 2,3,5-tryphenil cloreto de tetrazólio (FRANÇA-NETO, 1999).

O teste de tetrazólio provou ser um dos métodos mais eficientes e completos para avaliar a qualidade fisiológica das sementes (KAISER et al., 2014). Além de estimar a viabilidade das sementes, este teste fornece uma rápida avaliação, diagnosticando as principais causas de redução do potencial fisiológico e ainda requer equipamento simples e de baixo custo (FRANÇA-NETO et al., 1998).

As informações obtidas por este teste podem auxiliar na tomada de decisões mais seguras sobre o descarte de lotes de sementes com qualidade inadequada para produção de mudas (AZEREDO et al., 2011), estimar a viabilidade de sementes que requerem longo tempo para germinar (PINTO et al., 2008) ou determinar a viabilidade de sementes que são provenientes de vinte plantas matrizes.

Para espécies florestais o teste de tetrazólio tem sido usado rotineiramente na investigação da viabilidade de sementes de umburana - *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith (GUEDES et al., 2010), fava angico - *Anadenanthera peregrina* L. Speg. (PINHO et al., 2010), angico-de-bezerro - *Piptadenia moniliformis* Benth. (AZERÊDO et al., 2011), paineira - *Ceiba speciosa* (A. St. - Hil.) Ravenna (LAZAROTTO et al., 2011), jatobá-mirim - *Guibourtia hymenaefolia* (Morici.) J. Léonard (OLIVEIRA e PEREIRA, 2014), ipê-branco - *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (ABBADE e TAKAKI, 2014), uvaia - *Eugenia involucrata* DC. e *Eugenia pyriformis* Cambess (CRIPA et al., 2014), pereiro-vermelho - *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto (OLIVEIRA et al., 2016), andiroba - *Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa surinamensis* Miq. (AMOÊDO e FERRAZ, 2017), pau-de-porco - *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (SOUSA et al., 2017), sacambu - *Platymiscium floribundum* Vog., rabo-de-bugio - *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. e monjoleira - *Acacia polyphylla* DC. (MASULLO et al., 2017).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi padronizar uma metodologia adequada para a realização do teste de tetrazólio e avaliar a sua aplicabilidade na estimativa da viabilidade de sementes de plantas matrizes de *D. gardneriana*.

## 2. Material e Métodos

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Laboratório de Ecologia Vegetal, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade

Federal da Paraíba, localizado na cidade de Areia - PB, com sementes de *D. gardneriana* obtidas de vinte plantas matrizes.

Na Tabela 27 estão as coordenadas geográficas de cada planta matriz, sendo aquelas descritas pelo número de 1 – 10 demarcadas no Sítio Boa Vista pertencente ao Município de Jardim, enquanto as plantas matrizes numeradas de 11 – 20 foram georeferenciadas no sítio Baixa do Maracujá localizado no Município de Crato, ambos no Estado do Ceará.

**Tabela 27.** Coordenadas geográficas das 20 plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* utilizadas para a colheita de sementes.

Plantas Matrizes	Coordenadas geográficas		
	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
M1	07°32'51,8"	-39°16'50,4"	891
M2	07°32'50,3"	-39°16'51,2"	891
M3	07°32'51,2"	-39°16'51,5"	891
M4	07°32'51,9"	-39°16'51,9"	891
M5	07°32'51,3"	-39°16'51,7"	891
M6	07°32'52,5"	-39°16'51,4"	891
M7	07°32'51,6"	-39°16'50,8"	891
M8	07°32'53,9"	-39°16'52,6"	891
M9	07°32'52,4"	-39°16'52,2"	891
M10	07°32'53,2"	-39°16'52,7"	891
M11	07°12'49,3"	-39°31'34,3"	925
M12	07°12'48,3"	-39°31'30,9"	925
M13	07°12'48,7"	-39°31'30,7"	925
M14	07°12'48,2"	-39°31'30,2"	925
M15	07°12'48,1"	-39°31'30,8"	925
M16	07°12'47,9"	-39°31'30,4"	925
M17	07°12'47,7"	-39°31'31,0"	925
M18	07°12'46,4"	-39°31'31,3"	925
M19	07°12'46,9"	-39°31'31,6"	925
M20	07°12'46,7"	-39°31'32,0"	925

Após a colheita os frutos foram abertos manualmente para extração das sementes e eliminação daquelas mal formadas, em seguida as mesmas foram submetidas a seguintes determinações e testes.

**Teste de germinação:** o teste foi conduzido em germinador do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado a temperatura constante de 25 °C, com fotoperíodo de oito horas de luz e 16 de escuro, utilizando-se lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x

20 W), com 100 sementes escarificadas mecanicamente com lixa metálica número 120 no lado oposto ao hilo para superação da dormência tegumentar (URSULINO, 2013).

Logo após a escarificação, as sementes foram divididas em quatro repetições de 25 e distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (germitest), cobertas com uma terceira folha e organizadas em forma de rolo, em que o papel foi umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa seco. Para evitar as perdas de água por evaporação os rolos foram colocados em sacos plásticos, sendo as contagens realizadas diariamente, do 13° até o 25° dia da instalação do teste, cujo critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

**Teste de emergência em casa de vegetação:** o teste foi conduzido com 100 sementes escarificadas de cada planta matriz, as quais foram divididas em quatro repetições de 25. A semeadura foi em bandejas de plástico com dimensões de 49 x 33 x 7 cm, contendo areia lavada e esterilizada em autoclave, numa profundidade de 2,0 cm. A umidade do substrato foi mantida por de irrigações diárias por meio de um regador manual e as contagens foram realizadas diariamente, dos 13 aos 25 dias da instalação do teste por ter havido estabilização do número de plântulas emersas, cujo critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

**Teste de tetrazólio:** antes do período de reação na solução de tetrazólio, as sementes foram submetidas à escarificação manual (com lixa nº 80 na região oposta ao embrião), as quais foram expostas a 72 horas à embebição em água destilada a 25 °C, para posterior retirada manual do tegumento, exceto as do tratamento controle. Todas as sementes foram então submersas em solução de tetrazólio a 0,025; 0,050; 0,075 e 0,1% por 30, 60, 90 e 120 minutos. Durante o período de coloração, as amostras foram mantidas em germinadores do tipo BOD regulados a 40 °C constante no escuro.

Para cada combinação de concentração da solução de tetrazólio e período de coloração foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes. Após os períodos de coloração, as sementes foram avaliadas individualmente, seccionando-as longitudinalmente através do centro do eixo embrionário com auxílio de bisturi. A diferenciação das cores dos tecidos foi realizada de acordo com os critérios

estabelecidos para o teste de tetrazólio em vermelho brilhante ou rosa (tecido vivo e vigoroso), vermelho carmim forte (tecido em deterioração) e branco leitoso ou amarelado (tecido morto) (DELOUCHE et al, 1976; BHÉRING et al., 1996; FRANÇA NETO, 1999).

Após a detecção do melhor tempo e concentração da solução de tetrazólio avaliou-se a viabilidade de 30 sementes de cada planta matriz de *D. gardneriana* Tulasne. Para a caracterização dos níveis de viabilidade foi elaborada uma representação de sementes viáveis e não viáveis, observando a presença e a localização de danos além das condições físicas das estruturas embrionárias.

**Delineamento experimental e análise estatística:** o delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, em que os resultados obtidos nos testes de germinação e tetrazólio, para cada planta matriz foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2003) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. Resultados e Discussão

As sementes de *D. gardneriana* do tratamento controle não apresentaram coloração satisfatória para avaliação pelo teste de tetrazólio, independentemente das concentrações da solução e do tempo de exposição. Esta ausência de coloração pode ser atribuída a dois aspectos, sendo o primeiro a presença do tegumento rígido e o segundo a formação de uma substância gelatinosa protegendo o embrião que impede ou dificulta a penetração uniforme da solução do tetrazólio, tornando-se necessária a retirada do tegumento para realização deste tipo de teste.

Quando as sementes de *D. gardneriana* foram escarificadas e submetidas ao sal de tetrazólio por 30 minutos (Tabela 28) em todas as concentrações a coloração foi desuniforme, sendo constatado apenas 38% das sementes com coloração adequada na concentração de 0,1%. Neste mesmo período em muitas sementes não havia coloração na região central do tecido de reserva (cotilédones) e no eixo embrionário.

Das sementes que passaram 60 minutos na solução de tetrazólio, na concentração de 0,025% a maioria estava com coloração fraca mas na concentração de 0,1% foi observada a maior porcentagem de sementes que coloriram na proporção adequada (Tabela 28). Essa coloração uniforme é de extrema importância porque

permite a observação da parte interna da semente, que é a principal estrutura a ser analisada na determinação da viabilidade e do vigor das sementes (FOGAÇA et al., 2006).

**Tabela 28.** Porcentagem de sementes de *Dimorphandra gardneriana* que não coloriram (NC), coloração fraca (CF), coloração normal (CN) e coloração forte (CFo) pelo teste de tetrazólio em função das concentrações da solução (%) e do tempo (min) de exposição a soluções de tetrazólio.

Critério de avaliação	Tempo (minutos)	Concentrações de Tetrazólio (%)			
		0,025	0,050	0,075	0,1
NC	30	32 aB	32 aB	14 bB	0 cC
CF		68 aA	68 aA	86 bA	62 aA
CN		0 bC	0 bC	0 bB	38 aA
CFo		0 aC	0 aC	0 aB	0 aC
NC	60	12 aB	0 bB	8 aB	0 bB
CF		88 aA	54 bA	38 bA	8 cB
CN		0 cB	46 bA	54 bA	80 aA
CFo		0 bB	0 bB	0 bB	12 bB
NC	90	50 aA	2 bB	0 bB	0 bB
CF		40 aA	66 aA	56 aA	12 aB
CN		10 cB	32 bA	44 bA	76 aA
CFo		0 aB	0 aB	6 aB	12 aB
NC	120	8 aB	0 bB	0 bB	0 bB
CF		12 aB	10 aB	4 aB	2 aB
CN		78 aA	90 aA	94 aA	80 aA
CFo		2 bB	0 bB	2 bB	18 aB

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quando o tempo de exposição foi por 90 minutos, a concentração de 0,025% não houve coloração das sementes, no entanto, na combinação com as concentrações de 0,050 e 0,075% a maioria das sementes coloriram fracamente, enquanto na concentração de 0,1% observou-se o maior número de sementes com coloração ideal para avaliação do vigor (Tabela 28). Ainda de acordo com os dados dessa Tabela, o tempo de 120 minutos de exposição a solução foi o que permitiu melhor ação do tetrazólio nas sementes de *D. gardneriana* em todas as



concentrações, observando-se na maioria das sementes uma coloração adequada e uniforme, o que de acordo com Bhering et al. (2005) é um fator fundamental que possibilita segurança e eficiência no uso deste teste. Porém, é fundamental salientar que na concentração de 0,1% ocorreu uma coloração excessiva em 20% das sementes, não sendo recomendada a utilização desta combinação na realização do teste de tetrazólio

Para a coloração das sementes de *D. gardneriana* indica-se a combinação da concentração de 0,075% no tempo de exposição por 120 minutos na temperatura de 40 °C. Esta concentração também foi indicada para a coloração de sementes de catingueira - *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (OLIVEIRA et al., 2010), timbaúba - *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (NOGUEIRA et al., 2014), mulungu - *Erythrina velutina* Willd. (CUNHA e GOMES, 2015), araucária - *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (SILVA et al., 2016) e *P. pyramidalis* (SOUSA et al., 2017).

A combinação indicada para avaliar a viabilidade das sementes de *T. roseoalba* pelo teste de tetrazólio foi a concentração de 0,05% a 36 °C durante 24 horas (ABBADE e TAKAKI, 2014). Dessa forma observa-se que a preparação das sementes, a concentração da solução de tetrazólio e o tempo de coloração são específicos para cada espécie, sendo assim, torna-se necessária a realização de testes prévios, para se indicar qual a melhor metodologia que deve ser empregada no teste de tetrazólio (FOGAÇA et al., 2006).

Na Tabela 29 e Figura 2 está representada a classificação dos níveis de viabilidade estabelecidos no teste de tetrazólio para sementes de *D. gardneriana*, para caracterização destes níveis, dentro de cada classe, observou-se a presença e a localização dos danos nas estruturas embrionárias (FRANÇA-NETO et al., 1998). Dessa forma levou-se em consideração as características propostas por Delouche (2002) e Fogaça et al. (2006) como critério para a classificação das sementes: 1. tecidos com coloração vermelha claro uniforme ou rósea são típicos de tecido sadio; 2. tecidos com coloração branca ou amarelada são tecidos mortos; 3. tecidos com coloração vermelha intensa são tecidos em que ficam claramente evidentes os padrões e a natureza progressiva da deterioração.

**Tabela 29.** Descrição das colorações e características do embrião das sementes para cada categoria e classe empregadas na avaliação da viabilidade de sementes de *Dimorphandra gardneriana*.

Categorias	Classes	Caracterização
Viáveis e vigorosas	Classe I	Sementes com coloração rósea claro uniforme e todos os tecidos com aspecto normal e firme
	Classe II	Sementes com menos de 50% dos cotilédones com coloração vermelha intensa, típico de tecido em deterioração
Viáveis e não vigorosas	Classe III	Extremidade da radícula com coloração branca leitosa sem atingir o cilindro central, além de região cotiledonar com coloração rósea claro
	Classe IV	Semente com menos de 50% da região cotiledonar com coloração branca amarelada, caracterizando tecido morto
Não viáveis	Classe V	Eixo embrionário com mais de 50% da região cotiledonar com coloração vermelha intensa típica de tecidos em deterioração
	Classe VI	Semente totalmente com coloração vermelha intensa, indicando processo acentuado de deterioração
	Classe VII	Semente com o eixo embrionário e o cilindro central com coloração vermelho intenso. Região cotiledonar com mais de 50% com coloração branca leitosa e manchas vermelhas intensas dispersas
	Classe VIII	Semente com lesões severas no eixo embrionário.

