

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

**FENOLOGIA, QUALIDADE DE DIÁSPOROS E MICROPROPAGAÇÃO DE
BARAÚNA (*Schinopsis brasiliensis* Engler.)**

AREIA-PB

2014

EDNA DE OLIVEIRA SILVA

**FENOLOGIA, QUALIDADE DE DIÁSPOROS E MICROPROPAGAÇÃO DE
BARAÚNA (*Schinopsis brasiliensis* Engler.)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Comitê de orientação: Riselane de Lucena Alcântara Bruno

Mailson Monteiro do Rego

AREIA-PB

2014

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

S586f Silva, Edna de Oliveira.

Fenologia, qualidade de diásporos e micropropagação de *Baraúna* (*Schinopsis
brasiliensis* Engler.) / Edna de Oliveira Silva. - Areia: UFPB/CCA, 2014.
151 f. : il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade
Federal da Paraíba, Areia, 2014.

Bibliografia.

Orientadores: Riselane de Lucena A. Bruno e Mailson Monteiro do Rego.

1. *Baraúna* 2. Fenologia 3. Qualidade fisiológica 3. Micropropagação I. Bruno,
Riselane de Lucena Alcântara (Orientadora) II. Rego, Mailson Monteiro (Orientador)
III. Título.

UFPB/CCA

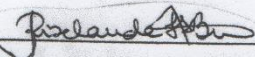
CDU: 582.677.2(043.2)

EDNA DE OLIVEIRA SILVA

FENOLOGIA, QUALIDADE DE DIÁSPOROS E MICROPROPAGAÇÃO DE
BARAÚNA (*Schinopsis brasiliensis* Engler.)

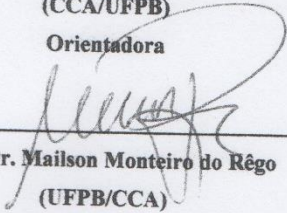
Aprovado em: 21/02/2014

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dra. Riselane de Lucena A. Bruno

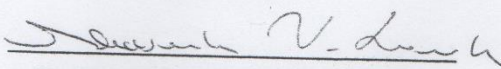
(CCA/UFPB)

Orientadora


Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rêgo

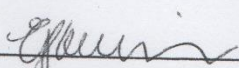
(UFPB/CCA)

Examinador


Prof. Dr. Alecksandra Vieira de Lacerda

(UFCG/Campus de Sumé)

Examinadora


Prof. Dr. Everaldo Paulo de Medeiros

(EMBRAPA-Algodão)

Examinador

OFERECIMENTO

À DEUS

Todas as minhas realizações só são possíveis porque existe alguém muito especial que me concedeu a vida, o amor de meus pais, a força e coragem para lutar e vencer os desafios da vida. Nos caminhos por onde andei encontrei muitos obstáculos e se não fosse a força divina que me acompanha talvez tivesse fraquejado e desistido de lutar por meus objetivos. Por essa razão, tenho muito a agradecer à Deus, principalmente por todos os dias de vida que me concedeu para trilhar nesta longa estrada de flores e espinhos.

Dedico este trabalho:

À Deus,

À meus pais que são tudo para mim, que me ensinaram a ser uma pessoa de caráter (Marly e Manoel) Obrigado por tudo...

Meus irmãos (Edson e Silmara),

Meu marido (Ricardo) pelo amor, carinho e incentivo...

Avós (in memorian), tios e primos,

Clemilda e família pelo incentivo,

Oziane (Dinha) e família pelo apoio

À professora Riselane, ao professor Mailson pelos ensinamentos

E à todos aqueles que valorizam o amor, a humildade, a ética profissional e o caráter humano; e não as riquezas materiais mundanas que são passageiras...

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, na realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos e admiração: Riselane de Lucena Alcântara Bruno e ao Professor Mailson Monteiro do Rêgo, por toda atenção e presteza concedidos desde o início dos experimentos.

Agradeço ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização do curso, a Coordenadora do Programa: Prof. Dra. Luciana Cordeiro, a Vice-Coordenadora: Profa. Dra. Edna Ursulino Alves. Aos funcionários: Eliane Araújo, Jacob e Francisco pela amizade. Agradeço a CAPES pela concessão de bolsa, para a realização deste trabalho.

A todos os professores do CCA, em especial à: Prof. Alberício Pereira de Andrade, Prof. Dr. Ivandro de França da Silva, prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida (UFCG), prof. Dra. Elizanilda Ramalho, prof. Dr. Walter Efrain, prof. Dr. José Alves Barbosa, prof. Ademar Pereira de Oliveira, prof. Dr. Heretiano (*in memória*). Ao professor Renato da UFLA (pela prestimosa colaboração no trabalho de raios X).

À todos os funcionários do prédio central e aos funcionários da biblioteca, a todos os funcionários da limpeza (Por manterem nosso ambiente limpo), aos funcionários do Laboratório de Sementes na pessoa de Ruy, Severino e Antônio Alves, pela prestimosa ajuda.

À todos os meus amigos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Zootecnia, Solos e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Em especial a Dayana Medeiros, Daniela Senas, Gilmar Gurjão Carneiro, Flávio Farias Gurjão, Glayciane Góis, Patrícia Alexandre, Evio, Luís, Cibele, Pollyanna, Jailma, Priscila, Danielle Oliveira, Amanda, Givanildo, Yane Azevedo, Jôse Maia, Márcia, Nice, Leandra, Cosmo, Severino, Evio, Rosimere (bióloga), Idaline, Márcia, Rossana, Luciana, Katiane, Fabrício, Pablo, Talles (pela ajuda no trabalho do raio X). Aos estagiários, bolsistas, mestrandos e doutorandos do Laboratório de Análise de Sementes minha devida atenção, pela amizade e convívio harmonioso.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT.....	xix
CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Caracterização da Caatinga.....	3
2.2 Dispersão e sobrevivência das espécies da Caatinga	4
2.3 Características morfológicas e importância econômica da baraúna.....	6
2.4 Fenologia de espécies da Caatinga.....	7
2.5 Dormência em sementes.....	8
2.6 Importância do teste de raios X em sementes.....	11
2.7 Micropropagação.....	13
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
CAPÍTULO 2. FENOLOGIA DE BARAÚNA (<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engler).....	25
RESUMO.....	25
ABSTRACT.....	26
1. INTRODUÇÃO.....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
2.1 Área de estudo.....	29
2.2 Seleção dos indivíduos amostrados.....	30
2.3 Métodos de avaliação.....	33
2.3.1 Percentual de intensidade de Fournier.....	33
2.3.2 Índice de atividade.....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4. CONCLUSÕES.....	42
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

CAPÍTULO 3. QUALIDADE FÍSICA, FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE DIÁSPOROS DE (<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engler).....	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
1. INTRODUÇÃO.....	49
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	52
2.1 Coleta dos frutos.....	52
2.2 Teor de água.....	53
2.3 Caracterização biométrica.....	53
2.4 Atributos fisiológicos.....	54
2.4.1 Teste de germinação.....	54
2.4.2 Germinação na primeira contagem.....	54
2.4.3 Índice de velocidade de germinação (IVG).....	55
2.4.4 Comprimento e massa seca de plântulas.....	55
2.4.5 Caracterização morfológica e crescimento inicial de plântulas.....	55
2.5 Avaliação dos lotes quanto à danificação nas sementes.....	55
2.6 Teste de sanidade.....	56
2.7 Delineamento experimental e análise estatística.....	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
3.1 Teor de água.....	57
3.2 Caracterização biométrica.....	57
3.3 Atributos fisiológicos.....	64
3.3.1 Teste de germinação e vigor.....	64
3.3 Caracterização morfológica e crescimento inicial de plântulas.....	67
3.4 Avaliação dos lotes quanto à danificação nas sementes.....	71
3.5 Qualidade sanitária.....	73
4. CONCLUSÕES	76
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
CAPÍTULO 4. TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM DIÁSPOROS DE BARAÚNA (<i>S. brasiliensis</i> Engler.).....	82
RESUMO.....	82
ABSTRACT.....	83

1.INTRODUÇÃO.....	84
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	87
2.1 Experimento 1. Escarificação mecânica.....	87
2.2 Experimento 2. Imersão em água quente.....	88
2.3 Delineamento experimental e análise estatística.....	88
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
3.1 Experimento 1. Escarificação mecânica.....	88
3.3 Experimento 2. Imersão em água quente.....	94
4. CONCLUSÕES	99
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
CAPÍTULO 5. UTILIZAÇÃO DO TESTE DE RAIOS X PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engler.....	104
RESUMO	104
ABSTRACT.....	105
1.INTRODUÇÃO.....	106
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	109
2.1 Material vegetal.....	109
2.2 Determinação do teor de água das sementes.....	110
2.3 Teste de raios X.....	110
2.4 Teste de Germinação após o teste de raios X.....	111
2.5 Índice de velocidade de germinação (IVG).....	111
2.6 Comprimento e massa seca de plântulas.....	112
2.7 Procedimento estatístico.....	112
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	112
4. CONCLUSÕES	118
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
CAPÍTULO 6: MICROPROPAGAÇÃO DE SEMENTES DE BARAÚNA (<i>S. brasiliensis</i> Engler) SUBMETIDAS A DIFERENTES MEIOS DE CULTIVO.....	121
RESUMO.....	122
ABSTRACT.....	123
1. INTRODUÇÃO.....	124
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	127

2.1 Material vegetal e assepsia.....	127
2.1.2 Teor de água.....	127
2.2.2 Desinfestação.....	127
2.2 EXPERIMENTO 1. Tratamentos pré-germinativos e doses de sacarose.....	127
2.3 EXPERIMENTO 2. Diferentes meios de cultivo na germinação <i>in vitro</i> de sementes de <i>S. brasiliensis</i>.....	130
2.3.1 Estabelecimento <i>in vitro</i>.....	130
2.4 EXPERIMENTO 3. Influência da posição de semeio das sementes no meio de cultivo.....	131
2.5 Experimento 4. Multiplicação de brotações.....	132
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	133
3.1 EXPERIMENTO 1. Tratamentos pré-germinativos e doses de sacarose.....	133
3.2 EXPERIMENTO 2. Diferentes meios de cultivo na germinação <i>in vitro</i> de sementes de <i>S. brasiliensis</i>.....	138
3.3 Influência da posição de semeio no meio de cultivo.....	141
3.4 EXPERIMENTO 4. Multiplicação de brotações.....	143
4. CONCLUSÃO.....	145
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	146
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	146