Estas classes foram utilizadas por diversos autores, cada um com uma peculiaridade relacionada à espécie em estudo para melhor caracterização e

identificar os danos, por exemplo, as sementes de *P. pyramidalis* foram classificadas em três categorias, sendo a primeira de sementes viáveis e vigorosas, a segunda de sementes viáveis e a terceira de sementes mortas (SOUSA et al., 2017).



**Figura 2.** Representação das classes de sementes de *Dimorphandra gardneriana* estabelecidas no teste de tetrazólio.

A diferença entre o teor de água das sementes das plantas matrizes foi de 2,9% e não diferiu estatisticamente (Tabela 30). De acordo com Marcos Filho (2005), variação no teor de água das sementes de diferentes lotes pode interferir nos resultados dos testes de vigor, uma vez que as sementes com maior umidade são mais sensíveis e sujeitas a deteriorações.

A avaliação da qualidade inicial das sementes das plantas matrizes foi realizada para identificar aquelas com maior e menor potencial fisiológico, uma vez que para tornar o teste de tetrazólio realmente confiável é necessário compará-lo a testes de qualidade fisiológica que evidenciem a presença de sementes com diferentes níveis de vigor (SILVA e CARVALHO, 2008; DEMINICIS et al., 2009).

Com relação à viabilidade, apenas a porcentagem de germinação das sementes da planta matriz 10 foi inferior, enquanto das plantas matrizes 1, 4, 5, 11 e 17 forma consideradas como sementes de qualidade intermediária e as sementes das

demais plantas matrizes se sobressaíram mostrando elevada porcentagem de germinação (Tabela 30). Assim como, para a *D. gardneriana* o teste de germinação permitiu a distinção da viabilidade em diferentes lotes das sementes de pau ferro - *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea* (CARVALHO et al., 2017), *Platymiscium floribundum* Vog.; *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl.; *Acacia polyphylla* DC. (MASULLO et al., 2017) e *Senna multijuga* (Rich.) (MARCHI e GOMES JÚNIOR, 2017).

**Tabela 30.** Teor de água, germinação e vigor (emergência e teste de tetrazólio) de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana*.

Matrizes	Teor de água	Germinação	Emergência	Tetrazólio
	%			
1	5,6 a	91 b	80 a	93 a
2	5,5 a	100 a	88 a	86 a
3	6,1 a	100 a	85 a	96 a
4	6,6 a	90 b	85 a	76 b
5	5,1 a	91 b	85 a	80 b
6	6,9 a	100 a	94 a	90 a
7	6,1 a	100 a	89 a	80 b
8	6,3 a	100 a	88 a	90 a
9	8,0 a	100 a	90 a	96 a
10	7,1 a	78 c	93 a	76 b
11	7,2 a	94 b	90 a	93 a
12	5,9 a	100 a	88 a	100 a
13	5,5 a	100 a	86 a	93 a
14	7,0 a	100 a	68 b	86 a
15	6,0 a	100 a	70 b	93 a
16	7,1 a	100 a	70 b	86 a
17	5,7 a	94 b	72 b	93 a
18	5,6 a	100 a	62 b	73 b
19	6,2 a	100 a	70 b	93 a
20	5,8 a	100 a	64 b	80 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Outro teste, frequentemente empregado e que auxilia na separação dos lotes de sementes em relação ao vigor é o de emergência de plântulas, pelo qual as sementes de *D. gardneriana* das plantas matrizes 1 a 13 foram classificadas como as mais vigorosas, sendo consideradas de vigor inferior as sementes das demais plantas matrizes para este parâmetro de avaliação (Tabela 30).

Com relação à viabilidade pelo teste de tetrazólio, as sementes das plantas matrizes foram separadas em dois grupos, sendo o primeiro composto pelas sementes das plantas matrizes mais vigorosas (1, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 19) e o segundo formado pelas plantas matrizes com sementes de baixo vigor (4, 5, 7, 18 e 20) (Tabela 30). Esse teste vem sendo aplicado em sementes de muitas espécies florestais para auxiliar de forma rápida e segura na diferenciação de lotes de sementes como foi observado para as sementes de *D. gardneriana*.

Ao analisar os dados da Tabela 30 observam-se algumas semelhanças entre os três testes de vigor realizados, em que as sementes das plantas matrizes 2, 3, 6, 8, 9, 12 e 13 se destacaram como de melhor qualidade fisiológica. Além disso, comparando-se os resultados obtidos no testes de tetrazólio com os de germinação constatou-se semelhança entre as sementes de melhor qualidade fisiológica das plantas matrizes 2, 3, 6, 8, 9, 12 a 16 e 19, enquanto em relação aos testes de emergência e de tetrazólio se destacaram as sementes das plantas matrizes 1, 2, 3, 6, 8, 9 e 11 a 13.

Sendo assim, esses resultados confirmam a possibilidade de utilização do teste de tetrazólio para avaliar a viabilidade de sementes de *D. gardneriana*, conforme verificado para sementes de diversas espécies, como *E. velutina* (BENTO et al., 2010), *T. roseoalba* (ABBADÉ e TAKAKI, 2014), *S. gardneriana* (OLIVEIRA et al., 2016) e *P. pyramidalis* (SOUSA et al., 2017).

#### 4. Conclusões

O preparo mais adequado das sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tul. é o pré-condicionamento por 78 horas a 25 °C, seguido de corte na região oposta ao embrião;

A coloração ideal das sementes de *D. gardneriana* é obtida utilizando-se a solução de tetrazólio a 0,075% por 120 minutos a 40 °C;

O teste de tetrazólio é eficiente para avaliar a viabilidade e o vigor das sementes de *D. gardneriana*;

As sementes de *D. gardneriana* das plantas matrizes 2, 3, 6, 8 e 13 se destacaram como as mais vigorosas.

## 5. Referências Bibliográficas

ABBADE, L.C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.). Sandwith - Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Árvore**, v.38, n.2, p.233-240, 2014.

AMOÊDO, S.C.; FERRAZ, I.D.K. Seed quality evaluation by tetrazolium staining during a desiccation study of the recalcitrant seeds of *Carapa guianensis* Aubl. and *Carapa surinamensis* Miq. - Meliaceae. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.12, 1005-1013, 2017.

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lasing, 1983. 88p.

AZEREDO, G.A.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V. Viabilidade de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.1, p.61-68, 2011.

BENTO, S.R.S.O.; SANTOS, A.E.O.; MELO, D.R. M.; TORRES, S.B. Eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4, p.111-117, 2010.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.176-182, 2005.

BHÉRING, M.C.; SILVA, R.F.; ALVARENGA, E.M.; DIAS, D.N.F.S.; PENA, M.F. **Avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) pelo teste de tetrazólio**. Boletim Técnico UFV. Viçosa, 1996. 27p.

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

CARVALHO, S.M.C.; TORRES, S.B.; BENEDITO, C.P.; NOGUEIRA, N.W.; SOUZA, A.A.T.; SOUZA NETA, M.L. Viability of *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz var. *ferrea*) seeds by tetrazolium. **Journal of Seed Science**, v.39, n.1, p.7-12, 2017.

CRIPA, F.B.; FREITAS, L.C.N.; GRINGS, A.C.; BORTOLINI, M.F. Tetrazolium test for viability estimation of *Eugenia involucrata* DC. and *Eugenia pyriformis* Cambess. seeds. **Journal of Seed Science**, v.36, n.3, p.305-311, 2014.

CUNHA, P.L.R.; VIEIRA, I.G.P.; ARRIAGA, A.M.C.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A. Isolation and characterization of galactomannan from *Dimorphandra gardneriana* Tul. seeds as potential guar gum substitute. **Food Hydrocolloids**, v.23, n.3, p.880-885, 2009.

CUNHA, M.C.L.; GOMES, I.H.R.A. Viabilidade de sementes de *Erythrina velutina* Willd. pelo teste de tetrazólio. **Nativa**, v.3, n.3, p.196-200, 2015.

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, v.6, n.6, p.45-48, 2002.

DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.

DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Clitorea ternatea* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.54-62, 2009.

FERREIRA, D.S. **SISVAR** versão 4.3 (Build 45). Lavras: DEX/UFLA. 2003.

FOGAÇA, C.A.; MALAVASI, M.M.; ZUCARELI, C.; MALAVASI, U.C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpinaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.101-107, 2006.

FRANÇA NETO, J.B. Teste de tetrazólio para determinação do vigor de sementes. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.8, p.1-7.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72p.

GONÇALVES, A.C.; REIS, C.A.F.; VIEIRA, F.A.; CARVALHO, D. Estrutura genética espacial em populações naturais de *Dimorphandra mollis* (Fabaceae) na região Norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.2, p.325-332, 2010.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; SILVA, K.B.; GOMES, M.S.S. Metodologia para teste de tetrazólio em sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.1, p.120-126, 2010.

KAISER, D.K.; FREITAS, L.C.N.; BIRON, R.P.; SIMONATO, S.C.; BORTOLINI, M.F. Adjustment of the methodology of the tetrazolium test for estimating viability of *Eugenia uniflora* L. seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v.36, n.3, p.344-351, 2014.

LAZAROTTO, M.; PIVETA, G.; MUNIZ, M.F.B.; REINIGER, L.R.S. Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Ceiba speciosa*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1243-1250, 2011.

MARCHI, J.L.; GOMES JÚNIOR, F.G. Use of image analysis techniques to determine the embryo size of *Senna multijuga* (Rich.) seeds and its relation to germination and vigor. **Journal of Seed Science**, v.39, n.1, p.13-19, 2017.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MASULLO, L.S.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; AMÉRICO, C. Optimization of tetrazolium tests to assess the quality of *Platymiscium floribundum*, *Lonchocarpus muehlbergianus* and *Acacia polyphylla* DC. seeds. **Journal of Seed Science**, v.39, n.2, p.189-197, 2017.

MONTANO, H.G.; SILVA, G.S.; ROCHA, R.C.; JIMENEZ, N.Z.A.; PEREIRA, R.C.; BRIOSO, P.S.T. Phytoplasma in "fava d'anta" tree (*Dimorphandra gardneriana*) in Brazil. **Bulletin of Insectology**, v.60, n.2, p.147-148, 2007.

NOGUEIRA, N.W.; TORRES, S.B.; FREITAS, R.M.O. Teste de tetrazólio em sementes de timbaúba. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.6, p.2967-2976, 2014.

OLIVEIRA, A.K.; PEREIRA, K.C.L. Efeito de diferentes temperaturas na germinação e crescimento radicular de sementes de jatobá-mirim (*Guibourtia hymenaefolia* (Mor.) J. Léonard). **Ciência Florestal**, v.24, n.1, p.111-116, 2014.

OLIVEIRA, F.A.; TORRES, S.B.; NOGUEIRA, N.W.; FREITAS, R.M.O. Viability of *Simira gardneriana* M.R. Barbosa & Peixoto seeds by the tetrazolium test. **Journal of Seed Science**, v.38, n.1, p.7-13, 2016.

OLIVEIRA, L.M. **Tecnologia de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul.** 65p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010, 65p.

PINTO, T.L.F.; BRANCALION, P.H.S.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CICERO, S.M. Avaliação da viabilidade de sementes de coração-de-negro (*Poecilanthe parviflora* Benth. - Fabaceae-Faboideae) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.208-214, 2008.

PINHO, D.S.; BORGES, E.E.L.; CARVALHO, A.P.V.; CORTE, V.B. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de angico. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.31, p.269-272, 2011.

SILVA, B.M.S.; CARVALHO, N.M. Efeitos do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo da semente de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - Fabaceae) de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.55-65, 2008.

SILVA, B.A.; NOGUEIRA, J.L.; VIEIRA, E.S.N.; PANOBIANCO, M. Critérios para condução do teste de tetrazólio em sementes de araucária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.1, p.61-68, 2016.

SOUSA, D.M.M.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; TORRES, S.B.; ANDRADE, A.P. Viabilidade e vigor de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz pelo teste de tetrazólio **Revista Ciência Agrônômica**, v.48, n.2, p.381-388, 2017.

SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L.S.A.; MARTINS, E.R.; PEREIRA, M.G.; SANTOS, M.H. Genetic divergence among *Dimorphandra* spp. accessions using RAPD markers. **Ciência Rural**, v.41, n.4, p.608-613, 2011.

URSULINO, M.M. Produção e tecnologia de sementes de *Dimorphandra gardneriana* tulasne. Areia: UFPB/CCA, 2013, 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

VIEIRA, A.H.; MARTINS, E.P.; PEQUENO, P.L.L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M.G. **Técnicas de Produção de sementes florestais.** Rondônia: EMBRAPA/CPAF. 2001. 4p.



**Teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de plantas matrizes de  
*Dimorphandra gardneriana***

## **Teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana***

**RESUMO** - *Dimorphandra gardneriana* é de suma importância no contexto socioeconômico da região do Cariri Cearense, uma vez que tem sido a principal fonte de renda para muitas famílias que vivem do seu extrativismo, sendo necessários estudos sobre a qualidade fisiológica de suas sementes para mitigar os danos causados pela exploração desta espécie. Portanto, o objetivo neste trabalho foi avaliar a morfologia interna das sementes de *D. gardneriana* pelo dos testes de raios X e verificar a sua relação com o processo de germinação. As sementes foram separadas por planta matriz e submetidas ao teste de raios X para determinação da qualidade interna e em seguida foram destinadas ao teste de germinação para comparação da qualidade fisiológica, em delineamento experimental inteiramente ao acaso. O teste de imagem de raios X foi eficaz para avaliar a morfologia das sementes de diferentes plantas matrizes de *D. gardneriana* e sua relação com a viabilidade e vigor.

**Palavras-chave:** espécie florestal, vigor de sementes, morfologia interna.

## **X-ray test to evaluate the seed quality of seedlings of *Dimorphandra gardneriana***

**ABSTRACT** - *Dimorphandra gardneriana* is of paramount importance in the socioeconomic context of the Cariri Cearense region, since it has been the main source of income for many families that live from their extractivism, being necessary studies on the physiological quality of their seeds to mitigate the damages caused by the exploitation of this species. Therefore, the objective of this work was to evaluate the internal morphology of the seeds of *D. gardneriana* through X-ray tests and to verify its relation with the germination process. The seeds were separated by a matrix plant and submitted to the X - ray test to determine the internal quality and then they were destined to the germination test to compare the physiological quality, in a completely randomized experimental design. The X - ray image test was effective to evaluate the morphology of the seeds of different *D. gardneriana* matrix plants and their relation with viability and vigor.

**Key words:** Forest species; Seed Vigor; Internal morphology.

## 1. Introdução

A fava d'anta, conhecida popularmente por *Dimorphandra gardneriana* Tulasne ocorre no Cerrado, semiárido do Nordeste e no Norte do Estado de Minas Gerais (CUNHA et al., 2009). A espécie é de suma importância no contexto socioeconômico da região do Cariri Cearense na Chapada do Araripe, uma vez que tem sido a principal fonte de renda para muitas famílias que vivem do seu extrativismo (LANDIM, 2012).

A *Dimorphandra gardneriana* é uma espécie utilizada pelas indústrias farmacêuticas, para extração de rutina, um flavonóide essencial para produção de medicamentos contra doenças circulatórias (ALMEIDA et al., 1998). Além desta, outras duas substâncias são extraídas das favas desta planta a primeira é a quercetina, que apresenta poder antioxidante e auxilia no combate aos radicais livres (FILHO et al., 2001), a segunda é a galactomanana que possui propriedades reológicas como dispositivo viscocirúrgico oftálmico utilizado em cirurgias de catarata, além disso, esta última substância possui características fluídas que podem ser utilizadas na fabricação de hidrogéis (MONTEIRO, 2009).

O teste de raios X representa uma ferramenta de análise de imagens relativamente recente, com potencial indiscutível para estudos básicos da qualidade das sementes (CARVALHO e OLIVEIRA, 2006). Por ser um método rápido e não destrutivo, que tem como objetivo detectar sementes vazias, cheias e a presença de danos internos causados por insetos ou danos mecânicos, torna-o um teste bastante vantajoso (ISTA, 2009). Além disso, após a realização do teste de raios X é possível reutilizar as sementes em outros testes fisiológicos, com o objetivo de confrontar as observações da morfologia interna com a porcentagem de germinação e da formação de plântulas normais.

Esta técnica tem como princípio a absorção de raios X em diferentes quantidades pelos diversos tecidos das sementes, sendo a absorção interferida pela densidade e composição dos tecidos internos e externos, e pelo comprimento de onda da radiação a qual as sementes serão submetidas (SIMAK, 1991a; BINO et al., 1993; ISTA, 2009).

Neste procedimento as sementes são colocadas entre uma fonte de baixa energia de raios X e um filme fotossensível, no momento em que os raios X atravessam a semente e atingem o filme, é criada uma imagem latente, formada por sombras claras e escuras, criando uma imagem permanente no filme radiográfico (SIMAK, 1991a; ISTA, 2009). As áreas mais escuras da radiografia correspondem

àquelas partes em que os raios X penetram mais facilmente, enquanto que áreas mais claras representam partes mais densas da semente (SIMAK, 1991a).

O desenvolvimento de metodologia para a análise de sementes por meio de radiografias para espécies florestais vem sendo realizado em varias espécies como: sucupira-preta - *Bowdichia virgilioides* Kunth. (ALBUQUERQUE e GUIMARÃES, 2008); canela-amarela - *Nectandra grandiflora* Nees; canela-branca - *Nectandra lanceolata* Nees; canela-do-mato - *Nectandra nitidula* Nees & Mart.; caanela-do-brejo - *Ocotea pulchella* Nees (Mez); pau-de-andrade - *Persea pyrifolia* Nees & Mart. (CARVALHO et al., 2009); ipê-roxo - *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo (AMARAL et al., 2011); capitão - *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. (GOMES et al., 2014); uruvalheira - *Platypodium elegans* Vog. (GOMES et al., 2016); canafistula - *Senna multijuga* Rich. (MARCHI e GOMES JUNIOR, 2017).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a morfologia interna das sementes de *D. gardneriana* pelo teste de raios X e verificar a sua relação com o processo de germinação.

## 2. Material e Métodos

As sementes de *D. gardneriana* foram obtidas de treze plantas matrizes encontradas na Chapada do Araripe representadas na Tabela 31, com as respectivas coordenadas geográficas de cada planta matriz, sendo aquelas descritas pelo número de 1 – 10 demarcadas no Sítio Boa Vista pertencente ao Município de Jardim - CE, enquanto as plantas matrizes 11, 12 e 13 foram georeferenciadas no Sítio Baixa do Maracujá localizado no Município de Crato - CE.

Após a colheita os frutos foram abertos manualmente para extração das sementes e eliminação daquelas mal formadas, em seguida as mesmas foram submetidas aos seguintes testes.

O teste de raios X foi realizado no Laboratório de Análise de Imagens do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, na cidade de Piracicaba, SP.

Para obtenção das imagens radiográficas das sementes foi utilizado o equipamento digital Faxitron X-ray, modelo MX-20 DC-12, acoplado ao computador Core 2 Duo (3.16 GHz, 2 GB de memória RAM, Hard Disk de 160 GB) e monitor MultiSync (LCD1990SX, de 17 polegadas). Dessa forma, quatro repetições de 25 sementes de cada planta matriz foram radiografadas, com as sementes posicionadas

a 28,0 cm da fonte de emissão de raios X, em que a intensidade de radiação e o tempo de exposição das sementes foram determinados automaticamente pelo aparelho de raios X.

**Tabela 31.** Coordenadas geográficas das 13 plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* utilizadas para a colheita de sementes.

Matrizes	Coordenadas geográficas		
	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
M1	07°32'51,8"	-39°16'50,4"	891
M2	07°32'50,3"	-39°16'51,2"	891
M3	07°32'51,2"	-39°16'51,5"	891
M4	07°32'51,9"	-39°16'51,9"	891
M5	07°32'51,3"	-39°16'51,7"	891
M6	07°32'52,5"	-39°16'51,4"	891
M7	07°32'51,6"	-39°16'50,8"	891
M8	07°32'53,9"	-39°16'52,6"	891
M9	07°32'52,4"	-39°16'52,2"	891
M10	07°32'53,2"	-39°16'52,7"	891
M11	07°12'49,3"	-39°31'34,3"	925
M12	07°12'48,3"	-39°31'30,9"	925
M13	07°12'48,7"	-39°31'30,7"	925

Para o posicionamento adequado das sementes durante a exposição aos raios X foi utilizada fita dupla face transparente aderida sobre uma transparência de retro projeção (29,7 x 21,0 x 0,1 cm). Após as radiografias, as sementes foram colocadas em células de bandejinha de papel individualizadas para posterior germinação. As sementes foram classificadas de acordo com a morfologia interna visualizada nas imagens radiográficas, sendo separadas em quatro categorias: sementes sem danos (SD), sementes mal formadas (SM), sementes deterioradas (SD) e sementes com danos mecânicos (SDM).

Cada uma das sementes das treze plantas matrizes obtidas pelo teste de raios X foi submetida ao teste de germinação nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Ecologia Vegetal, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizado na cidade de Areia - PB.

O teste de germinação foi conduzido em germinador do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado a temperatura constante de 25 °C, com fotoperíodo de oito horas de luz e 16 de escuro, utilizando-se lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W), com 4 repetições de 25 sementes para cada planta matriz.

As sementes, enumeradas para posterior identificação foram previamente escarificadas com lixa número 180 e distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (germitest), cobertas com uma terceira folha e organizadas em forma de rolo, em que o papel foi umedecido com quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa seco. Para evitar as perdas de água por evaporação os rolos foram acondicionados em sacos plásticos. As contagens foram realizadas diariamente, do 13° até o 25° dia da instalação do teste, cujo critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

A interpretação dos resultados de raios X foi realizada por meio da comparação da imagem radiográfica com a respectiva imagem da plântula normal, anormal ou semente morta após o teste de germinação. Os resultados do teste de raios X foram expressos em porcentagem, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As plântulas normais, bem como as sementes não germinadas durante o período de tempo previsto para o teste, foram fotodocumentadas por uma câmera digital Samsung, modelo S1.3.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2003) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

### **3. Resultados e Discussão**

Por ocasião da realização dos testes de raios X e de germinação o teor de água das sementes das plantas matrizes de *D. gardneriana* variou de 5,1 a 8%, cujo valor médio ficou em torno de 6,3% (Tabela 32), o que permitiu uma adequada visualização de suas estruturas internas, uma vez que o teor de água das sementes exerce influência marcante sobre a qualidade das imagens obtidas (SMIKA, 1991).

Esses valores do teor de água são ideais para as sementes de espécies ortodoxas, uma vez que toleram a secagem até níveis entre 5 e 15% (CARVALHO et al., 2006). Este baixo teor de água, além de desempenhar um papel importante para estas sementes, também pode influenciar na densidade ótica e na qualidade das imagens obtidas após as radiografias, ou seja, quanto menor a umidade das sementes, maior a densidade ótica, o que possibilita maior diferenciação das estruturas internas das sementes visualizadas pelo teste de raios X (SIMAK, 1991b).

**Tabela 32.** Teor de água e percentual de sementes de plantas matrizes de *Dimorphanda gardneriana* classificadas pelo teste de raios X em sementes sem danos (SS), sementes malformadas (SM), sementes deterioradas (SD) e sementes com danos mecânicos (SDM).

Matrizes	Teor de água (%)	Classes raios X (%)			
		SD	SMF	SD	SDM
1	5,6	92 a	0 a	3 a	5 b
2	5,5	87 a	0 a	5 a	8 a
3	6,1	94 a	1 a	2 a	3 b
4	6,6	93 a	2 a	1 a	4 b
5	5,1	94 a	1 a	2 a	3 b
6	6,9	94 a	1 a	2 a	3 b
7	6,1	94 a	1 a	1 a	4 b
8	6,3	85 a	2 a	4 a	9 a
9	8,0	95 a	1 a	1 a	3 b
10	7,1	91 a	1 a	3 a	5 b
11	7,2	87 a	1 a	3 a	9 a
12	5,9	86 a	0 a	2 a	12 a
13	5,5	88 a	0 a	3 a	9 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Pelos dados do exame das imagens de raios X das sementes de *D. gardneriana* observa-se que não houve diferença estatística entre as sementes das diversas plantas matrizes, sendo a classe de sementes sem danos (SD) aquela com maior porcentagem, variando entre 94 e 85% (Tabela 32). Esses valores foram próximos aos obtidos por Sturião, Landgraf e Rosa (2012), que ao avaliarem a morfologia interna de sementes de palmeira jerivá (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman) pelo teste de raios X, observaram cerca de 60,5% de sementes viáveis (cheias). Segundo Brasil (2009), frutos-semente ou sementes classificadas como cheias ou totalmente formadas pelo teste de raios X contêm todos os tecidos essenciais para a germinação, sendo assim consideradas viáveis.

O percentual de sementes classificadas como malformadas (SMF) e deterioradas (SD) foi relativamente baixo, quando comparado ao de sementes com danos mecânicos (SDM), destacando-se as plantas matrizes 2, 8, 11, 12 e 13 com maior porcentagem de sementes danificadas mecanicamente (Tabela 32). A expressão destes resultados são um indicativo de que o processo de classificação das sementes pelo teste de raios X foi eficiente, sendo este fator de extrema importância para o processo de produção e tecnologia de sementes, uma vez que

este tipo de teste evita gastos desnecessários com outros testes de laboratório (GOMES et al., 2014). Além disso, a informação sobre a ocorrência de sementes defeituosas é altamente desejável porque essas sementes influenciam nos resultados da germinação (CRAVIOTTO et al., 2002).

O teste de raios X permitiu a classificação das sementes de várias espécies florestais, possibilitando a avaliação da morfologia interna das mesmas e sua relação com o potencial fisiológico, a exemplo das sementes de ingá-miúdo - *Eugenia pleurantha* O.Berg (MASETTO et al., 2007), ipê-roxo - *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. (AMARAL et al., 2011); capitão - *Terminalia argentea* Mart. et Zucc. (GOMES et al., 2014), moringa - *Moringa oleifera* Lam. (ROCHA, 2015) e canafístula - *Senna multijuga* (Rich.) (MARCHI e GOMES JUNIOR, 2017).

No entanto, nem sempre o valor de sementes viáveis caracterizadas pelo teste de raios X corresponde à porcentagem de germinação, como foi observado para as sementes de *D. gardneriana*, que ao analisar os dados da Tabela 33 observa-se que apesar de não ter ocorrido diferença estatística entre as sementes das plantas matrizes em todos os testes avaliados, no de raios X o valor de sementes viáveis foi menor quando comparado à porcentagem de germinação.

Esse fato ocorre porque algumas sementes caracterizadas como anormais no teste de raios X podem originar plântulas normais (MARCHI et al., 2011), possivelmente devido do alto vigor das sementes, que possibilita o crescimento do eixo embrionário, ao mesmo tempo que ocorre a restauração de organelas e tecidos danificados do embrião (VILLIERS, 1973). No entanto, mesmo que a germinação seja alta nem sempre ocorre a formação de plântulas normais, uma vez que muitos danos fisiológicos causados as sementes são irreversíveis, o que corresponde à perda de viabilidade (SOCOLOWSKI e CÍCERO, 2008).