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Estatística circular das fenofases para ocorrência de sazonalidade em <i>S.brasiliensis</i> (Fournier).....	34
Tabela 2	Estatística circular das fenofases para ocorrência de sazonalidade em <i>S.brasiliensis</i> (Atividade).....	35

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Parâmetros estatísticos para comprimento, largura e espessura de frutos de quatro lotes de baraúna (<i>S.brasiliensis</i>).....	59
Tabela 2	Parâmetros estatísticos para comprimento, largura e espessura de sementes de quatro lotes de baraúna (<i>S.brasiliensis</i>).....	60
Tabela 3	Resumo da análise de variância das variáveis: germinação, primeira contagem (P.C), plântulas anormais (P.A), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (C.P.A) e raiz (C.R), massa seca da parte aérea (M.S.P.A) e da raiz (M.S.R).....	64
Tabela 4	Germinação, primeira contagem (P.C), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas anormais (P.A) de lotes distintos de baraúna.....	65
Tabela 5	Comprimento da parte aérea (C.P.A), comprimento da raiz (C.R), massa seca da raiz (M.S.P.A) e massa seca da raiz.....	67
Tabela 6	Resumo da análise de variância da patologia de sementes de baraúna provenientes de lotes de diferentes procedências.....	73
Tabela 7	Germinação, contaminação e porcentagem de <i>Aspergillus niger</i> e <i>Chaetomium</i> em sementes de baraúna de quatro lotes de procedências distintas.....	74

CAPÍTULO 4

Tabela 1	Resumo da análise de variância para emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas anormais, sementes infestadas, chochas e sementes mortas.....	89
Tabela 2	Resumo da análise de variância do vigor representado pelo comprimento da parte aérea (C.PA), comprimento da raiz (C.RA), massa seca da parte aérea (MS.PA) e massa seca da raiz (MS.RA) de plântulas submetidas aos tratamentos pré-germinativos.....	89
Tabela 3	Emergência de plântulas (E.M), índice de velocidade de emergência (IVE), plântulas anormais (P.A), sementes infestadas por insetos (S.I), sementes chochas (S.CH) e sementes mortas (S.M).....	90
Tabela 4	Comprimento de parte aérea (C.PA), comprimento de raiz (C.R), massa seca de parte aérea (M.S.P.A) e massa seca de raiz (M.S.R)....	93
Tabela 5	Resumo da análise de variância da porcentagem de emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE), plântulas anormais, sementes infestadas, chochas e sementes mortas.....	94
Tabela 6	Resumo da análise de variância do vigor representado pelo comprimento da parte aérea (C.PA), comprimento da raiz (C.RA), massa seca da parte aérea (MS.PA) e massa seca da raiz (MS.RA) de plântulas submetidas aos tratamentos pré-germinativos.....	95

CAPÍTULO 5

Tabela 1	Resumo da análise de variância das variáveis: sementes cheias (S.C), sementes danificadas por insetos (S.I), sementes chochas (S.CH) e sementes contaminadas (S.CONT).....	114
Tabela 2	Resumo da análise de significância para as variáveis: germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas anormais (P.A), comprimento da parte aérea (C.P.A), comprimento da raiz (C.R), massa seca da parte aérea (M.S.P.A) e massa seca da raiz (M.S.R).....	115

Tabela 3	Categorias de sementes identificadas pelo teste de raios X em sementes de <i>S. brasiliensis</i>	117
Tabela 4	Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPR), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR).....	118

CAPÍTULO 6

Tabela 1	Tratamentos pré-germinativos aplicados para a superação de dormência em sementes de <i>S. brasiliensis</i>	130
Tabela 2	Resumo da análise de variância das variáveis: germinação, comprimento do hipocótilo, epicótilo e raiz.....	137
Tabela 3	Germinação <i>in vitro</i> de sementes, comprimento do hipocótilo, epicótilo e raiz de plântulas de <i>S. brasiliensis</i> submetidas à diferentes tratamentos pré-germinativos.....	139
Tabela 4	Resumo da análise de variância da germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), plântula anormal, plântulas mortas (pl.mortas), comprimento da parte aérea (Comp.PA), comprimento da raiz (Comp. Raíz).....	143
Tabela 5	Influência dos meios de cultivo na germinação, plântulas mortas (Pl.mortas), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e no índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas de baráúna (<i>S. brasiliensis</i>).....	143
Tabela 6	Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação, plântulas anormais (PA) índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e número de folhas por plântula (NF).....	146
Tabela 7	Germinação, Índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de radícula (CR) e número de folhas por plântulas (NF).....	147

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1	Marcação dos indivíduos arbóreos de <i>Schinopsis brasiliensis</i>	32
Figura 2	Ilustração dos trinta indivíduos georreferenciados de <i>S. brasiliensis</i>	32
Figura 3	Fenofases de brotamento (A), floração (B), frutificação (C) e senescência (D) de <i>Schinopsis brasiliensis</i>	33
Figura 4	Intensidade de Fournier apresentada por <i>S. brasiliensis</i> nas fenofases vegetativa de brotamento e senescência, durante a realização do experimento (2009-2013).....	39
Figura 5	Intensidade de Fournier apresentada por <i>S. brasiliensis</i> nas fenofases reprodutivas de floração e frutificação durante a realização do experimento (2009-2013).....	41
Figura 6	Porcentagem de indivíduos desempenhando as fenofases vegetativas de brotamento e senescência no período de 2009 a 2013.....	42
Figura 7	Porcentagem de indivíduos desempenhando as fenofases reprodutivas de floração e frutificação nos períodos de 2009 a 2013.....	43

CAPÍTULO 3

Figura 1	Ilustração da mini morsa utilizada para extração do endocarpo dos diásporos de baraúna (Barra = 1cm).....	58
Figura 2	Biometria de frutos de <i>Schinopsis brasiliensis</i> submetidos à análise de Boxplot.....	64
Figura 3	Biometria de sementes de <i>Schinopsis brasiliensis</i> submetidas à análise de Boxplot.....	65
Figura 4	Fruto tipo sâmara alada composto de epicarpo, mesocarpo e endocarpo (A), diásporo contendo a semente em seu interior (B) e	

	semente (C). (Barra = 1cm).....	69
Figura 5	Fruto da baraúna (A), diásporo contendo a semente em seu interior (B), semente (C) e embrião (D) destacando em sua parte superior o eixo hipocótilo-radícula (eh e hi), e plúmula (pl).....	70
Figura 6	Crescimento inicial de raiz e parte aérea de 0 a 21 dias (A) e plântula normal após 30 dias.....	72
Figura 7	Categorias de sementes: chochas, danificadas por insetos, furadas e cheias em quatro lotes de sementes de <i>S.brasiliensis</i>	73
Figura 8	Fotos da semente chocha (A), danificada por insetos broqueadores (B), semente furada (C) e semente cheia (D).....	74

CAPÍTULO 4

Figura 1	Emergência, índice de velocidade de emergência e porcentagem de plântulas anormais oriundas de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos.....	96
Figura 2	Porcentagem de sementes infestadas por insetos, sementes chochas e sementes mortas.....	97
Figura 3	Comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas de baraúna (<i>Schinopsis brasiliensis</i>) oriundas de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos.....	98
Figura 4	Conteúdo de massa seca de plântulas de baraúna (<i>Schinopsis brasiliensis</i>) oriundas de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos.....	99

CAPÍTULO 5

Figura 1	Diásporos de baraúna (<i>S. brasiliensis</i>) dispostos sobre fita adesiva transparente de dupla face, aderida a uma placa de acrílico transparente (A), sementes radiografadas (B) e identificação das sementes para o teste de germinação (C).....	112
Figura 2	Radiografia de diásporos de baraúna submetidos ao teste de raios X, (Barra=1,3 cm).....	116

Figura 3	Sementes cheias radiografadas (A) e plântulas normais obtidas após teste de germinação (B), sementes danificadas por insetos (C), sementes abertas após teste de germinação demonstrando que os insetos consumiram as reservas (D) e sementes chochas após teste de germinação (E), sementes de 1 a 1,4 cm e plântulas de 6 a 8cm.....	118
-----------------	--	-----

CAPÍTULO 6

Figura 1	Diásporo intacto (A) com 1,5cm de comprimento e torno com o diásporo sobre a prensa para remoção da semente (B), lixa e alicate (C), (Barra = 1cm).....	130
Figura 2	Parte aérea de plântula de baraúna (<i>S. brasiliensis</i>) cultivada <i>in vitro</i> (A) e explantes excisados axilar e apical (B), (Barra = 1cm)...	134
Figura 3	Larvas de inseto broqueador do gênero Bruchidae em sementes de <i>S. brasiliensis</i> , (Barra = 4 mm).....	135
Figura 4	Plântulas anormais provenientes de sementes com danificações submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e doses de sacarose no meio de cultivo, (Barra = 1,0 cm).....	139
Figura 5	Germinação de sementes de <i>S. brasiliensis</i> submetidas a diferentes doses de sacarose <i>in vitro</i>	141
Figura 6	Comprimento do hipocótilo, epicótilo e raiz de plântulas de <i>S. brasiliensis</i> submetidas a diferentes doses de sacarose <i>in vitro</i>	142
Figura 7	Explantes com indícios de oxidação, escurecimentos no ápice e na base, (Barra = 1cm).....	148

SILVA, Edna de Oliveira. **FENOLOGIA, QUALIDADE DE DIÁSPOROS E MICROPROPAGAÇÃO DE BARAÚNA** (*Schinopsis brasiliensis* Engler.), Areia: UFPB/CCA, 2014. 150f. (Tese de doutorado em Agronomia).

RESUMO - A baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler) é uma espécie da Caatinga que se destaca por seu potencial madeireiro, uso medicinal e restauração florestal, porém está ameaçada de extinção devido ao uso predatório. Dessa forma, a presente pesquisa teve por objetivo estudar os eventos fenológicos, avaliar a qualidade física, fisiológica e sanitária, analisar os tratamentos pré-germinativos, teste de raios X, bem como a micropropagação dos diásporos de baraúna. A fenologia foi desenvolvida na fazenda Açúde, município de Soledade-PB. Os demais trabalhos foram realizados nos Laboratórios de Análise de Sementes e Biotecnologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba e o teste de raios X no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Lavras. Para a fenologia foram selecionados, marcados e monitorados quinzenalmente 30 indivíduos arbóreos, quantificando-se os eventos fenológicos, usando como método de avaliação o índice de atividade e de intensidade de Fournier, registrando a presença e ausência das fenofases de brotamento, senescência, floração, fruto imaturo e fruto maduro, correlacionando com os dados de precipitação pluvial. Quanto a qualidade física, fisiológica e sanitária foram avaliadas sementes de quatro lotes, de procedências distintas, avaliando-se o comprimento, largura e espessura de frutos e diásporos, realizando-se seguidamente testes fisiológicos de germinação e vigor. Para o teste de sanidade utilizou-se o método do Blotter Test. Para a superação de dormência, no Experimento 1, utilizou-se os tratamentos pré-germinativos: Testemunha (T0), remoção total do endocarpo (T1), escarificação mecânica com lixa (T1), sem (T2) e com embebição em água por 12 (T3) e 24 horas (T4) e desponte (T5); para o Experimento 2, utilizou-se imersão em água quente nas temperaturas de 70, 80, 90 e 100°C, avaliando-se a porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, porcentagem de plântulas anormais, porcentagem de sementes infestadas por insetos, chochas, mortas, comprimento e massa seca da raiz e parte aérea. Quanto a análise de raios X foi realizada para os quatro lotes, através da exposição dos diásporos em aparelho de raios X marca Faxitron® HP MX-20, com intensidade de 26kv e tempo de exposição de aproximadamente 16 segundos. A partir das análises de imagens, procedeu-se a separação em três categorias: sementes cheias, danificadas por insetos, e chochas. Após análise de raios X realizou-se o teste de germinação. Para a micropropagação avaliou-se tratamentos pré-germinativos juntamente com diferentes doses de sacarose, testou-se diferentes meios de cultivo: MS, MS1/2, MPM, B5; e, no ensaio referente a multiplicação utilizou-se quatro dosagens de benzilaminopurina e ácido naftaleno acético. O delineamento empregado para todos os experimentos foi o inteiramente casualizado e os dados submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, com exceção dos tratamentos pré-germinativos que foi o Scott Knott. As fenofases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de *Schinopsis brasiliensis* tem relação direta

com a distribuição temporal e espacial dos pulsos de precipitação. As dimensões de frutos e diásporos de baraúna independe do lote ou da procedência. A baixa porcentagem de germinação dos lotes é influenciada pela presença elevada de sementes danificadas por insetos e em segundo lugar pela presença de sementes chochas. Os principais fungos associados às sementes de baraúna são *Chaetomium* sp., *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp. A remoção do endocarpo é o tratamento pré-germinativo recomendado para superar a dormência dos diásporos de baraúna. O teste de raios X é eficiente para avaliar os danos internos nas sementes de baraúna e independentemente da causa afetam a germinação. A concentração de 20 g.L⁻¹ de sacarose proporciona maior porcentagem de germinação e vigor das plântulas *in vitro*. O meio B5 é o recomendado para a germinação de sementes de baraúna *in vitro* e a fase de multiplicação e regeneração *in vitro* são afetadas pela elevada liberação de compostos fenólicos dos explantes.

PALAVRAS-CHAVE: Semiárido, fenologia, qualidade fisiológica, raios X, micropropagação.

SILVA, Edna de Oliveira. **PHENOLOGY, DIASPORE QUALITY AND MICROPROPAGATION BARAÚNA** (*Schinopsis brasiliensis* Engler.), Areia: UFPB/CCA, 2014. 150p. (Doctoral thesis in Agronomy)

ABSTRACT - The baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler) is a species of the Caatinga that stands out for its timber potential, medicinal use and forest restoration, but is threatened with extinction due to overutilization. Thus, this research aimed to study the phenological events, assess the physical, physiological and sanitary quality, analyze the pre-germination treatments, X-ray test and micropropagation of diaspores baraúna. Phenology was developed in the farm Açude, municipality of Soledade - PB. The remaining studies were conducted in the Laboratório de Análise de sementes e Biotecnologia vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba and the X-ray test in Laboratório de Sementes da Universidade Federal de lavras. For phenology were selected, marked and monitored biweekly 30 individual trees, quantifying phenology, using as evaluation method the index of activity and intensity Fournier, recording the presence and absence of phenophases budding, senescence, flowering, immature fruit and mature fruit, correlating with rainfall data. As physical, physiological and sanitary quality seeds of four lots of different sources were evaluated by assessing the length, width and thickness of fruits and diaspores, to perform following physiological tests of germination and vigor. For health test used the method of Blotter Test. For breaking dormancy, in Experiment 1, we used the pre-germination treatments: control (T0), total removal of the endocarp (T1), mechanical scarification with sandpaper (T1) without (T2) and soaked in water for 12 (T3) and 24 hours (T4) and cutting (T5), for Experiment 2, we used immersion in hot water at temperatures of 70, 80, 90 and 100 °C, by assessing the percentage of emergence, speed index emergency, percentage of abnormal seedlings, percentage of seeds infested by insects, shriveled, dead, length and dry weight of roots and shoots. As for X-ray analysis was performed for the four lots, through exposure of the seeds in the X-ray machine brand Faxitron © HP MX - 20 with 26kv intensity and exposure time of approximately 16 seconds. From the image analysis, we proceeded to split into three categories: full seeds, damaged by insects, and shriveled. After X-ray analysis was carried out germination tests. For micropropagation was evaluated pre-germination treatment with different doses of sucrose, we tested different culture media: MS, MS1/2, MPM, B5, and in the proliferation assay for four dosages used and benzylaminopurine naphthalene acetic acid. The design used for all experiments was randomized and the data subjected to analysis of variance and the averages were compared by Tukey test at 5% probability, with the exception of pre-germination treatments that was the Scott Knott. The stages of vegetative and reproductive development *Schinopsis brasiliensis* is directly related to the temporal and spatial distribution of rainfall pulses. The dimensions of fruit and diaspores baraúna independent lot or provenance. The low germination percentage of the lot is influenced by the high presence of seeds damaged by insects and secondly by the presence of

shriveled seeds. The main fungi associated with seeds of baraúna are *Chaetomium* sp. *Aspergillus niger* and *Penicillium* sp. The removal of the endocarp is the pre-germination treatment recommended for the dormancy of the seeds of baraúna. The X-ray test is efficient to evaluate the internal damage in seeds baraúna and regardless of the cause affect germination. The concentration of 20 gL^{-1} sucrose provides higher germination and seedling vigor *in vitro*. The B5 medium is recommended for seed germination baraúna *in vitro* and multiplication and regeneration *in vitro* are affected by elevated release of phenolic compounds of explants.

KEYWORDS: Semiarid, phenology, physiological quality, X-ray, micropropagation

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO GERAL

A região semiárida brasileira se destaca por apresentar uma multiplicidade de espécies vegetais que se desenvolvem em condições edáficas específicas e variações climáticas peculiares com características complexas e exclusivas dessa região. Porém, essa região está ameaçada e transformada pela ação antrópica.

Na região semiárida brasileira está inserido o bioma Caatinga que ocupa uma área de 844.453 km² correspondendo a aproximadamente 54% da região Nordeste e 11% do território brasileiro, abrangendo os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, parte do Piauí e da Bahia, além de estreita faixa no norte de Minas Gerais (PRADO, 2003; ANDRADE et al., 2005).

A Caatinga é rica em biodiversidade onde se desenvolvem sistemas agropastoris, com riquíssimas espécies vegetais, a grande maioria de importância econômica se destacando pela qualidade da madeira (celulose, fibras, polpa e biomassa para produção de energia), uso medicinal e industrial, produção de mel e utilização ornamental e paisagística (SARMENTO e VILLELA, 2010).

Dentre as utilidades das espécies da Caatinga tem se destacado recentemente a extração de compostos bioativos de grande importância na farmacologia e medicina, os quais já eram explorados pelos povos da antiguidade com base nos costumes e experiências advindas dos períodos primitivos da história e que se prolongou até os tempos contemporâneos. Essa hereditariedade do conhecimento é uma prática generalizada na medicina popular e tem grande impacto nos programas de atenção primária à saúde que se constitui numa alternativa terapêutica muito útil devido a sua eficácia aliada a um baixo custo operacional e a facilidade de aquisição de plantas. Diante desses aspectos Chaves et al. (2008), relatam sobre a importância de espécies da Caatinga que apresentam diversos compostos bioativos e ações terapêuticas comparando o uso popular com o conhecimento científico.

Dentre as espécies arbóreas da Caatinga que possuem propriedades medicinais destaca-se a baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler.) conhecida popularmente por baraúna ou braúna-do-sertão, mas também pode ser chamada por outros sinônimos populares como pau-preto e perovaúna (MAIA, 2004). A baraúna pertencente à família

Anacardiaceae, é uma espécie em risco de extinção, ocorrendo em quase toda a área da Caatinga da Bahia à Paraíba, com baixa ocorrência no Rio Grande do Norte e Piauí (ANDRADE, 1989).

A baraúna é utilizada principalmente para extração de madeira e extração de cascas do caule para utilização na farmacologia popular (CHAVES et al., 2011). Segundo Gomes et al. (2008) alguns estudos comprovaram que mais de 50% dos produtos utilizam as cascas das plantas como matéria prima para confecção de fitoterápicos, madeira e outros produtos, esses aspectos tendem a colocar em risco as espécies, se forem exploradas de maneira irracional, principalmente as plantas nativas.

Compostos bioativos foram identificados em espécies da família Anacardiaceae inclusive em baraúna, classificados pelos pesquisadores como lipídeos fenólicos ou fenóis de cadeia longa, alguns compostos possuem atuação fitotóxica e outros de ação farmacológica. Esses lipídios são encontrados em frutos, sementes, folhas e caule de espécies da família Anacardiaceae (CORREIA et al., 2006).

Alguns aspectos relacionados à estrutura do fruto e das sementes como a presença dos compostos fenólicos, mesocarpo esponjoso e endocarpo aderido à semente dificultam o processo de germinação da baraúna. Segundo Carvalho (2008) o processo de germinação é dificultado devido unicamente a impermeabilidade do endocarpo à água, sendo muito espesso e fortemente aderido à semente. Segundo Alves et al. (2007) a propagação de espécies nativas como a baraúna é limitada pela dormência das sementes, retardando a sua germinação.

Após enfrentar os problemas de propagação as espécies da Caatinga crescem e se adaptam às condições climáticas específicas. Assim, o desenvolvimento fenológico das espécies da Caatinga é influenciado diretamente pelas condições climáticas, tendo em vista que a senescência foliar se intensifica nos períodos de déficit hídrico (SCHONGART et al., 2002), enquanto o período de floração é variável dependendo da espécie (SANTOS e TAKAKI, 2005). Segundo Kushwaha e Singh (2005) o período sem folhas em plantas lenhosas ocorre, geralmente, em resposta ao estresse hídrico. A multiplicidade de espécies vegetais da Caatinga é resultante de diversas combinações entre tipos edáficos e variações microclimáticas, mas é provavelmente o bioma brasileiro mais ameaçado e transformado pela ação humana (CASTELLETTI et al., 2004).