Pelos dados da Tabela 33 verifica-se que a porcentagem de plântulas anormais originadas pelas sementes de cada planta matriz variou de 8 a 17%, caracterizando um valor expressivo que poderia inviabilizar a sobrevivência destas plântulas em campo. Resultados semelhantes de número elevado de plântulas anormais foi observado em carobinha - *Tecoma stans* L. Juss ex Kunth (SOCOLOWSKI e CÍCERO, 2008), embaúba - *Cecropia pachystachya* Trec. (PUPIM et al., 2008) e pindaíba - *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (SOCOLOWSKI et al., 2012).

Outro fator que pode ser observado é o número de sementes mortas, no entanto não ocorreu diferença estatística entre as sementes das plantas matrizes (Tabela 33). Estas sementes mortas são decorrentes dos severos danos causados



mecanicamente pelo beneficiamento das vagens da *D. gardneriana*, os quais ocasionam quebras, trincas e abrasões, resultando na redução da germinação e vigor (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

**Tabela 33.** Resultado do teste de raios X e de germinação com a quantificação de plântulas anormais e sementes mortas de *Dimorphandra gardneriana*.

Matrizes	Teste de raios X	Germinação	Plântulas anormais	Sementes mortas
		%		
1	92 a	90 a	17 a	10 a
2	87 a	97 a	13 a	3 a
3	94 a	93 a	14 a	7 a
4	93 a	92 a	13 a	8 a
5	94 a	96 a	13 a	4 a
6	94 a	99 a	17 a	1 a
7	94 a	95 a	8 a	5 a
8	85 a	88 a	9 a	12 a
9	95 a	99 a	10 a	1 a
10	91 a	95 a	11 a	5 a
11	87 a	97 a	8 a	3 a
12	86 a	92 a	12 a	8 a
13	88 a	91 a	8 a	9 a

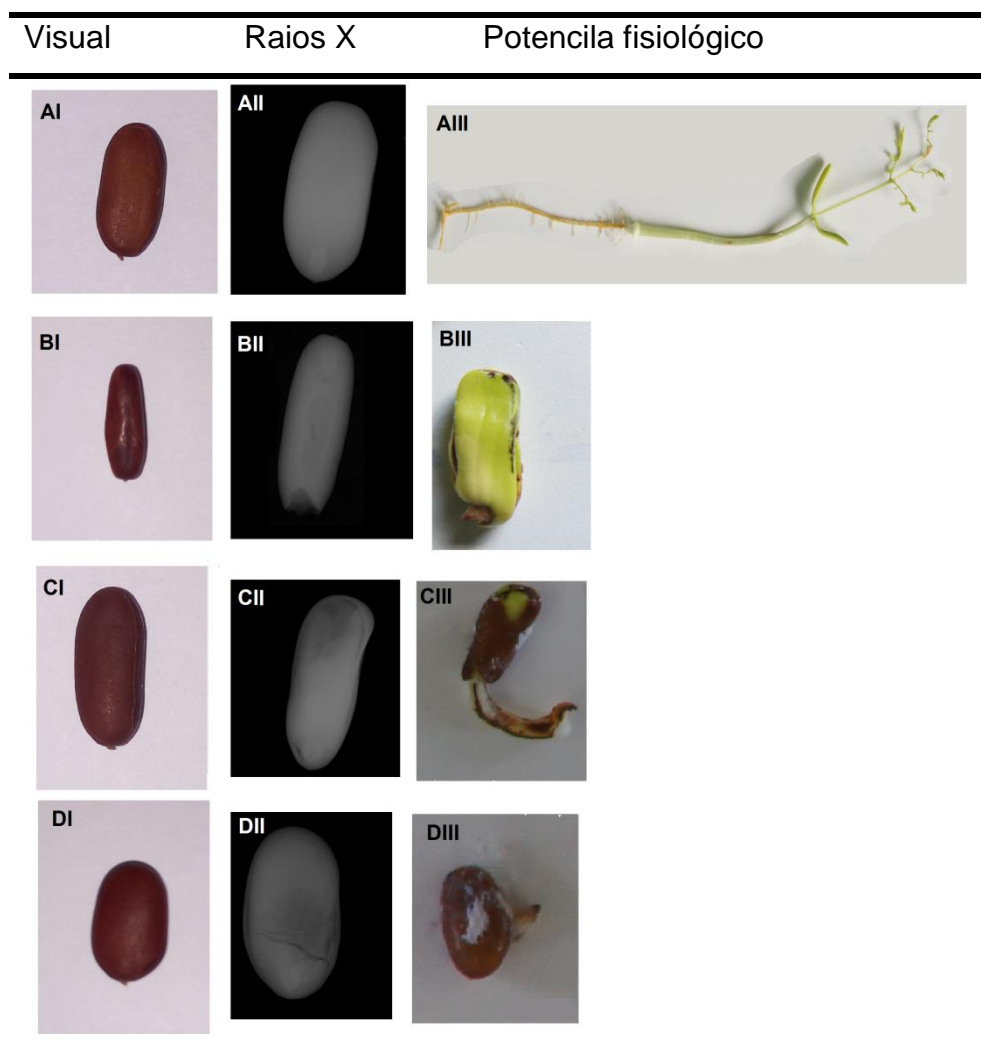
Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes de caneleira (*Nectandra grandiflora* Ness) e canela-do-mato (*Nectandra nitidula* Nees & Mart.) pelo teste de raios X relacionado com a germinação, Carvalho et al. (2009) constataram o valor de 13 e 34%, respectivamente de sementes mortas, um valor mais elevado quando comparado com os resultados obtidos para *D. gardneriana*.

Diante dos resultados verificados, para as sementes das plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* constatou-se uma elevada porcentagem de germinação, o que foi também demonstrado pelo teste de raios X pela quantificação do número de sementes viáveis.

O exame das imagens das sementes, obtidos pelo teste de raios X, permitiu avaliar a condição interna das mesmas. Com base nos resultados observados em trabalhos de Oliveira et al. (2003), e pelas recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), foi possível estabelecer os critérios de identificação para a determinação de sementes consideradas por meio da imagem radiografada como AII (semente sem defeito), BII (semente malformada), CII (semente

deteriorada), DII (semente com danos mecânicos) e originando plântulas normais (AIII), plântulas anormais (CIII) e sementes mortas (BIII e DIII) (Figura 3).



**Figura 3.** Sementes de *D. gardneriana* visualmente intactas (AI, BI, CI e DI), classificadas pela análise radiográfica de acordo com a anatomia interna em: AII (semente sem defeito), BII (semente malformada), CII (semente deteriorada), DII (semente com danos mecânicos) e originando plântulas normais (AIII), plântulas anormais (CIII) e sementes mortas (BIII e DIII).

#### 4. Conclusão

O teste de imagem de raios X é eficaz para avaliar a morfologia das sementes de plantas matrizes de *Dimorphandra gardneriana* e sua relação com a viabilidade e vigor.

## 5. Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, K.S.; GUIMARÃES, R.M. Avaliação da qualidade de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) pelo teste de raios X. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1713-1718, 2008.

ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.N.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464p.

AMARAL, J.B.; MARTINS, L.; FORTI, V.A.; CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J. Teste de raios x para avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p.601-607, 2011.

BINO, R.J.; AARTSE, J.W.; VAN DER BURG, W.J. Nondestructive X-ray of *Arabidopsis* embryo mutants. **Seed Science Research**, v.3, n.2, p.167-170, 1993.

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

CARVALHO, L.R.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, A.C. Utilização do teste de raios x na avaliação da qualidade de sementes de espécies florestais de Lauraceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.4, p.57-66, 2009.

CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.15-25, 2006.

CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, L.M. Raios X na avaliação da qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, v.16, n.1, 2,3, p.93-99, 2006.

CUNHA, P.L.R.; VIEIRA, Í.G.P.; ARRIAGA, Â.M.C.; PAULA, R.C.M.; FEITOSA, J.P.A. Isolation and characterization of galactomannan from *Dimorphandra Gardneriana* Tul. seeds as a potential guar gum substitute. **Food Hydrocolloids**, v.23, n.3, p.880-885, 2009.

CRAVIOTTO, R.M.; YOLDJIAN, A.M.; SALINAS, A.R.; ARANGO, M.R.; BISARO, V.; MATURO, H. Description of pure seed fraction of oat through usual evaluations and radiographic images. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8, p.1183-1188, 2002.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GOMES, K.B.P.; MARTINS, R.C.C.; MARTINS, I.S.; GOMES JUNIOR, F.G. Avaliação da morfologia interna de sementes de *Terminalia argentea* (Combretaceae) pelo teste de raios-X. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.4, p.752-759, 2014.

GOMES, K.B.P.; MATOS, J.M.M.; MARTINS, I.S.; MARTINS, R.C.C. X-ray test to evaluate the physiological potencial of *Platypodium elegans* Vog. Seeds (Fabaceae). **Scientia Agropecuaria**, v.7, n.3, p.305-311, 2016.

ISTA - INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. **Seed Science and Technology**. Zurichstr. 50, edition 2009. 59p.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-3.

LANDIM, L.P. *Dimorphandra gardneriana* Tulasne (fava d'anta) - an approach ethnobotanical and risk of extinction. **Revista da Biologia**, v.9, n.1, p.6-11, 2012.

MARCHI, J.L.; CICERO, S.M.; GOMES JUNIOR, F.G. Utilização da análise computadorizada de plântulas na avaliação do potencial fisiológico de sementes de amendoim tratadas com fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p.652-662, 2011.

MARCHI, J.L.; GOMES JUNIOR, F.G. Use of image analysis techniques to determine the embryo size of *Senna multijuga* (Rich.) seeds and its relation to germination and vigor. **Journal of Seed Science**, v.39, n.1, p.13-19, 2017.

MASETTO, T.E.; DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A.; FARIA, J.M.R. Avaliação da qualidade de sementes de *Eugenia pleurantha* (Myrtaceae) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.151-155, 2007.

MONTEIRO, A.A.S. **Síntese e caracterização de géis de galactomanana de fava danta (*Dimorphandra gardneriana*) para aplicação biológica**. 2009, 82f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PUPIM, T.L.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CARVALHO, M.L.M.; CICERO, S.M. Adequação do teste de raios x para avaliação da qualidade de sementes de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.28-32, 2008.

OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, A.C. Utilização do teste de raios-x na avaliação da qualidade de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.116-120, 2003.

ROCHA, T.G.F. **Qualidade fisiológica de sementes e plântulas de *Moringa oleifera* Lam. por meio da técnica de análise de imagens**. 2015. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

SIMAK, M. Testing of forest tree and shrub seeds by X-radiography. In: GORDON, A.G.; GOSLING, P.; WANG, B.S.P. (Ed.). **Tree and shrub seed handbook**. Zurich: ISTA, 1991a. p.1-28.

SIMAK, M. Testing of forest tree and shrub seeds by X-radiography. In: Tree and shrub seed handbook. Chapter 14. **International Seed Testing Association. (ISTA)**, Zurich, Switzerland. 1991b.

SOCOLOWSKI, F.; CÍCERO, S.M. Caracterização morfológica de embriões por imagens de raios X e relação com a massa e a qualidade fisiológica de sementes de *Tecoma stans* L. Juss ex Kunth (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.200-208, 2008.

SOCOLOWSKI, F.; CICERO, S.M.; VIEIRA, D.C.M. Viability of recently harvested and stored *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (Annonaceae) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.3, p.408-415, 2012.

STURIÃO, W.P.; LANDGRAF, P.R.C.; ROSA, T.P. Avaliação da qualidade de sementes de palmeira jerivá pelo teste de Raios X. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.213-218, 2012.

VILLIERS, T.A. Ageing and longevity of seeds in field conditions. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. London: The Pennsylvania State University Press, 1973. p.265-288.

**Armazenamento de sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tul.**

### **Armazenamento de sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tul.**

**RESUMO** - Nos últimos dez anos tem-se verificado inibição do crescimento das inflorescências da *D. gardneriana*, além da redução no número de folhas e de plantas, por isso é necessário estudos que possam contribuir com a preservação desta espécie. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne durante 31 meses de armazenamento em diferentes ambientes e embalagens, a fim de determinar as melhores condições de armazenamento. O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizado na cidade de Areia - PB. As sementes foram acondicionadas em embalagens de papel alumínio, sacos de papel Kraft, pano e de plástico e em garrafas do tipo PET (polietileno tereftalato), sendo em seguida armazenadas em ambiente natural de laboratório, geladeira e em câmara fria por um período de 31 meses. Ao final de cada período foram avaliados o teor de água, a porcentagem de germinação, o comprimento e massa seca de parte aérea e raízes. As sementes de *D. gardneriana* se mantiveram viáveis e com alta qualidade fisiológica por até 20 períodos de armazenamento, sendo as embalagens de plástico e garrafas PET as mais adequadas para o armazenamento destas sementes.

**Palavras-chaves:** espécie florestal, germinação, vigor, conservação de sementes.

### **Storage of seeds of *Dimorphandra gardneriana* Tul.**

**ABSTRACT** - In the last ten years there has been inhibition of the growth of the inflorescences of *D. gardneriana*, besides the reduction in the number of leaves and plants, so it is necessary studies that may contribute to the preservation of this species. The objective of this research was to evaluate the physiological quality of the seeds of *Dimorphandra gardneriana* Tulasne during 31 months of storage in different environments and packages, in order to determine the best storage conditions. The experiment was carried out at the Laboratory of Seed Analysis, at the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba, located in the city of Areia - PB. The seeds were packed in aluminum foil pouches, Kraft paper bags, cloth and plastic bottles and PET bottles (polyethylene terephthalate), and then stored in a laboratory environment, in a refrigerator and in a cold room for a period of 31 months. At the end of each period the water content, germination percentage, shoot length and dry mass of roots and roots were evaluated. The seeds of *D. gardneriana* remained viable and

with high physiological quality for up to 20 storage periods, with plastic containers and PET bottles being the most suitable for the storage of these seeds.