Muitas espécies nativas estão ameaçadas de extinção devido a exploração desordenada dos recursos naturais que elevam a degradação ambiental. Dessa forma, estudos sobre a propagação das espécies nativas são de fundamental importância para o conhecimento de sua reprodução, possibilitando o uso e manejo adequados para os mais diversos fins. A produção de sementes de alta qualidade é importante para qualquer programa de produção de mudas para plantios comerciais e de reabilitação de florestas, bem como para a conservação de recursos genéticos (FLORES et al., 2011).

Diante desses aspectos, estudos voltados para fenologia, propagação e micropropagação de espécies da Caatinga como a baraúna são importantes tendo em vista que é uma espécie que apresenta diversas utilidades e que vem sendo ameaçada de extinção. Diante dos aspectos abordados, a presente pesquisa teve por objetivo estudar os eventos fenológicos, avaliar a qualidade física, fisiológica e sanitária, analisar os tratamentos pré-germinativos, teste de raios X, bem como a micropropagação dos diásporos de baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização da Caatinga

O bioma Caatinga possui uma climatologia complexa, recebendo elevada taxa de radiação solar e precipitações relativamente escassas, irregulares e mal distribuídas. A precipitação pluviométrica varia de 400-600mm/ano, evaporando-se muito (2800-3100mm/ano) infiltrando-se pouca água no solo, por conta do forro quase impermeável do cristalino, abaixo de uma camada média de solo de 20-30cm de pouca fertilidade, onde destaca-se uma vegetação adaptada as condições de solo e clima (BATISTA FILHO, 2001).

A Caatinga é rica em biodiversidade e espécies endêmicas, abrigando plantas adaptadas à escassez de água, cujas espécies botanicamente, são lenhosas e caducifólias, que acumulam água nas raízes como forma de adaptação fisiológica (CÂNDIDO et al., 2005).

Os baixos índices pluviométricos da região juntamente com o uso das áreas para sistemas agropastoris marcam o processo de regeneração e desenvolvimento da vegetação da Caatinga. Alterações na Caatinga tiveram início com o processo de colonização do Brasil, inicialmente como consequência da pecuária bovina, associada à

práticas agrícolas rudimentares. Ao longo do tempo, outras formas de uso da terra foram sendo adotadas, diversificação da agricultura e da pecuária, aumento da extração de lenha para produção de carvão e caça dentre outras (ANDRADE et al., 2005).

Quanto à comercialização de sementes da Caatinga percebe-se que existe uma lacuna para se formalizar as atividades de comercialização e controle de qualidade dessas espécies, tanto por falta de conhecimento biológico como de padrões estabelecidos para a sua comercialização (MELO et al., 2011). Apesar de ser grande o número de espécies nativas comercializadas no país para fins de recomposição florestal, e da inclusão de expressivo número de novas espécies nas Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009) ainda são incipientes. No entanto recentemente foram incluídas padronizações para os testes de germinação e emergência de várias espécies da Caatinga nas Instruções para Análises de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013).

Considerando que a Caatinga é um bioma que ocorre exclusivamente no Brasil e que proporcionalmente é a vegetação menos estudada e a menos protegida, a conservação do referido ecossistema se constitui em desafio para a comunidade científica nacional (LEAL et al., 2003; MELO et al., 2011; NOGUEIRA et al., 2013).

2.2 Dispersão e sobrevivência das espécies da Caatinga

A dispersão de sementes é um processo fundamental do ciclo de vida de cada espécie e, se trata do deslocamento dos propágulos vegetais a partir da planta-mãe para distâncias variadas (CORDEIRO e HOWE, 2003). Do ponto de vista técnico, a disseminação ou dispersão natural das sementes se constitui num importante meio para a regeneração natural e perpetuação de povoamentos vegetais, podendo ser considerada como o procedimento que antecede à colonização de plantas, assumindo grande importância no entendimento da regeneração natural de ecossistemas vegetais; essa colonização desempenha um papel fundamental no estabelecimento, desenvolvimento e evolução das espécies, permitindo, assim, o intercâmbio de material genético dentro e fora de diferentes populações (DEMINICIS et al., 2009).

As espécies da Caatinga desenvolveram mecanismos de sobrevivência e adaptações fisiológicas e morfológicas para se dispersarem e manterem-se vivas em condições de estresse. A dispersão das espécies vem sendo estudada com frequência; no entanto, uma grande lacuna precisa ser compreendida com relação as causas ecológicas

e as consequências demográficas e genéticas da dispersão e disseminação das espécies (WILLSON et al., 2001; ABUD et al., 2009; GONÇALVES e LORENZI, 2011; SILVA e DANTAS, 2012).

Um dos mecanismos de sobrevivência das espécies da Caatinga foi constatado por Trovão et al. (2007) em estudos relacionados com o potencial hídrico e a eficiência quântica da fotossíntese obtida pela fluorescência de dez espécies da Caatinga, dentre elas a baraúna, nas quais verificaram que apesar do potencial hídrico decrescer, todas as espécies apresentaram altos níveis do potencial hídrico, mesmo no período de estiagem que, caracteristicamente, provocaria o estresse hídrico em função da ausência de água no solo.

Desde o surgimento das sementes, a eficiência de sua dispersão define a capacidade de cada espécie em se difundir pelo planeta. Ao contrário dos esporos, que são leves e podem ser levados a longas distâncias, a presença frequente de tecidos de proteção (tegumento) e reserva (endosperma) faz com que a semente precise lançar mão de um grande número de artifícios para ser levada o mais distante possível da planta mãe (GONÇALVES e LORENZI, 2011).

Como os frutos as sementes fazem parte da alimentação de muitos animais nos diversos ecossistemas, esses tem ajudado na dispersão e disseminação de sementes, porém pode acarretar também perdas de material propagativo, dependendo da relação de sobrevivência das espécies quando se faz referência a predação de frutos e sementes por parte de insetos broqueadores. Por sua vez, esses predadores exerceram forte pressão de seleção sobre as plantas, as quais podem desenvolver e diversificar aspectos estruturais e químicos como forma de defesa (WILLSON et al., 2001).

Para diminuir os casos de perdas de sementes por predação os frutos secos deiscentes devem ser colhidos antes de serem liberados pela planta, quando ocorrer mudança de coloração, os frutos são colhidos, e devendo-se realizar uma secagem prévia para liberação das sementes ou para que estas se tornem com teor de água adequados para o armazenamento; enquadrando-se nesses aspectos dentre outros os frutos de ipê, cedro, sabiá, pau-brasil, baraúna, umburana de cheiro e aroeira (SILVA e DANTAS, 2012).

As estratégias de sobrevivência das espécies são altamente eficientes e resultam de uma alta complexidade evolutiva (TROVÃO et al. 2007), definida por questões genéticas e fenotípicas refletindo em adaptações morfológicas e fisiológicas. Apesar das sementes serem formadas por embrião, tecidos de reserva e envoltório, na natureza,

diversos fatores contribuem para que haja o desenvolvimento diferenciado dos componentes da semente, variando entre espécies e até dentro da própria espécie, através da cor, forma e tamanho (ABUD et al., 2009).

A dispersão dos frutos da baraúna é do tipo anemocórica, com a liberação dos diásporos ocorrendo na estação seca, indicando que as mesmas estão adaptadas às condições climáticas locais; e, quanto ao estabelecimento das plantas jovens em relação a planta de origem, a dispersão ocorre a curta distância, sendo que o recrutamento de plantas jovens está associado às condições adversas de clima e à predação por animais silvestres e domésticos (KIILL et al., 2012a).

2.3 Características morfológicas e importância econômica da baraúna

A baraúna ou braúna-do-sertão (*Schinopsis brasiliensis*), pertencente à família Anacardiaceae, é uma espécie da Caatinga com porte elevado, podendo atingir de 10-15m de altura com tronco ereto, bem conformado com 50-60 cm de diâmetro. As folhas são compostas pinadas de 3-4 cm de comprimento por 2 cm de largura e as flores têm 3-4 mm de diâmetro, são brancas, glabras, suavemente perfumadas, dispostas em panículas de 10-12 cm (MAIA, 2004).

Os frutos da família anacardiaceae são em geral drupa ou sâmara (LORENZI, 2005). O fruto da baraúna é uma sâmara alada, medindo de 3 a 3,5 cm de comprimento, de coloração castanho-clara, contém mesocarpo esponjoso com 3-3,5cm de comprimento; as sementes são de forma obovóide tendendo a reniforme, medindo $14,37 \pm 1,56$ mm de comprimento, $9,81 \pm 0,79$ mm de largura e $5,56 \pm 0,84$ mm de espessura, de cor amarelo-clara e superfície rugosa, e está envolta por um tegumento lenhoso (caroço) difícil de ser rompido e suas sementes são de germinação difícil e demorada (CARVALHO, 2008).

Existe uma controvérsia a respeito da tipologia sexual da baraúna, pois de acordo com Freitas et al., 2007 e Viana (1995) citados por Santos et al. (2007) a baraúna é uma espécie alógama e dióica; porém, Carvalho et al. (2008) discorda dessa afirmativa e informa que a baraúna é uma espécie monóica.

A baraúna possui propriedades medicinais, comprovadas na farmacologia, tendo as cascas do caule ação antimicrobiana. Além disso, estudos mais recentes também comprovaram propriedades antimicrobianas nas suas folhas, com perspectivas de obtenção de antibióticos naturais (CHAVES et al., 2011).

A madeira da baraúna tem grande valor econômico, com cerne duro e resistência a fungos xilófagos (PAES et al., 2009). Sua madeira é utilizada para usos externos, principalmente, mourões, estacas e postes, sendo quase indestrutível mesmo quando posta em contato com o solo. É excelente na construção civil, carpintaria, produção de álcool, lenha, carvão e na metalurgia (MAIA, 2004). O emprego irracional para esses e outros fins fez com que o seu nome fosse incluído na lista oficial das espécies ameaçadas de extinção (BRASIL, 2008).

Silva e Albuquerque (2005) intensificam a importância da baraúna por possuir indicações terapêuticas e destacam a necessidade de estudar técnicas de manejo sustentável, visando retorno econômico e garantia da conservação de espécies medicinais da caatinga.

2.4 Fenologia de espécies da Caatinga

A fenologia é definida como o estudo da ocorrência dos eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência em relação às forças seletivas bióticas e abióticas e das interações das fases de desenvolvimento desses eventos nas diferentes espécies (LIETH, 1974).

A fenologia de espécies florestais e nativas é determinada por diversos fatores ambientais e fisiológicos complexos. Algumas pesquisas indicam que a precipitação pluviométrica é o fator de determinação do comportamento fenológico das espécies, onde a ocorrência dos eventos fenológicos em ambientes sujeitos a uma forte estacionalidade de precipitação é determinada, principalmente, por essa sazonalidade (MORELLATO et al., 1990; JUSTINIANO e FREDERICKSEN, 2000; BULHÃO e FIGUEIREDO, 2002).

O comportamento fenológico pode ser influenciado por diversos fatores, que podem ou não estar associados, tais como fatores climáticos e fisiológicos. Os estudos fenológicos são importantes para compreender a dinâmica dos ecossistemas, uma vez que caracterizam a ocorrência dos eventos biológicos repetitivos e suas causas em relação às forças seletivas bióticas e abióticas (KIILL, 2012b). Segundo Pedroni et al. (2002) diversos fatores como precipitação, fotoperíodo, fertilidade do solo e a presença ou ausência de animais dispersores e predadores encontram-se diretamente relacionados com as fenofases de brotamento, floração, frutificação e senescência.

No semiárido brasileiro a ocorrência dos pulsos de precipitação interferem na velocidade e intensidade de emissão foliar uma vez que o solo possui baixa capacidade de retenção de água, a reserva disponível para as plantas, em geral, é pequena e de pouca duração, assim, a dependência da emissão de folhas em relação aos pulsos passa a ser maior (ANDRADE et al., 2006). Nesse sentido, os eventos fenológico e fisiológico nas plantas são dirigidos por esses pulsos de precipitação, e conseqüentemente, a sua transformação em água disponível para as plantas ocorre de forma mais complexa (CHESSON et al., 2004).

Segundo Griz e Machado (2001), estudando a fenologia e as síndromes de dispersão de diferentes espécies da Caatinga mostraram que existe uma estreita relação da fenologia e a precipitação, embora algumas espécies brotem, floresçam e frutifiquem na estação seca. A disponibilidade de água para a planta depende tanto da precipitação, como da capacidade de armazenamento de água no solo, que por sua vez, depende das suas características físicas, em termos de textura, estrutura e profundidade (PARENTE, 2009).

O período de brotamento, senescência, floração e frutificação das espécies da Caatinga é variável de acordo com cada espécie como relatado por Santos et al. (2005) que encontraram o padrão fenológico contínuo para as espécies *Jatropha mollissima* e *Jatropha mutabilis*, verificando-se que a floração estende-se durante todo o ano e o pico de atividade são nos meses de outubro e novembro e os menores percentuais de atividade nos meses de agosto e setembro.

2.5 Dormência em sementes

A dormência em sementes é uma característica adaptativa que assegura a perpetuação e a sobrevivência das espécies nos diferentes ecossistemas, impedindo a germinação até que condições endógenas e exógenas estejam propícias. Segundo Ferreira e Borghetti (2004) a dormência incide em aproximadamente dois terços das espécies arbóreas e é caracterizada pelo retardo ou declínio da germinação, mesmo que estas se encontrem em condições adequadas (umidade, temperatura, luz e oxigênio) para o desenvolvimento de novas plântulas.

A dormência pode ser de dois tipos: primária, que já ocorre quando a semente completa o seu desenvolvimento ou secundária, que se manifesta quando as sementes

maduras que germinam normalmente (sem dormência) ficam expostas a fatores ambientais desfavoráveis. É determinada por fatores genéticos (BRADFORD e NONOGAKI, 2007), mas a indução ocorre devido à influência do ambiente durante a maturação, sendo a temperatura e a luz os fatores ambientais que mais induzem à dormência (MARCOS-FILHO, 2005).

Em algumas espécies a dormência primária é estimulada e prolongada por fatores ambientais, como é identificado em *Artotheca calendula* (L.) Levyns, em que a dormência ocorre devido a alternância de temperatura ocasionando o prolongamento da dormência primária que seria de dois a três meses nas sementes dispersas sobre a superfície do solo. Tal prolongamento, provavelmente é impulsionado por mudanças sazonais na temperatura do solo, causando ciclos de dormência conforme a alteração da temperatura (ELLERY, 2002). Nesses ciclos, a dormência pode ser superada em condições ambientais favoráveis e logo em seguida ser reimposta enquanto a semente encontra-se intacta no solo, em condições desfavoráveis para o desenvolvimento das plantas. Assim, esses ciclos de dormência são essenciais para o estabelecimento e a sobrevivência das espécies (BRADFORD e NONOGAKI, 2007).

A expressão de genes envolvidos nos ciclos de dormência durante as mudanças de temperaturas ambientais em sementes de *Arabidopsis*, verificou-se que durante o inverno ocorreu aumento na expressão de genes envolvidos na biossíntese do ácido abscísico (ABA), aumentando dessa forma, a intensidade da dormência nas sementes, a qual se prolongou até o verão, apesar de menos intensa, constatou-se ainda a presença de genes repressores da germinação (FOOTIT et al., 2011). No entanto, essa repressão da germinação pode ser removida por exposição à luz segundo os procedimentos das Regras para Análise de Sementes (Brasil 2009), pelo fato das auxinas exercerem um efeito sinérgico com a luz atenuando os efeitos de substâncias inibidoras da germinação como o ABA (MARCOS-FILHO, 2005).

A dormência secundária ocorre esporadicamente, também em resposta a determinada condição do ambiente. A dormência secundária associada à alta viabilidade e longevidade das sementes favorece a disseminação das espécies invasoras e colonização em novas áreas como é o caso de *Melinis minutiflora* (CARMONA e MARTINS, 2010).

As principais causas de dormência em espécies florestais são físicas e fisiológicas tais como: impermeabilidade do tegumento à água, imaturidade fisiológica, presença de substâncias inibidoras e embrião rudimentar (SMIDERLE et al., 2005; GEARD et al., 2007; MELO et al., 2011).

A dormência física é a mais prevalente em florestais principalmente naquelas de áreas secas como as espécies da Caatinga, cerca de 67% produzem sementes com dormência física e 23% apresentam dormência fisiológica (KHURANA e SING, 2001). A física é provocada por impermeabilidade do tegumento à água e a dormência fisiológica é provocada por distúrbios fisiológicos no embrião ou ativação e inativação de substâncias promotoras e inibidoras de germinação atuando no crescimento do embrião (FINCH e LEUBNER, 2006).

Sementes com dormência fisiológica podem apresentar apenas embrião subdesenvolvido ou imaturo, outras possuem substâncias inibidoras em excesso durante a maturação e algumas podem apresentar combinações de causas, onde a dormência pode ser provocada não apenas por um fator isolado e sim por todos os fatores combinados como o desenvolvimento de dormência física e fisiológica ao mesmo tempo (BASKIN e BASKIN, 2004). A dormência fisiológica está relacionada com o equilíbrio entre substâncias inibidoras de germinação, sendo a cumarina e o ácido abscísico (ABA) os mais importantes.

Os hormônios vegetais estão envolvidos no controle do crescimento do embrião e na limitação da força mecânica exercida pelos tecidos circundantes da semente, sendo o ABA um regulador positivo na indução e na manutenção da dormência em sementes e, ao mesmo tempo é um regulador negativo de germinação; já as giberelinas são responsáveis por promover a germinação e neutralizar os efeitos do ABA (KUCERA et al., 2005). Nesse sentido, o ácido giberélico favorece a germinação por induzir a expressão de genes que codificam enzimas capazes de hidrolisar o endosperma e aumentar o potencial de crescimento do embrião; o etileno também é importante para a germinação, pois diminui a sensibilidade da semente ao ABA endógeno (MA et al., 2010).

O balanço hormonal das sementes é complexo devido ao fato de que nem todos os tecidos possuem o mesmo genótipo, como exemplo a testa é originada dos tecidos maternos; o zigoto e o endosperma são originados das plantas parentais. Estudos

genéticos em mutantes de *Arabidopsis* deficientes em ABA demonstraram que o genótipo do zigoto controla a síntese do ABA, no embrião e no endosperma, e é essencial para a indução da dormência, enquanto que o genótipo materno controla o acúmulo do ABA, auxiliando na inibição da viviparidade durante a embriogênese (NAMBARA et al., 2010).

O retardo de germinação (dormência) é um fato comum, sendo de grande valor por ser um mecanismo de sobrevivência das espécies em ambientes desfavoráveis. No entanto, passa a ser um problema quando as sementes são utilizadas para a produção de mudas, em razão do longo tempo necessário para a germinação, ficando sujeitas às condições adversas e não germinando em situações adequadas, como é o caso das espécies da família fabaceae (leguminosas) que são representativas em diversidade e densidade nos ecossistemas brasileiros (COSTA et al., 2010).

Algumas espécies da caatinga têm problemas de propagação o que dificulta a sua disseminação como é o caso da baraúna. O processo de germinação em sementes de baraúna é dificultado devido a impermeabilidade do endocarpo à água, sendo muito espesso e fortemente aderido à semente ocasionando retardo de germinação (ALVES et al., 2007; CARVALHO, 2008).

Diversos tratamentos são empregados para superar a dormência em sementes no sentido de uniformizar a produção, por isso, nas regras para análise de sementes estão prescritos os métodos mais eficientes e recomendados para várias espécies. De acordo com as Regras para Análise de Sementes os tratamentos empregados para superar a dormência física são: escarificação mecânica, embebição e escarificação química. Para superar a dormência fisiológica recomenda-se a utilização de nitrato de potássio (KNO_3), exposição ao ácido giberélico e choque térmico (BRASIL, 2009).

2.6 Importância do teste de raios X em sementes

A análise de sementes é essencial para a determinação da qualidade de lotes de sementes e determinação do valor de semeadura. Os testes laboratoriais são realizados para determinar o potencial físico e fisiológico das sementes com relação à capacidade de germinação e vigor das plântulas; no entanto, tais testes são destrutivos e demorados, além disso, os resultados estão sujeitos a subjetividade do analista. Por isso, que a

análise de sementes por meio de imagens radiográficas tem sido utilizada com frequência como alternativa para testes laboratoriais (LEITE et al., 2013).

O teste de raios X é recomendado nas Regras para Análise de Sementes nacionais e internacionais para diferenciação entre sementes cheias, vazias, danificadas por insetos e danificadas fisicamente. Esse método é indicado pela International Seed Testing Association (ISTA), desde os anos 80, no Brasil a referida técnica teve grande impulso a partir dos anos 90, com a publicação do trabalho realizado por Cicero et al. (1998) que tratava sobre a avaliação dos danos mecânicos em sementes de milho (CICERO, 2010).