**Key words:** forest species, germination, vigor, seed conservation.

## 1. Introdução

*Dimorphandra gardneriana* Tulasne, espécie leguminosa conhecida vulgarmente como fava d'anta ou faveiro é nativa do Brasil e encontrada naturalmente nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Bahia, Pará, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais, sendo uma das fontes para a extração em escala industrial da rutina, que pertence a uma classe importante de flavonóide, bastante utilizado na indústria farmacêutica (MONTANO et al., 2007).

Nos últimos dez anos tem-se verificado inibição do crescimento das inflorescência da *D. gardneriana*, além da redução no número de folhas e de plantas nos Estados do Ceará e Maranhão (MONTANO et al., 2007). Por isso será necessário estudos que possam contribuir com a preservação desta espécie, que não é explorada de forma sustentável, sendo utilizada de maneira predatória para extração de suas partes comercializáveis (SOUZA e MARTINS, 2004).

Desta forma o armazenamento das sementes se torna um grande aliado na busca da conservação de espécies florestais porque através deste pode-se estimar o tempo de vida útil (viabilidade) de uma semente e aprimorar metodologias que visam manter as características fisiológicas destas por um longo período de tempo.

A qualidade fisiológica está diretamente associada com a capacidade de germinação, ou seja, é a predisposição do embrião se diferenciar e iniciar o seu crescimento e, sob condições ambientais favoráveis, dando origem a uma plântula normal e vigorosa, assim o armazenamento possibilita a conservação das espécies funcionando como um banco de germoplasma (TRESENA et al., 2009).

Entre os fatores que influenciam o armazenamento está o tipo de embalagem utilizada no acondicionamento das sementes, uma vez que possibilita ou não a entrada de vapor d'água, por isso pode manter a qualidade das sementes, visto que permite maiores ou menores trocas de vapor entre as sementes e a atmosfera do ambiente em que estão armazenadas (BAUDET, 2003; MARCOS-FILHO, 2015). Desta forma, o conhecimento das características fisiológicas das sementes aliado ao tipo de embalagem tem permitido o surgimento de várias tecnologias e pesquisas que



visam à manutenção da qualidade morfofisiológica das sementes durante o armazenamento (OLIVEIRA et al., 2009; SILVA et al., 2010).

Para algumas espécies foram estabelecidas as melhores embalagens para acondicionamento e ambiente para armazenamento das sementes, tais como *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em que o vigor das sementes foi conservado no ambiente de laboratório na embalagem de alumínio por 180 dias (GUEDES et al., 2010), enquanto para *Cedrela odorata* L. a condição geladeira foi eficiente para preservar a germinação e vigor das sementes (BATISTA et al., 2011).

A melhor condição para conservação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. foi o acondicionamento em sacos de papel Kraft, pano de algodão, plástico ou papel alumínio e manutenção em geladeira ou freezer, podendo também ser conservadas embaladas em papel ou alumínio, quando estocadas em câmara fria, por 240 dias (GUEDES et al., 2012). As sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. mantiveram-se viáveis e com alta qualidade quando armazenadas em câmara refrigerada, cujas embalagens recomendadas foram sacos de plástico e de papel (SILVA et al., 2014).

Para o armazenamento de sementes de abóbora cv. jacarezinho (*Curcubita moschata*) a embalagem de plástico foi considerada a mais adequada, assim como o ambiente de laboratório com 29 °C e 45% de UR para as condições climáticas de Petrolina - PE. (FIGUEIREDO NETO et al., 2014). A faixa de umidade de 6,0≤8,0% em temperatura ambiente possibilitou a melhor conservação das sementes de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Martius) durante os 12 meses de armazenamento (Souza et al., 2016).

Com base no exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne durante 31 meses de armazenamento em diferentes ambientes e embalagens, a fim de determinar as melhores condições de armazenamento.

## 2. Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizado na cidade de Areia - PB, com sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tulasne colhidas de vinte árvores matrizes encontradas na Chapada do Araripe.

Os frutos foram beneficiados mediante debulha manual e, em seguida as sementes foram submetidas à secagem até atingir uma umidade em torno de 5%.

As sementes foram acondicionadas em embalagens de papel alumínio, sacos de papel Kraft, pano e de plástico e em garrafas do tipo PET (polietileno tereftalato), sendo em seguida armazenadas em ambiente natural de laboratório ( $\pm 25$  °C e 74,5% UR), geladeira ( $6 \pm 2$  °C e 90% UR) e em câmara fria ( $\pm 16$  °C e 90% UR) por 21 períodos de 45 dias totalizando em média 31 meses. No início de cada período de armazenamento foi observado o teor de água, o qual foi determinado pelo método padrão da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro sub-amostras de 10 sementes para cada tratamento, cujos resultados foram expressos em porcentagem.

O teste de germinação foi conduzido em germinador tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) regulado para manter a temperatura constante de 25 °C, com fotoperíodo de oito horas de luz e 16 de escuro, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W). Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes, as quais foram escarificadas mecanicamente com lixa até a retirada de uma pequena parte do tegumento no lado oposto ao hilo, em seguida foram divididas em quatro repetições de 25, as quais foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (germitest) umedecidas com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e posteriormente cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Para evitar as perdas de água por evaporação os rolos foram colocados em sacos plásticos e, as contagens realizadas diariamente, do quinto até o décimo terceiro dia da instalação do teste, seguindo recomendações de Ursulino, (2013), cujo critério utilizado foi de plântulas normais (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

O índice de velocidade de germinação foi determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos cinco aos 13 dias após a semeadura e os cálculos realizados de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

Ao final do teste de germinação de cada período de armazenamento, as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram medidas da raiz até o ápice da parte aérea (gema apical), com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>. Para determinação da massa seca, as mesmas plântulas das avaliações anteriores foram colocadas em sacos de papel Kraft e levadas à estufa regulada a 65 °C até atingir peso constante (48 horas), em

seguida as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em g plântula<sup>-1</sup>.

O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 3 x 21 (embalagens, ambientes e períodos de armazenamento), em quatro repetições, cujos dados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial pelo programa estatístico Sisvar.

### 3. Resultados e Discussão

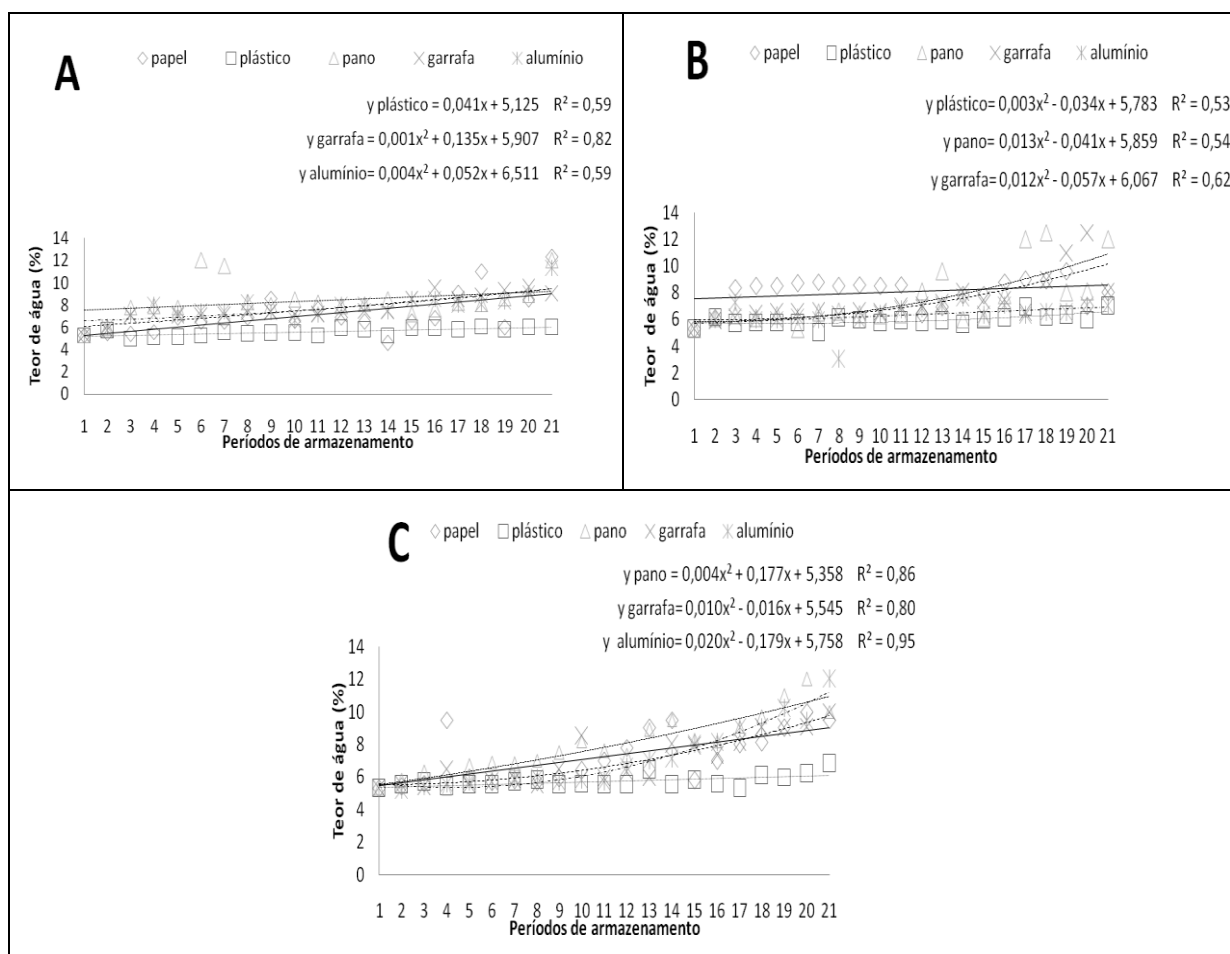
Os diferentes tipos de embalagens e de ambientes utilizados no acondicionamento das sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tullasne resultaram em respostas distintas, na avaliação do teor de água, sendo influenciadas pelas características de permeabilidade de cada embalagem e, pelas flutuações que ocorreram na umidade relativa de cada ambiente.

O teor de água inicial das sementes era de 5,3%, alterado ao longo do armazenamento em todos os ambientes e embalagens avaliados neste armazenamento, além disto, foi observado ajuste ao modelo de regressão quadrática para o ambiente laboratório nas embalagens de plástico, garrafa PET e alumínio, assim como também no ambiente câmara fria nas embalagens de plástico, pano e garrafa PET, e no ambiente geladeira nas embalagens pano, garrafa PET e alumínio (Figura 4A, B e C).

No ambiente natural de laboratório observa-se que nas embalagens de papel, pano e alumínio foram as que permitiram maiores acréscimos de vapor d'água, atingindo uma umidade de 12,3; 12 e 11%, respectivamente ao final do armazenamento, enquanto as embalagens de plástico e garrafa PET os teores de água não ultrapassaram os valores de 6,0 e 9,0% respectivamente (Figura 4A).

Quando as sementes foram submetidas às condições de câmara fria na embalagem de pano houve o maior acréscimo de umidade, calculado em 6,7% até o final dos períodos de armazenamento, enquanto para as embalagens de papel, plástico, garrafa PET e alumínio esse acréscimo não ultrapassou 2,7% (Figura 4B). Em relação ao ambiente de geladeira, ao final do experimento as sementes estavam com os seguintes teores de água nas embalagens de papel (9,5%) plástico (6,8%), pano (10%), garrafa PET (10%) e alumínio (12,9%), sendo observado dessa forma

que a embalagem impermeável de plástico não permitiu entrada de umidade para as sementes (Figura 4C).