Segundo Lopes e Nascimento (2009) o método possui a particularidade de não destruir as amostras analisadas, ser rápido e permitir avaliação morfológica das estruturas internas como o embrião e o endosperma de uma semente intacta e, desta maneira determinar seu valor para semeadura. É uma ferramenta útil para diferenciar sementes ou grãos cheios, vazios, danificados fisicamente ou com presença de ovos ou insetos vivos em seu interior.

Com a difusão da análise por raios X em sementes alguns pesquisadores desenvolveram protótipos e programas de imagens específicos e adaptados com equipamentos dos mais sofisticados e complexos até os mais simples como é o caso do dispositivo automatizado e digital (Protótipo Semax) desenvolvido na Argentina com poucos recursos por Craviotto e colaboradores (CRAVIOTTO et al., 2004). Outro exemplo é o programa Tomato Analyzer foi elaborado por pesquisadores da The Ohio State University, EUA, também foi desenvolvido para processar imagens digitais, determinando o formato do fruto e de suas partes, calculando as variáveis a partir da identificação de limites periféricos de cada parte constituinte (BREWER et al., 2006).

As imagens radiográficas podem facilitar procedimentos de classificação de sementes e possibilitar o desenvolvimento de métodos não-destrutivos (CARVALHO, 2010). Recentemente, os pesquisadores têm detalhado mais os resultados por meio de programas comerciais que comparam as imagens entre si podendo determinar mais informações a cerca das características morfológicas internas das sementes. Em um programa de análise de imagem comercial foi possível identificar os espaços livres entre o embrião, o endosperma e a casca de cada semente de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), bem como a determinação da cavidade interna das sementes ocupada pelo

endosperma e dimensionar o tamanho dos embriões (SILVA et al., 2013), todos esses aspectos determinados em sementes de tomate são importantes, pois diferenças estruturais, tais como anomalias, danos e tamanho dos espaços livres nas sementes podem afetar a germinação. Leite et al. (2013) obtiveram resultados satisfatórios na avaliação de análise de imagens radiográficas de sementes de girassol detalhando estatisticamente a comparação das imagens visando análise de componentes independentes para o processamento das imagens e análise discriminante para classificação das sementes.

Diante desses aspectos pode-se afirmar que a técnica de raios X em sementes pode ser considerada como não destrutiva, capaz de detectar sementes vazias, cheias e com danos internos causados por insetos, patógenos e também danos mecânicos. Essa técnica pode contribuir ainda para a seleção de lotes em programas de controle de qualidade e, conseqüentemente, aumentar a eficiência do sistema de produção (ISTA, 2004).

2.7 Micropropagação

Atualmente a biotecnologia de plantas tem contribuído de forma relevante para o setor produtivo a partir do impulso das pesquisas para a produção de plantas livres de vírus, para a propagação clonal e o desenvolvimento de genótipos resistentes aos estresses biótico e abióticos via engenharia genética (TORRES et al., 1998).

A utilização de novas tecnologias associadas ao melhoramento genético clássico tais como, micropropagação (organogênese direta) e engenharia genética, permitem estudar e obter plantas melhoradas com mais rapidez, porém, essas tecnologias necessitam de protocolos bem estabelecidos de regeneração de plantas *in vitro* (GIRI et al., 2004). Nesse sentido, as técnicas de cultura *in vitro* apresentam um papel importante para a conservação de germoplasma, fixação de ganhos genéticos e indução da variação genética como é o caso da transformação genética de plantas arbóreas que têm possibilitado a transferência de genes de interesse, antecipando e ajudando, no que diz respeito às limitações do melhoramento tradicional (POUPIN e ARCE-JOHNSON, 2005).

A micropropagação ou propagação *in vitro* consiste na multiplicação e produção de novas plantas, a partir de um único indivíduo, e pode servir como estratégia para a

conservação de espécies nativas ameaçadas de extinção, para estabelecer matrizes para a produção de sementes, bem como, para a produção de mudas em larga escala (ROUT, 2005; ROCHA et al., 2007; GUO e LIU, 2007). Serafini et al., 2001 complementam que a cultura de tecidos é um processo biotecnológico, por meio do qual, fragmentos de tecidos vivos, denominados de explantes, são retirados das plantas de interesse e cultivados em um meio nutritivo definido. Os explantes podem ser reduzidos ao tamanho de células individuais, tecidos ou órgãos.

A micropropagação além de possibilitar a rápida propagação de uma espécie, dá suporte a outras técnicas de biotecnologia vegetal, direcionando o manejo das espécies da Caatinga, bioma que exhibe sérios problemas de conservação (ALBUQUERQUE, 2005), pois o desaparecimento de espécies vegetais de relevante importância socioeconômica pela ação do homem, exige, com urgência, o estabelecimento de tecnologias voltadas para a conservação de genes para as futuras gerações (MEDEIROS, 2000).

As plantas lenhosas, que contemplam grande parte das frutíferas, florestais e nativas, possuem dificuldades relevantes para o estabelecimento *in vitro*, principalmente devido à contaminação e oxidação, por isso a utilização de técnicas de micropropagação e estabelecimento de protocolos padrões são estratégias importantes para solucionar problemas de propagação, também melhoramento genético e da biotecnologia das plantas, principalmente de lenhosas e perenes (ERIG e SCHUCH, 2003).

As condições ambientais apropriadas para o processo da germinação podem ser fornecidas em laboratórios, por meio da micropropagação, tendo em vista que a germinação de sementes *in vitro* permite uma maior germinação em comparação com os viveiros (GOMES, 2003), pois as condições da sala de crescimento são mais adequadas aos processos de germinação e desenvolvimento inicial da plântula (NOLETO e SILVEIRA, 2004).

O cultivo *in vitro* de sementes ou embriões é um método apropriado para que o processo de germinação ocorra; além disso, a presença de reguladores de crescimento e de fontes exógenas de carboidratos no meio de cultura, possibilitam contornar fatores que inibem a germinação de diversas sementes, como a presença de inibidores químicos, imaturidade de embriões e pobre acúmulo de reservas nutritivas, aumentando, assim, a percentagem de germinação ou fazendo com que o processo seja mais efetivo, rápido e uniforme (DECETTI, 2000).

As sementes, embriões, gemas e tecidos são estabelecidos em meios de cultivos diversos, alguns estudos com diferentes espécies apontam que a utilização de água de coco e carvão ativado, em suplementação ao meio de cultura, são requeridos para suprir as exigências nutricionais e fisiológicas dos embriões (RIBEIRO et al., 2000; CARVALHO e CAMARGO, 2003; CHAGAS et al., 2005).

Tendo em vista que o meio de cultivo é estabelecido por meio de protocolos para as diferentes espécies, deve-se levar em consideração que o meio de cultivo deve ser composto por seis componentes básicos, são eles: macronutrientes (N, P, K, S, Ca, Mg, Fe), micronutrientes (Mn, Zn, B, Cl, Mb, Co e I), açúcares (sacarose, glicose ou frutose), vitaminas e aminoácidos (tiamina, niacina, piridoxina, glicina e Mio-inositol.) e reguladores de crescimento (auxinas e citocininas) (PASQUAL et al.,1998; TOMBOLATO e COSTA, 1998). O meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) é um dos mais utilizados porque contém todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento do explante e por ser responsável por bons resultados para várias espécies. Jacob e Malpathak (2005) fazem referência ao uso do meio MS e B5 enfocando que o meio MS se destaca no crescimento de *Solanum khasianum* Clarke (Solanaceae) e o meio B5 é essencial para o aumento de metabólitos secundários como a solasodina que é um composto esteroideal de importância farmacológica e medicinal.

Na literatura existem estudos sobre desenvolvimento de protocolos de micropropagação de algumas espécies da Caatinga, a exemplo de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), desenvolvido por Andrade et al. (2000), *Melocactus oreas* (SOUZA e SANTOS, 2012), *Syngonanthus mucugensis* (BRITO et al., 2011), alecrim pimenta, *Lippia sidoides* (COSTA et al.,2007), angico, *Parapiptadenia rigida* (KIELSE et al., 2009) e quixabeira, *Sideroxylon obtusifolium* (BELTRÃO et al., 2008).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, H. F.; REIS, R. G. E.; TEÓFILO, E. M. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Mucuna aterrima* Piper & Tracy. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 563-569, 2009.
- ALBUQUERQUE, U.P; ANDRADE, L.H.C.; SILVA, A.C.O.S. Use of plant resources in a seasonal dry forest (Northeastern Brazil). **Acta Botânica Brasílica**, Bahia, v.19, n.1, p.27-38, 2005.
- ALVES, A.F.; ALVES, A.F.; GUERRA, M.E.C.; MEDEIROS FILHO, S. Superação de dormência de sementes de braúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.74-77, 2007.
- ANDRADE, D.L. **Plantas das Caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989. 243p.
- ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M.R.V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.
- ANDRADE, A.P.; SOUZA, E.S.; SILVA, D. S.; SILVA, I. F.; LIMA, J. R. S. Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos “pulsos-reservas”. In: SIMPÓSIOS DA 43ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.
- ANDRADE, M.W.; LUZ, J.M.Q.; LACERDA, A.S.; MELO, P.R.A. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr.All). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n.1, p. 174 - 180, 2000.
- BASKIN J.M.; BASKIN C.C.A. Classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, Cambridge, v.14, n.1, p.1-16, 2004.
- BATISTA FILHO, M. **Viabilização do semi-árido nordestino**. Recife: IMIP, n.6, 2001, 116p.
- BELTRÃO, A.E.S.; TOMAZ, A.C.A.; BELTRÃO, F.A.S.; MARINHO, P. *In vitro* biomass production of *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult.) **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.18, p.696-698, suplemento, 2008.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação geral de apoio laboratorial. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília, 2013. 97p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 2009. 395p.

BRASIL, Portaria nº 37-N/1992, de 3 de abril de 1992. IBAMA (Ministério do Meio Ambiente). **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 de abril 1992. Seção 3, p.204.

BRADFORD, K.J.; NONOGAKI, H. **Seed Development, dormancy and germination**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007, 389p.

BREWER, M.T; LANG, L.; K.; DUJMOVIC, N.; GRAY, M.; VAN DER KNAAP, E. Development of a controlled vocabulary and software application to analyze fruit shape variation in tomato and other plant species. **Plant Physiology**, Waterbury, v.141, n.1, p.15-25, 2006.

BRITO, A.L. ALBUQUERQUE, M.M.S.; ALVIM, B.F.M.; RESENDE, S.V.; BELLINTANI, M.C.; SANTANA, J.R.F. Agentes osmóticos e temperatura na conservação *in vitro* de sempre-viva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, 2011.

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

CARMONA, R. MARTINS, C.R. Dormência e armazenabilidade de sementes de capim-gordura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.4, p.71 - 79, 2010.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v.3, 2008.

CARVALHO, M. L. M.; CAMARGO, R. Aspectos bioquímicos da deterioração de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.13, n.1/2, p.66-88, 2003.

CARVALHO, M. L. M. Utilização da análise de imagem-conceitos, metodologias e usos. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n.3, 2010.

CASTELLETTI, CHM.; SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A.M.M. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L.V. (orgs). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. 2004, p.91-100. Ministério do Meio Ambiente.

CHAGAS, E. A.; PASQUAL, M.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; DUTRA, L. F.; CAZETTA, J. O. Cultivo de embriões imaturos de citros em diferentes concentrações de carvão ativado e ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.1125-1131, 2005.

CHAVES, T.P.; DANTAS, I.C.; FELISMINO, D.C.; VIEIRA, K.M.; CLEMENTINO, E. L. C.; COSTA, L. S. Atividade antimicrobiana das folhas de *Schinopsis brasiliensis* Engler. **Revista de Biologia e Farmácia**, Campina Grande, v.5, n. 2, p. 11-17, 2011.

CHAVES, T.P.; DANTAS, I.C.; FELISMINO, D.C.; DANTAS, V.S.; DANTAS, G.D.S. Lambedor: um conhecimento popular em abordagem científica. **BIOFAR**, Campina Grande, v.2, n.1, p.1, 2008.

CHESSON, P.; GEBAUER, R.L.E.; SCHWINNING, S.; HUNTLY, N.; WIEGAND, K. ERNEST, M.S.K.; SHER, A.; NOVOPLANSKY, A.; WELTZIN, J.F. Resource pulses, species interactions and diversity maintenance in arid and semi-arid environments. **Oecologia**, Berlin, v.141, p.236–253, 2004.

CICERO, S.M. Aplicação de imagens radiográficas no controle de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Brasília, Londrina, v.20, n.3, 2010.

CICERO, S.M.; HEIJDEN, G.W.A.M.; BURG, W.J.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damage in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X-ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.26, n.3, p.603-612, 1998.

CORDEIRO, N.; H.F. HOWE. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, USA, v.100, n.24, 2003.

CORREIA, S.J.; DAVID, J.P.; DAVID, J.M. Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. **Química Nova**, São Paulo, v.29, n.6, p. 1287-1300, 2006.

COSTA, A.S.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; BLANK, A.F.; MENDONÇA, A.B.; AMANCIO, V.F.; LEDO, A.S. Estabelecimento de alecrim-pimenta *in vitro*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.68-72, 2007.

COSTA, P.A.; LIMA, A.L.S.; ZANELLA, F. FREITAS, H. Quebra de dormência em sementes de *Adenantha pavonina* L. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 83-88, 2010.

CRAVIOTTO, R.M.; ARANGO, M.R.; SALINAS, A.R.; GIBBONS, R.; BERGMANN, R.; MONTERO, M.S. A device for automated digital x-ray imaging for seed analysis. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.32, n.3, p.867-871, 2004.

DECETTI, S. F. C. **Propagação *in vitro* de *Annona glabra* L.** 2000. 101 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; ARAÚJO S.A.C.; JARDIM, J.G.; PÁDUA, F.T.; CHAMBELA NETO, A. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n.1, p. 53-58, 2009.

ELLERY, A. J. Embryo dormancy responses to temperature in capeweed (*Arctotheca calendula*) seeds. **Seed Science Research**, Cambridge, v.12, n.3, p.181-191, 2002.

ERIG, A.C.; SCHUCH, M.W. Estabelecimento *in vitro* de plantas de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mell) cultivares MC, Adams e Portugal. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.8, n.2, p.107-115, 2003.

FERREIRA, G.A.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed. Porto Alegre, p. 110-123, 2004.

FINCH, W.E.S.; LEUBNER G.M. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, Cambridge, v.171, p. 501-523, 2006.

FOOTITT, I.; SOLER, D.; HEATHER, C.; William E. FINCH-SAVAGE, W.E. Dormancy cycling in Arabidopsis seeds is controlled by seasonally distinct hormone-signaling pathways Steven. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Warwickshire, v.108, n.50, 2011.

FLORES, A.V.; ATAÍDE, G. M.; BORGES, E.E.L.; SILVEIRA, B.D. Tecnologia e comercialização de sementes florestais: Aspectos gerais. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 21, n.3, 2011.

FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M.; MORAES, M.L.T.; LEMOS, E.G.M. Mating system of a population of *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão using the FAFLP molecular marker. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.27, n.3, p.425-431, 2004.

GEARD, A.; SPURR, C.J.; BROWN. Embryo development and time of cutting in cool temperature carrot seed crops. In: ADKINS, S.W.; ASHMORE, S.E.; NAVIE, S.C. (Eds.). **Seeds: biology, development and ecology**. Oxfordshire: CABI, 2007, p.120-129.

GOMES, E.C.S.; BARBOSA, J.; VILLAR, F.C.R.; PEREZ, J.O.; RAMALHO, R.C.; FREIRE, J.L.O.; LIMA, A.N.; DIAS, T.J. Plantas da Caatinga de uso terapêutico: Levantamento Etnobotânico. **Engenharia Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p.2, 2008.

GOMES, G. A. C.; PAIVA, R.; PAIVA, P. D. O.; SANTIAGO, É. J. A. Plant regeneration from callus culture of *Maclura tinctoria*, an endangered woody species. ***In vitro Cellular and Developmental Biology Plant***, Wallingford, v.39, n.3, p.293-295, 2003.

GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal**: Organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. 2ed: São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.

GUO, B.; LIU, C.Z. *In vitro* propagation of endangered medicinal plant *Saussurea involucreta* Kar. Et Kir. **Plant Cell Reports**, New York, v. 26, n.3, p. 261–265, 2007.

GRIZ, L.M.S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga tropical dry forest in the northeast of Brasil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.17, p.303-321, 2001.

ISTA. International rules for seed testing association, Zurich, 174p. 2004.

JACOB, A.; MALPATHAK, N. Manipulation of MS and B5 components for enhancement of growth and solasodine production in hairy root cultures of *Solanum khasianum* Clarke. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v.80, n.3, p. 247-257, 2005.

JUSTINIANO, J.M.; FREDERICKSEN, T.S. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. **Biotropica**, São Paulo, v.32, n.2, p.276-281, 2000.

KIELSE, P.; FRANCO, E.T.H.; PARANHO, J.T.; LIMA, A.P.S. Regeneração *in vitro* de *Parapiptadenia rigida*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p.1098-1104, 2009.

KIILL, L.H.P.; MARTINS, C.T.V.D.; SILVA, P.P. Morfologia e dispersão dos frutos de espécies da Caatinga ameaçadas de extinção. EMBRAPA Semiárido, Petrolina, 2012 (**Boletim de pesquisa 97**).

KIILL, L. H. P. Fenologia reprodutiva e dispersão das sementes de quatro espécies da caatinga consideradas como ameaçadas de extinção. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 22, n. 3, 2012.

KHURANA, E.; SINGH, J. S. Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest: a review. **Environmental Conservation**, Cambridge, v.28, n.1, p. 39-52, 2001.

KUCERA, B.; COHN, M.A.; LEUBNERMETZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Research**, Cambridge, v.15, n.4, p 281-307, 2005.

KUSHWAHA, C. P.; K. P. SINGH. Diversity of leaf phenology in a tropical deciduous forest in India. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.21, p.47-56. 2005.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: UFRPE, 2003. 804p.

LEITE, I.C.C.; SÁFADI, T.; CAVALHO, M.L.M. Evaluation of seed radiographic images by independent component analysis and discriminant analysis. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.41, n.3, p.235-244, 2013.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. In: **Phenology and seasonality modeling** (Lieth H., eds). Springer, Berlin, Deutschland, p. 3-19, 1974.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Análise de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009, 9p. (Circular Técnica 83).

LORENZI, H. **Botânica sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerogamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em apg II. 2.ed. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

MA, H.; LIANG, Z.; WU, H.; HUANG, L.; WANG, Z. Role of endogenous hormones, glumes, endosperm and temperature on germination of *Leymus chinensis* (Poaceae) seeds during development. **Journal of Plant Ecology**, Oxford, v.3, n.4, p.269-277, 2010.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MEDEIROS, A.C.S. Aspectos de dormência em sementes de espécies arbóreas. **EMBRAPA-Florestas**, Colombo, p.1-12, 2001 (Circular técnica 55).

MEDEIROS, A. C. S.; SMITH, R.; PROBERT, R.; SADER, R. Comportamento fisiológico de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em condições de armazenamento. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 40, 2000, p.85-98.

MELO, M.G.G.; MENDONÇA, M.S.; NAZÁRIO, P.; MENDES, A.M.S. Superação de dormência em sementes de três espécies de *Parkia spp.* **Revista Brasileira de Sementes**, Lavra, v. 33, n. 3 p. 533 - 542, 2011.

MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO-FILHO, H.F.; RODRIGUES, R.R.; JOLY, C.A. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.50, n.1, p.149-62, 1990.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, United Kingdom, v.15, n.1, p.437-497, 1962.

NAMBARA, E.; OKAMOTO, M.; TATEMATSU, K.; YANO, R.; SEO, M.; KAMIYA, Y. Abscisic acid and the control of seed dormancy and germination. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 20, n. 2, p. 55-67, 2010.

NOGUEIRA, F.C.; PACHECO FILHO, A.J.S.; GALLÃO, M.I.; BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS FILHO, S. Fenologia de *Dalbergia cearensis* ducke (Fabaceae) em um fragmento de floresta estacional, no semiárido do nordeste, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.4, p.657-667, 2013.

NOLETO, L.G.; SILVEIRA, C.E.S. Micropropagação de copaíba. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v.33, n.2, p.109-120, 2004.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R.; SANTOS, G.J.C. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.3, p.511-520, 2009.

PARENTE, H. N. **Avaliação da vegetação e do solo em áreas de caatinga sob pastejo caprino no cariri da Paraíba**. 2009, 115p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2009.

PRADO, D.E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife. Ed. Universitária, p.4-73, 2003.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae. Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 183-194, 2002.

POUPIN, M. J.; ARCE-JOHNSON, P. Transgenic Trees for a New Era. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, Columbia, n.41, p.91-101, 2005.