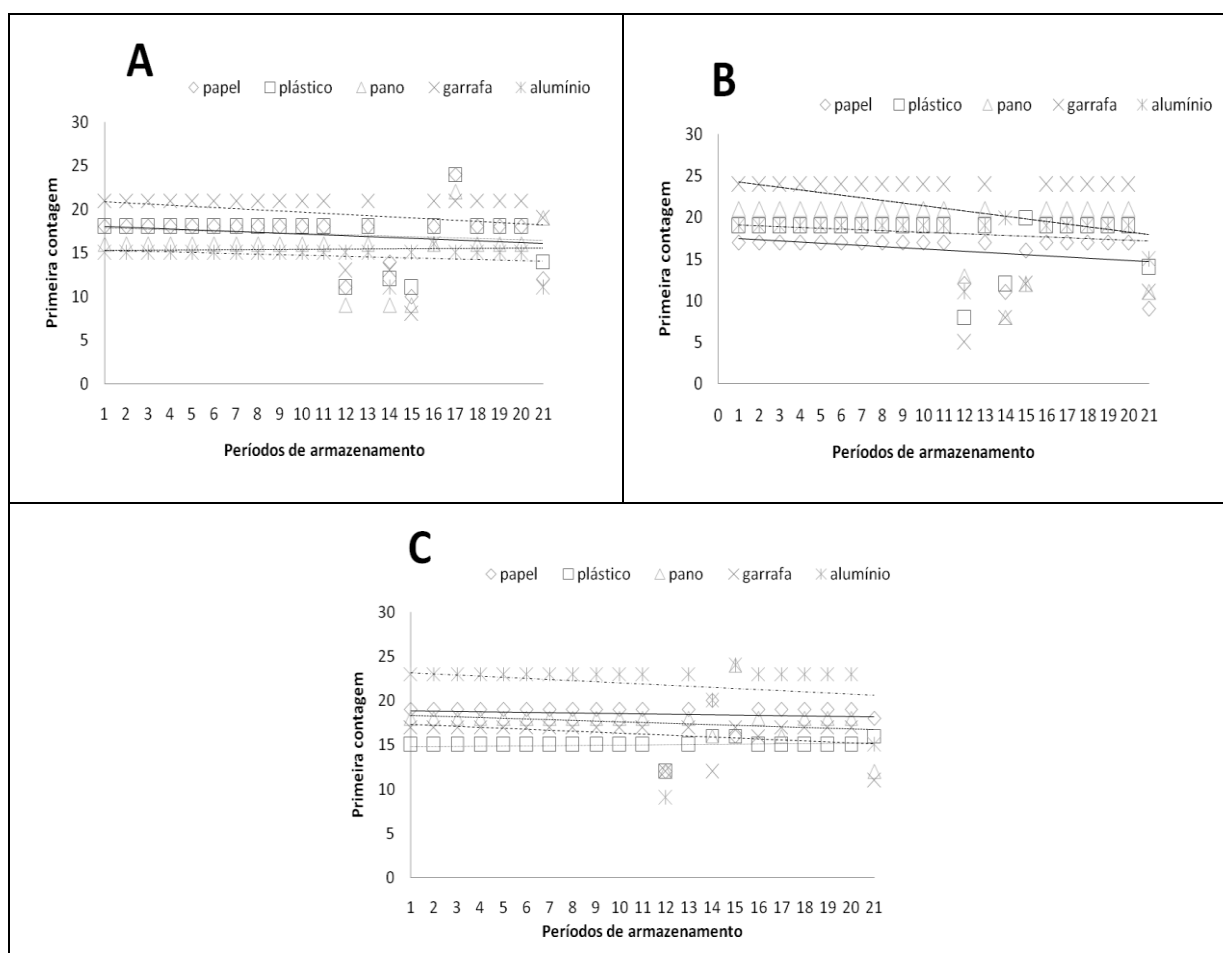
**Figura 4.** Teor de água das sementes de *Dimorphandra gardneriana* armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 21 períodos.

No ambiente de laboratório, o teor de água máximo das sementes acondicionadas nas embalagens de plástico, garrafa e alumínio foi de 6,75; 6,86 e 7,01%, respectivamente (Figura 4A), enquanto para o ambiente de câmara fria este máximo nas sementes das embalagens de plástico foi de 6,07%, pano foi de 5,82% e garrafa foi de 6,27% (Figura 4B). No que diz respeito ao ambiente de geladeira, a máxima umidade para as sementes acondicionadas na embalagem de pano foi de 11,22%, garrafa de 5,56% e de alumínio de 6,95% (Figura 4C).

De forma semelhante, o teor de água das sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich), que inicialmente estava em 6%, sofreu alterações ao longo do armazenamento, quando os autores observaram que em condições de câmara fria

houve acréscimos, atingindo 10% aos seis meses de armazenamento, enquanto na condição ambiente houve acréscimos até o terceiro mês, alcançando no final do período de armazenamento 5% (SILVA et al., 2011).

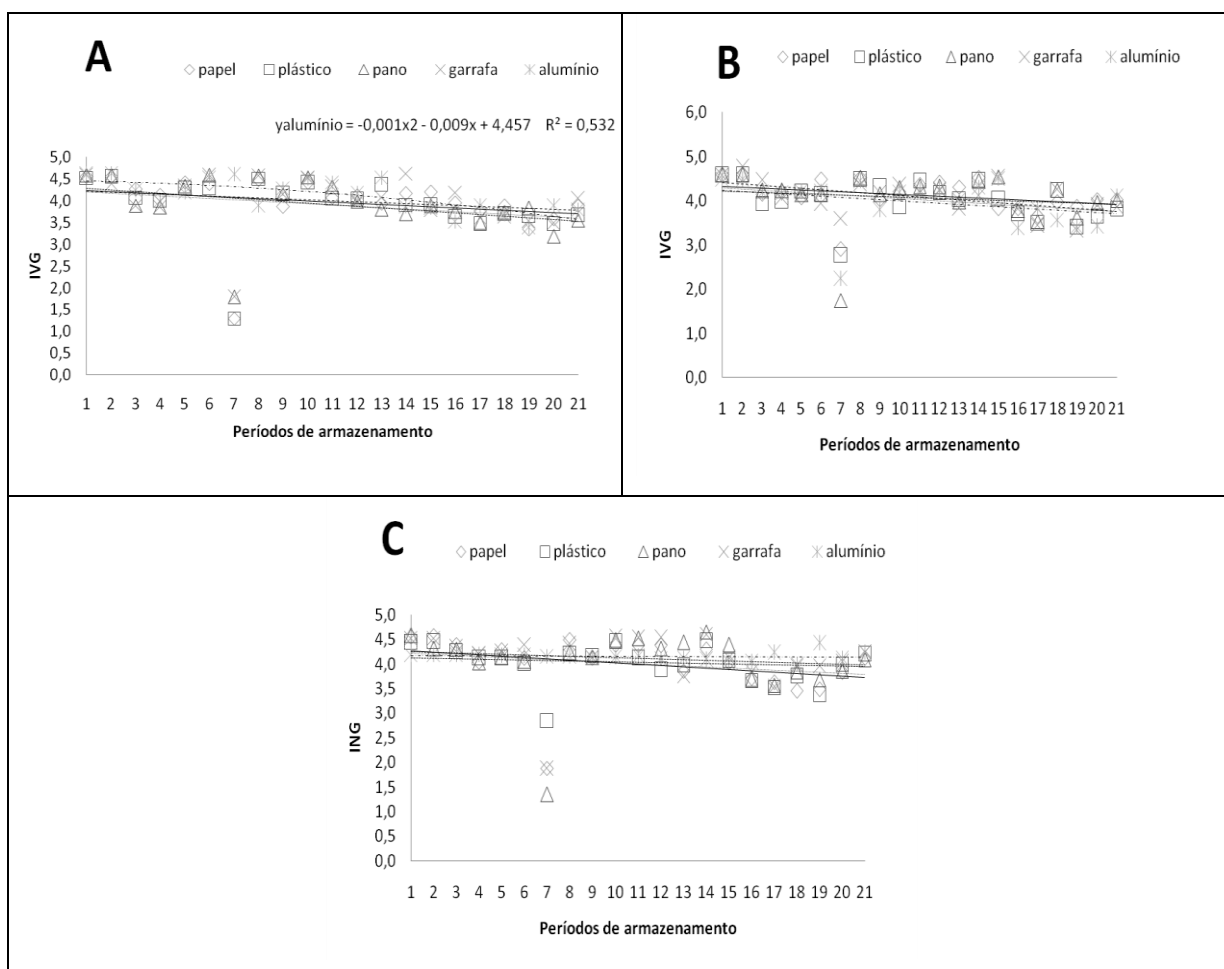
Os dados da primeira contagem de germinação não se ajustaram aos modelos de regressão polinomial, porém foram influenciados pelos fatores isolados (embalagens e ambientes), uma vez que a partir do décimo sexto mês de armazenamento ocorreu redução nos valores (Figura 5). Ainda pode-se observar que nos 11, 13 e 14º períodos de armazenamento ocorreram decréscimos no vigor quando as sementes foram acondicionadas na embalagem de pano, sendo que no 14º período na embalagem de garrafa PET verificou-se o menor valor de germinação por ocasião da primeira contagem para as sementes armazenadas no ambiente de laboratório (Figura 5A).



**Figura 5.** Primeira contagem de germinação de sementes de *Dimorphandra gardneriana* armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.

Em ambiente de câmara fria, no 11º período de armazenamento a germinação na primeira contagem decresceu drasticamente na embalagem de garrafa PET (Figura 5B), essa redução também foi observada neste mesmo período para as sementes armazenadas em câmara fria (Figura 5C), na embalagem de alumínio.

Em relação aos dados do índice de velocidade de germinação, apenas para as sementes acondicionadas na embalagem de alumínio no ambiente natural de laboratório houve ajuste ao modelo de regressão quadrática (Figura 6A), com valor máximo de 4,4, além disso, observa-se neste mesmo ambiente uma redução nos valores, para as sementes acondicionadas nas embalagens de papel (1,805), pano (2,614), plástico (2,786) e garrafa PET (3,121) no 11º período de armazenamento.



**Figura 6.** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Dimorphandra gardneriana* armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.

Quanto ao ambiente de câmara fria a resposta do índice de velocidade de germinação das sementes foi variada ao longo do armazenamento, sendo obtido ao

final do trabalho valores ainda elevados deste índice nas embalagens de papel (4,0), plástico (3,8), pano (4,0), garrafa PET (3,9) e alumínio (4,1) (Figura 6B). No ambiente de geladeira ocorreu um decréscimo de 0,90 neste índice na embalagem de pano quando as sementes passaram pelo 19º período em relação ao início do armazenamento (Figura 6C).

Para as sementes de *Tabebuia serratifolia* (SOUZA et al., 2005; SILVA et al., 2012), *Tabebuia roseoalba* e *Tabebuia impetiginosa* (BORBA-FILHO e PEREZ et al., 2009) de forma diferenciada ao comportamento das sementes de *Dimorphandra gardneriana*, foi observado decréscimo do índice de velocidade de germinação ao longo do armazenamento.

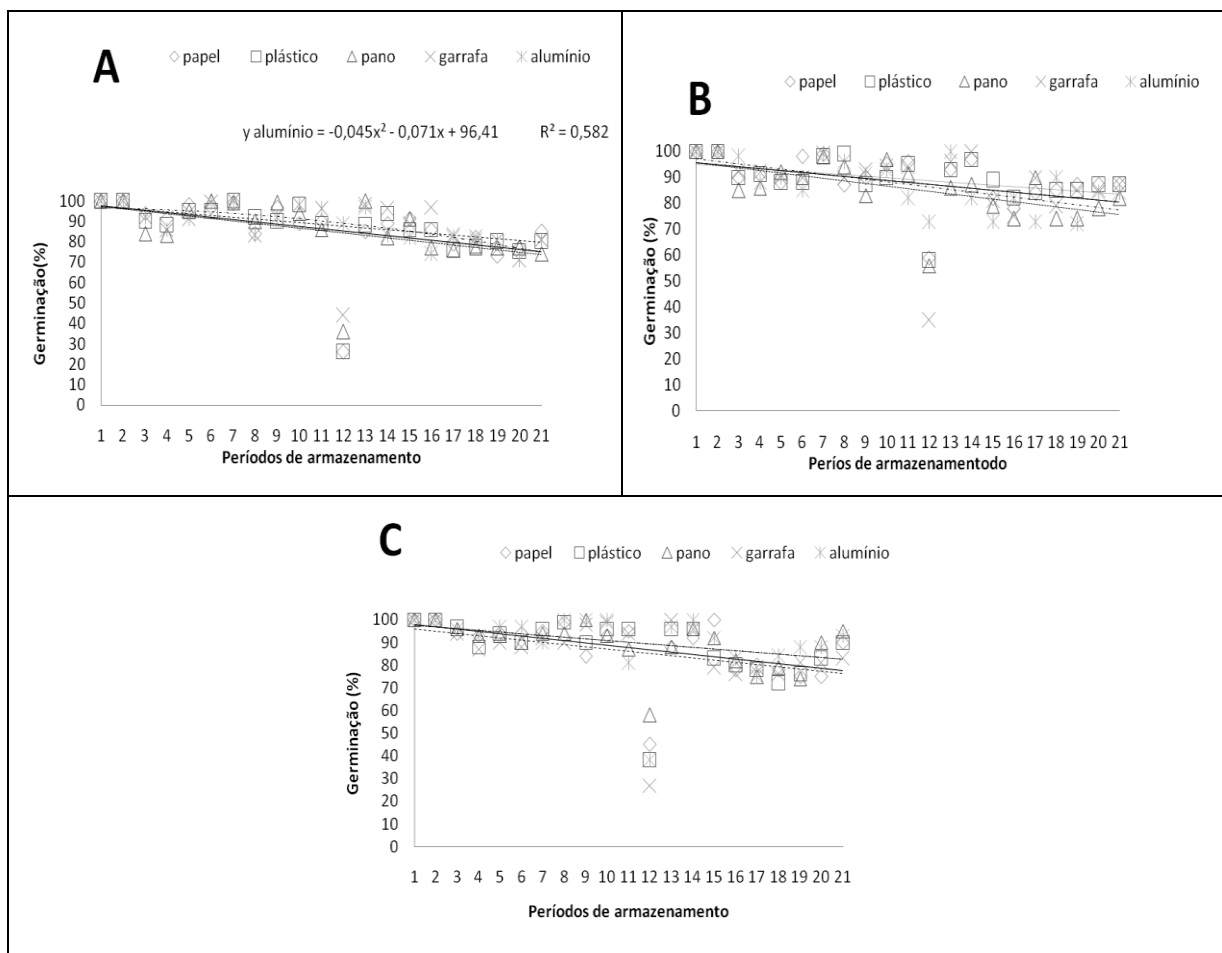
A estimativa do vigor das sementes apenas pela avaliação do índice de velocidade de germinação, segundo Marcos-Filho (2015) é difícil, uma vez que o termo vigor está relacionado às manifestações do comportamento das sementes em campo ou durante o armazenamento, sendo o resultado do teste de germinação sob condições favoráveis ineficiente.

O modelo quadrático descreve adequadamente a porcentagem de germinação das sementes de *D. gardneriana* quando acondicionadas nas embalagens de alumínio no ambiente de laboratório, cujo valor máximo estimado da germinação foi de 97%; para as sementes das embalagens de papel e plástico e armazenadas no laboratório (Figura 7A) verificou-se germinação mínima de 26% no 11º período de armazenamento. Neste mesmo período para as sementes acondicionadas em garrafas PET e armazenadas em câmara fria e geladeira (Figura 7B e C) também houve reduziu na germinação, cujos valores foram de 35 e 27%, respectivamente. Apesar desta redução na porcentagem de germinação no 11º período de armazenamento, nos períodos sucessivos observa-se elevados valores.

Dessa forma comprova-se que não ocorreu perda de vigor e viabilidade das sementes durante o acondicionamento, cuja manutenção da qualidade fisiológica ocorreu, provavelmente, devido a estabilidade nos teores de água das sementes, que segundo Varela e Façanha (1987) induzem na redução da taxa respiratória e contribuem para estabilidade e diminuição do metabolismo das sementes enquanto armazenadas, impedindo a deterioração dos tecidos e possibilitando a elevada germinação.

De forma diferenciada ao desempenho das sementes de *D. gardneriana* verifica-se que em muitas espécies florestais ao longo do armazenamento as sementes perderam o seu poder germinativo, a exemplo de pau-ferro - *Caesalpinia*

*leiostachya* (Benth.) Ducke (BIRUEL et al., 2007), ipê-verde - *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart.) (MELO, 2009), visgueiro - *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walpers. (SILVA et al., 2014) e ipê-roxo *Tabebuia heptaphylla* Vell. (MARTINS et al., 2012).



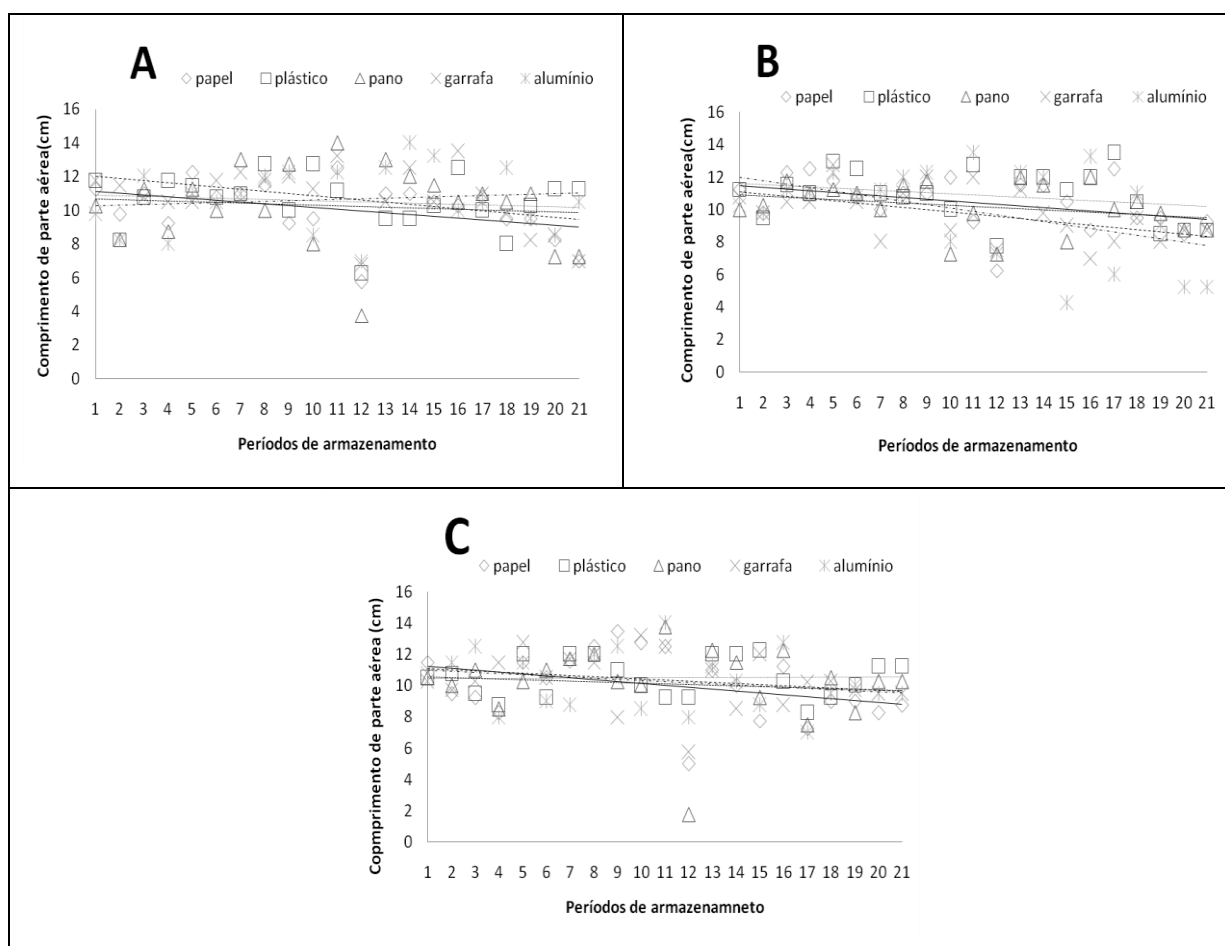
**Figura 7.** Porcentagem de germinação de sementes de *Dimorphandra gardneriana* armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.

Os valores do comprimento da parte aérea e raiz primária (Figuras 8 e 9) reduziram ao longo do armazenamento, sendo que no 11º período ocorreu uma queda elevada no desenvolvimento das plântulas oriundas de sementes de todas as embalagens e ambientes, cuja redução foi observada com maior discrepância na embalagem de pano nos ambientes de laboratório (parte aérea - 3,75 cm e raízes - 1,75 cm) e geladeira (parte aérea - 1,75cm e raízes - 1,50 cm). Esse declínio no desenvolvimento das plântulas foi causado, provavelmente, pelo ataque de fungos identificados como *Aspergillus* sp., *Rhizopus stolonifer* e *Aspergillus niger* constatados após análise fitopatológica.

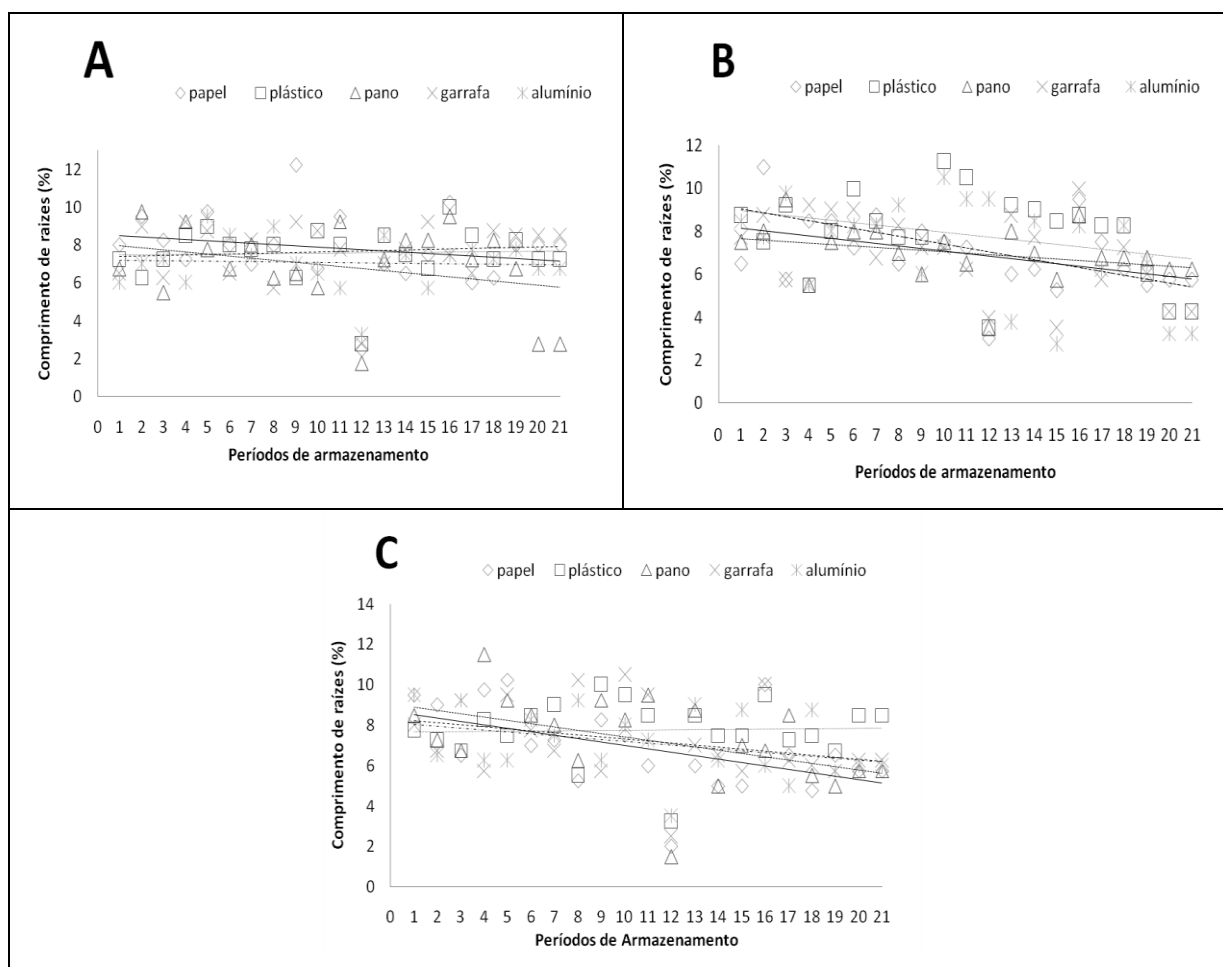


Em sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas*), assim como naquelas de *Dimorphandra gardneriana* foram observados vários gêneros de fungos de armazenamento, sendo o *Aspergillus* sp., seguidos de *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp. os mais de maior frequência (KOBAYASTI et al., 2011).

Desta forma, a presença destes patógenos associados às sementes pode causar danos, dentre eles, a morte em pré-emergência, podridão radicular, redução no tamanho das plântulas, tombamento de mudas, descoloração de tecidos, infecções latentes entre outros (NEERGAARD 1977). Além disso, durante o armazenamento, o conteúdo de água das sementes deve ser mantido em níveis adequados para prevenir o desenvolvimento de microorganismos patogênicos (GOLDFARB e QUEIROGA, 2013).



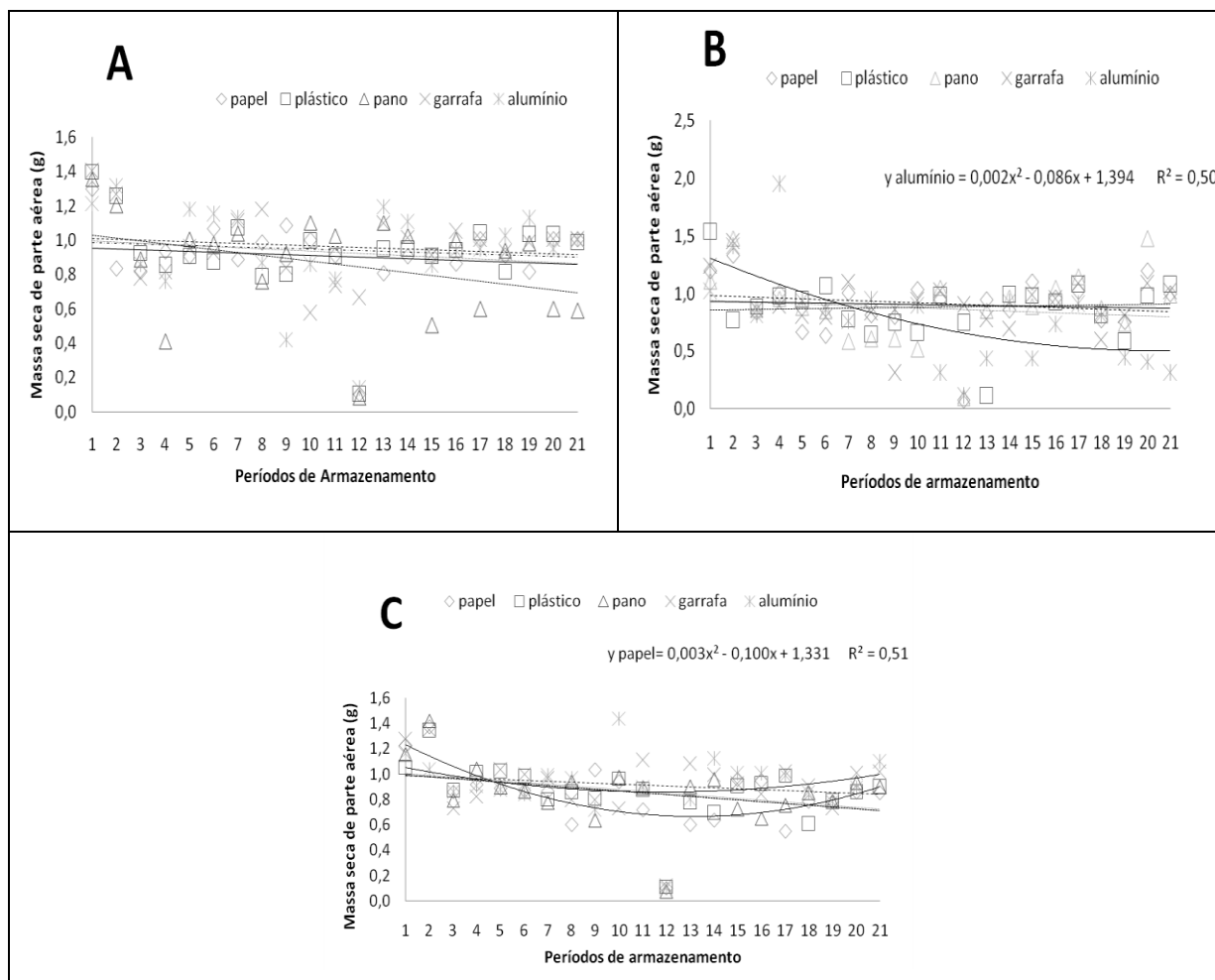
**Figura 8.** Comprimento da parte aérea de plântulas de *Dimorphandra gardneriana* oriundas de sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.



**Figura 9.** Comprimento da raiz primária de plântulas de *Dimorphandra gardneriana* oriundas de sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.

Quanto à fitomassa seca da parte aérea das plântulas de *Dimorphandra gardneriana* (Figura 10) verificou-se, assim como nas demais características avaliadas neste armazenamento, que ocorreu uma redução nos resultados no 11º período (Figura 10A, B e C). Além disto, nota-se que alguns dados de massa seca da parte aérea se ajustaram ao modelo de regressão quadrática, a exemplo do ambiente de câmara fria na embalagem de alumínio, bem como na geladeira em embalagem de papel, em que computou-se o peso máximo de 1,355 e 1,588g, respectivamente (Figura 10B e C). No ambiente natural de laboratório as plântulas obtiveram o seu máximo peso (1,121 g) quando foram originadas de sementes armazenadas em embalagens de papel alumínio aos 585 dias (Figura 10A). Para o ambiente de câmara fria, o valor máximo de 1,948 g foi obtido aos 135 dias e na geladeira o máximo

conteúdo de massa seca (1,438 g) ocorreu aos 450 dias de armazenamento, ambos na embalagem de garrafa PET (Figura 10B e C).

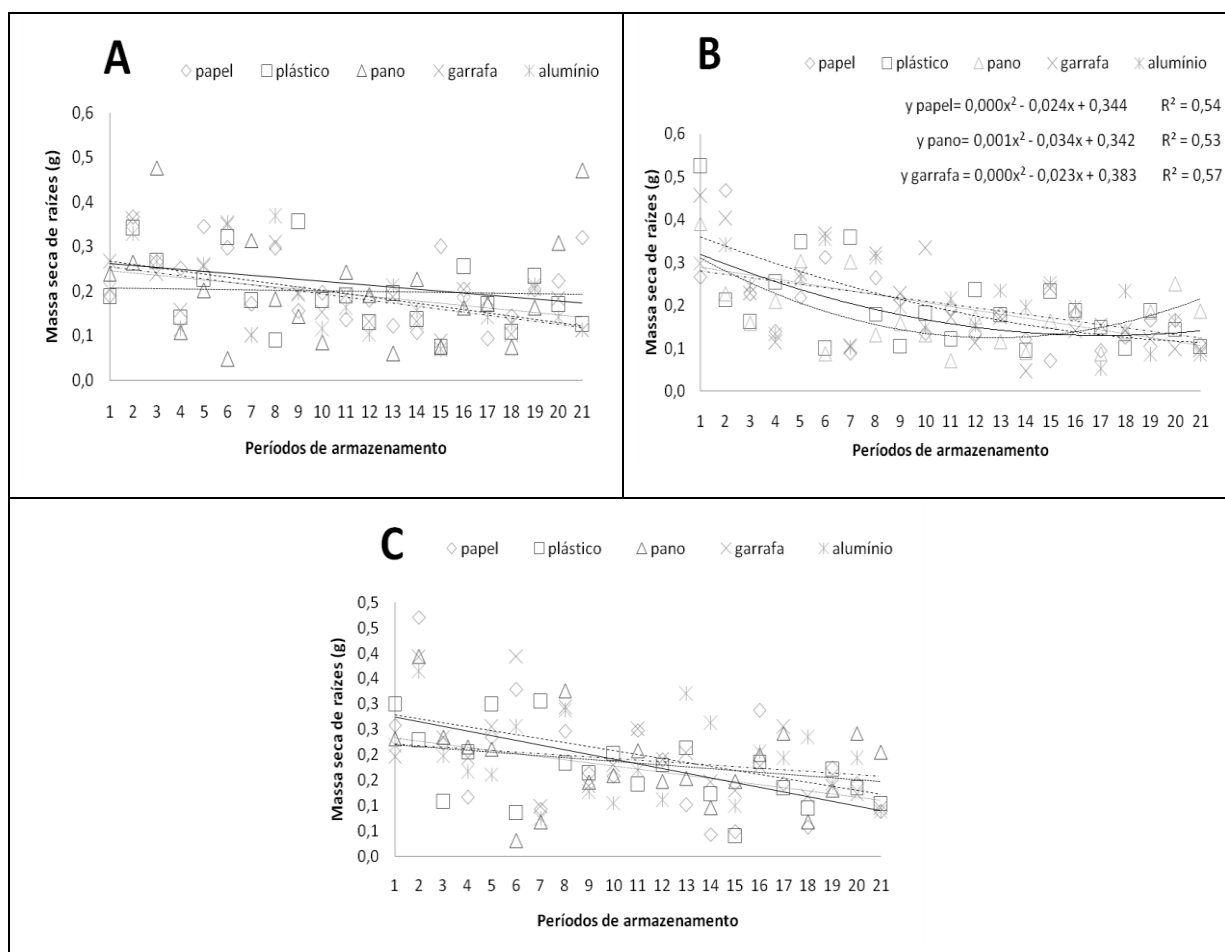


**Figura 10.** Massa seca da parte aérea de plântulas de *Dimorphandra Gardneriana* oriundas de sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.

Para as plântulas de pitomba - *Talisia esculenta* (A. St.-Hil.) Radlk. (SENA et al., 2016) também ocorreu redução na fitomassa ao longo do armazenamento. Esse decréscimo pode ter ocorrido porque as sementes não foram armazenadas em condições adequadas não havendo a possibilidade de manter a viabilidade e o vigor, que são refletidos no tamanho e peso das plântulas (OLIVEIRA et al., 2011; BATISTA et al., 2011; REIS et al., 2012; SCALON et al., 2012).

Com relação à massa seca das raízes constatou-se resposta quadrática significativa apenas para os dados do ambiente de câmara fria nas embalagens de papel, pano e garrafa PET, cuja estimativa do peso máximo foi de 0,392; 1,128 e

0429 g, respectivamente, na devida ordem destas embalagens (Figura 11B). Em relação ao maior desempenho na fitomassa seca de raízes a embalagem de pano foi a que proporcionou os maiores valores no ambiente de laboratório (0,470 g), câmara fria (0,250 g) e geladeira (0,242 g) no 21º período de armazenamento (Figura 11A, B e C).



**Figura 11.** Massa de raízes de plântulas de *Dimorphandra gardneriana* oriundas de sementes armazenadas em ambiente natural de laboratório (A), câmara fria (B) e geladeira (C), em diferentes embalagens por 20 períodos.

A resposta da massa seca das plântulas mostrou-se variável em relação aos três ambientes e as cinco embalagens ao longo dos períodos em que as sementes de *Dimorphandra gardneriana* estiveram armazenadas, essa variação pode ser justificada pelas considerações de Floriano (2014) e Marcos-Filho (2015) em que as condições impostas no armazenamento agem de forma independente, mesmo sob a mesmo sob condições semelhantes, pois o processo de deterioração ocorre individualmente em cada semente, levando a uma perda gradual e diferenciada de viabilidade e vigor.

#### 4. Conclusões

As sementes de *Dimorphandra gardneriana* Tull. se mantiveram viáveis e com alta qualidade fisiológica por até 20 períodos de armazenamento;

As embalagens de plástico e garrafa PET são as mais adequadas para o armazenamento destas sementes.

#### 5. Referências Bibliográficas

BATISTA, I.M.P.; FIGUEIREDO, A.F.; SILVA, A.M.; SILVA, T.A.F. Efeito de embalagens, ambientes e períodos de armazenamento na germinação e no vigor das sementes de cedro (*Cedrela odorata*) em Manaus - AM. **Revista Floresta**, v.41, n.4, p.809-818, 2011.

BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTAL, M.D.; ROTA, G.R. (ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPEL, 2003. p.369-418.

BIRUEL, R.P.; AGUIAR, I.B.; PAULA, R.C. Germinação de sementes de pau-ferro submetidas a diferentes condições de armazenamento, escarificação química, temperatura e luz. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.151-159, 2007.

BORBA-FILHO, A.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.259-269, 2009.

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

FIGUEIREDO NETO, A.; DANTAS, B.F.; ALMEIDA, F.A.C.; LIMA, M.S.; SILVA, F.F.S. Influência da embalagem e do local de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de abóbora 'jacarezinho' (*Curcubita moschata* Duch). **Engenharia na Agricultura**, v.22, n.4, p.294-305, 2014.

FLORIANO, E.P. **Armazenamento de sementes florestais**. Caderno Didático n.1, 1ed. Santa Rosa, 2004. 10p.

GOLDFARB, M.; QUEIROGA, V.P. Considerações sobre o armazenamento de sementes. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.7, n.3, p.71-74, 2013.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; GONÇALVES, E.P.; COSTA, E.G.; MEDEIROS, M.S. Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n.1, p.68-75, 2012.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; FRANÇA, P.R.C.; SANTOS, S.S. Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *Amburana*

cearensis (Allemão) A.C. Smith. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p.331-342, 2010.

KOBAYASTI, L.; ADORIAM, A.I.; PAIVA NETO, V.B.; ALVES, C.Z.; ZUFFO, M.C.R. Incidência de fungos em sementes de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p.385-390, 2011.

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

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

MARTINS, L.; LAGO, A. A.; CÍCERO, S. M. Conservação de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p.108-112, 2012.

MELO, P.R.B. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de ipê-verde (*Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart.)**. 2009. 122f. Tese - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2009.

MONTANO, H.G.; SILVA, G.S.; ROCHA, R.C.; JIMENEZ, N.Z.A.; PEREIRA, R.C.; BRIOSO, P.S.T. Phytoplasma in "fava d'anta" tree (*Dimorphandra gardneriana*) in Brazil. **Bulletin of Insectology**, v.60, n.2, p.147-148, 2007.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: The MacMillan Press, 1977. 839p.

OLIVEIRA, M.T.R.; BERBERT, R.C.P.; PEREIRA, R.C.; VIEIRA, H.D.; THIEBAUT, J.T.L.; CARLESSO, V.O. Qualidade fisiológica e potencial de armazenamento de sementes de carambola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.236-244, 2009.

OLIVEIRA, L.M.; BRUNO, R.L.A.; SILVA K.R.G.; ALVES, E.U.; SILVA, G.Z. A.P.A. Qualidade fisiológica de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.289-298, 2011.

REIS, R.C.R.; PELACANI, C.R.; ANTUNES, C.G.C.; DANTAS, B.F.; CASTRO, R.D. Physiological quality of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (Leguminosae - Papilionoideae) seeds subjected to different storage conditions. **Revista Árvore**, v.36, n.2, p.229-235, 2012.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; LIMA, A.A. Germination of *Croton urucurana* L. seeds exposed to different storage temperatures and pre-germinative treatments. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.84, n.1, p.191-200, 2012.

SENA, L.H.M.; MATOS, V.P.; MEDEIROS, J.E.; SANTOS, H.H.D.; ROCHA, A.P.; FERREIRA, R.L.C. Storage of pitombeira seeds [*Talisia esculenta* (A. St. Hil) Radlk - Sapindaceae] in different environments and packagings. **Revista Árvore**, v.40, n.3, p.435-445, 2016.

SILVA, D.G.; CARVALHO, M.L.M.; NERY, M.C.; OLIVEIRA, L.M.; CALDEIRA, C.M. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante o armazenamento de sementes de *Tabebuia serratifolia*. **Cerne**, v.17, n.1, p.1-7, 2011.

SILVA, F.S.; PORTO, A.G.; PASCUALI, L.C.; SILVA, F.T.C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-ambientais**, v.8, n.1, p.45-56, 2010.

SILVA, J.R.O.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; SILVA, I.C.O. Armazenamento de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae) em diferentes embalagens e ambientes. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.4, p.457-467, 2014.

SOUZA, G.A.; MARTINS, E.R. Análise de risco de erosão genética de populações de fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.6, n.3, p.42-47, 2004.

SOUZA, P.P.; MOTOIKE, S.Y.; CARVALHO, M.; KUKI, K.N.; LIMA E BORGES, E.E.; SILVA, A.M. Storage on the vigor and viability of macauba seeds from two provenances of Minas Gerais State. **Ciência Rural**, v.46, n.11, p.1932-1937, 2016.

SOUZA, V.C.; ANDRADE, L.A.; CRUZ, F.R.S.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, L.S.B. Conservação de sementes de marizeiro *Geoffroea spinosa* Jacq. utilizando diferentes embalagens e ambientes. **Ciência Florestal**, v.21, n.1, p.93-102, 2011.

SOUZA, V.C.; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, L.A. Vigor de sementes armazenadas de ipê amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.833-841, 2005.

TRESENA, N.L.; MATA, M.E.M.R.C.; DUARTE, M.E.M.; MORAES, A.M.; DIAS, V.S. Qualidade fisiológica da semente de ipê rosa (*Tabebuia heptahylla* (Vellozo) Toledo) submetidas à criopreservação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.11, n.1, p.87-93, 2009.

VARELA, V.P.; FAÇANHA, J.G.V. Secagem de sementes de cumaru: influência sobre a germinação e vigor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.9/10, p.959-963, 1987.