RIBEIRO, V. G.; SANÁBIO, D.; SOUZA, C. N.; LOPES, P. S. N.; BOCARDO, M. R.; PASQUAL, M. Efeitos de ácido giberélico e carvão ativado no cultivo in vitro de *Citrus*

limonia Osbeck x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.27-30, 2000.

ROCHA, S.C.; QUORIM, M.; RIBAS, L.L.F.; KOEHLER, H.S. Micropropagação de *Cabralea canjerana*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.43–50, 2007.

ROUT, G.R. Micropropagation of *Clitoria ternatea* Linn. (Fabaceae) – an important medicinal plant. **In vitro Cell Developmental Biology – Plant**, Wallingford, v.41, p.516-519, 2005.

SANTOS, C.A.F.; OLIVEIRA, V.R.; KIILL, L.H.P.; SÁ, I.I.S. Variabilidade genética, com base em marcadores RAPD, de três espécies arbóreas ameaçadas de extinção no semiárido brasileiro. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.74, p.37-44, 2007.

SANTOS, D.L.; TAKAKI, M. Fenologia de *Cedrelafíssilis*Vell. (Meliaceae) na região rural de Itirapina, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.19, n.3, p.625-632, 2005.

SARMENTO, M.B.; VILLELA, F.A. Sementes de espécies florestais nativas do Sul do Brasil. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.1, p.39-44, 2010.

SERAFINI, L.A.; BARROS, N.M.; AZEVEDO, J.L. Biotecnologia: princípios e aplicações. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. **Biotecnologia na agricultura e na agroindústria**. Guaíba, p. 25-74, 2001.

SCHONGART, J.; PIEDADE, M.T.F.; LUDWIGSHAUSEN, S.; HORNA, V.; WORBES, M. Phenology and stem-growth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, pp. 581-597. 2002.

SMIDERLE, O.J.; JUNIOR, M.M.; SOUSA, R.C.P. Tratamentos pré-germinativos em sementes de acácia. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p.78-85, 2005.

SILVA, A.C.O.; ALBUQUERQUE, U.P. Woody medicinal plants of the caatinga in the state of Pernambuco (Northeast Brasil). **Acta Botânica Brasilica**, Bahia, v.19, n.1, p. 17-26, 2005.

SILVA, F.F.S.; DANTAS, B.F. Coleta e beneficiamento de sementes da Caatinga. **Informativo ABRATES**, Viçosa, v. 22, n.3, 2012.

SILVA, V.N., CICERO, S.M. AND BENNETT, M. Associations between X-ray visualised internal tomato seed morphology and germination. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.41 , n.3, p. 225-234, 2013.

SOUZA, A.V.V.; SANTOS, M.C. Propagação *in vitro* de espécies da caatinga. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.22, n.3, p.47-50, 2012.

TORRES A.C, CALDAS L.S.; BUZZO J.A. (Eds). **Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas**. v.1. e 2. Brasília, Embrapa, 864p. 1998.

TROVÃO, D.M.B.M.; FERNANDES, P.D.; ANDRADE, L. A.; NETO, J. D. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.11, n.3, p.307-311,2007.

VIANA, G.S.B.; MATOS, F.J.A.; BANDEIRA, A.M.; RAO, V.S. **Aroeira-do-sertão: estudo botânico, farmacognóstico, químico e farmacológico**, 2ed. Fortaleza: Editora da UFC, 1995, 164p.

WILLSON, M.F.; TRAVESET. A. The Ecology of Seed Dispersal. In: FENNER, M. **Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities**, 2ed, New York: CABI Publishing, 2000, cap.4, p. 85-110.

CAPÍTULO 2. FENOLOGIA DE BARAÚNA (*Schinopsis brasiliensis* Engler) em área de Caatinga

RESUMO: A baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler.) é uma espécie nativa da Caatinga de grande importância devido ao seu potencial madeireiro, farmacológico e medicinal. O objetivo do presente estudo foi avaliar a fenologia vegetativa e reprodutiva de *Schinopsis brasiliensis* Engler em área de Caatinga, no município de Soledade-PB. O estudo fenológico em campo foi conduzido na Fazenda Açude, na microrregião do Curimataú Ocidental, no Agreste Paraibano. O método de amostragem utilizado foi o método da trilha, no qual foram estabelecidos caminhos pré-existentes demarcados para a marcação dos indivíduos ao longo da trilha. Trinta indivíduos arbóreos foram amostrados a distâncias e intervalos ao acaso. Avaliou-se o percentual de intensidade de Fournier e o Índice de atividade (porcentagem de indivíduos em atividade) durante cinco anos com utilização do calendário Juliano. Durante a condução do experimento verificou-se que as fenofases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de *Schinopsis brasiliensis* têm relação direta com a distribuição temporal dos pulsos de precipitação. A emissão foliar ocorre tão logo inicia o período chuvoso e a senescência ocorre nos períodos mais secos do ano sendo a intensidade e duração desses eventos dependentes da forma como se dão os pulsos de precipitação. A floração da baraúna tem distribuição desuniforme, ocorrendo em períodos diferentes em cada ano de avaliação devido a distribuição dos pulsos de precipitação. A fenofase de frutos imaturos ocorre durante a fase de enfolhamento pleno e pode se dá mesmo quando parte da planta ainda se encontra na fase de floração, ocorrendo também elevados índices de abortamento de frutos. A fenofase de frutos maduros inicia-se com a abscisão foliar, intensificando-se à medida que reduz os interpulsos de precipitação.

PALAVRAS CHAVE: Brotamento, senescência, floração e frutificação

ABSTRACT: The baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler.) is a native species of the caatinga of great importance for the semiarid region for its timber, medicinal and pharmacological potential. The aim of this study was to evaluate the vegetative and reproductive phenology of *Schinopsis brasiliensis* in an area of Caatinga. The phenological field study was conducted at Açúde Farm, municipality of Soledade-PB at Curimataú Westerner small, in Paraíba arid. The sampling method used was the method of the track, which was established pre-existing paths marked for marking individuals along the trail. Thirty individual trees were sampled at random intervals and distances. We evaluated the percentage of intensity and Fournier index of activity (percentage of subjects in the activity) for four years with the use of the Julian calendar. During the experiment it was found that the abscission of vegetative and reproductive development *Schinopsis brasiliensis* is directly related to the temporal distribution of rainfall pulses. The leaf emission occurs as soon as the rainy season starts and senescence occurs in the drier periods of the year with the intensity and duration of these events depend on the way you give pulses of precipitation. Flowering baraúna is low, with uneven distribution, occurring at different periods in each year of assessment because the distribution of rainfall pulses. The immature fruit phenology occurs during the full leafiness and can takes place even when the plant part is still in the flowering stage, also occurring high rates of abortion of fruit. The phenology of ripe fruit starts with leaf abscission, intensifies as it reduces the interpulse intervals of precipitation.

KEYWORDS: Budding, senescence, flowering and fruiting.

1. INTRODUÇÃO

A fenologia é definida como o estudo da ocorrência dos eventos biológicos repetitivos e das causas de sua ocorrência em relação às forças seletivas bióticas e abióticas, e das interrelações das fases de desenvolvimento desses eventos nas diferentes espécies (LIETH, 1974).

Em espécies florestais nativas a fenologia é determinada por diversos fatores ambientais e fisiológicos complexos. Algumas pesquisas indicam que a precipitação pluviométrica é o fator que mais influencia o comportamento fenológico das espécies, em que a ocorrência dos eventos fenológicos em ambientes sujeitos a uma forte estacionalidade de precipitação é determinada, principalmente, por essa sazonalidade (MORELLATO et al., 1989; JUSTINIANO e FREDERICKSEN, 2000; BULHÃO e FIGUEIREDO, 2002).

Adicionalmente outro fator determinante do comportamento fenológico das espécies é a restrição hídrica no solo, ou seja, a disponibilidade de água para as plantas. No entanto, as plantas da Caatinga que possuem raízes mais profundas ou que armazenam água no caule ou nas próprias raízes podem apresentar padrões fenológicos independentes da precipitação (BORCHERT, 1994; BORCHERT e RIVERA, 2001). Segundo Pedroni et al. (2002) diversos fatores como precipitação, fotoperíodo, fertilidade do solo e a presença ou ausência de animais dispersores e predadores encontram-se diretamente relacionados com as fenofases de brotamento, floração, frutificação e senescência.

As espécies xerofíticas da Caatinga possuem estratégias para suportar as condições climáticas do semiárido, como a queda das folhas (senescência) utilizada como medida preventiva contra a elevada evapotranspiração provocada pela irregularidade da distribuição pluviométrica. É notável a diferenciação na vegetação devido à deposição da folhagem ou caducifolia entre os meses de abril a setembro nas regiões semiáridas do nordeste do Brasil (ALVES et al., 2006).

Os estudos fenológicos de espécies da Caatinga podem contribuir do ponto de vista botânico, ecológico e silvicultural para apoiar outros estudos como fisiologia de sementes e também por possibilitar uma melhor compreensão sobre a biologia das espécies, indispensável para plantios ou para a condução de manejo florestal

(ALENCAR, 1994). Os padrões fenológicos e a biologia floral auxiliam na compreensão da dinâmica das comunidades e populações presentes nos ecossistemas da Caatinga, subsidiando a implantação de programas de manejo e conservação (MACHADO e LOPES, 2003).

Donadio e Dematê (2000) informam que os estudos fenológicos são importantes para o entendimento da dinâmica de populações vegetais, bem como no reconhecimento do estágio sucessional em que a vegetação se encontra. Adicionalmente, Kill (2012) destaca que os estudos fenológicos são importantes dentro da dinâmica dos ecossistemas, uma vez que pesquisam a ocorrência dos eventos biológicos repetitivos e suas causas em relação às forças seletivas bióticas e abióticas.

Utilizando os estudos fenológicos é possível observar o comportamento das plantas quanto às síndromes de dispersão. Nesse sentido, estudos realizados com 42 espécies de diferentes habitats numa área da Caatinga, no Agreste de Pernambuco, foi evidenciado que algumas espécies frutificam na estação chuvosa e possuem síndromes de dispersão zoocórica e balística, enquanto outras espécies com síndrome anemocórica e barocórica frutificam na estação seca; e, quanto ao número de espécies por síndrome de dispersão foi relatado a existência de 36% de espécies zoocóricas, seguidas pelas anemocóricas (33%), enquanto a balística e a barocoria somaram 31% (GRIZ e MACHADO, 2001). Kill (2012) informa que a baraúna, aroeira e umburana de cheiro possuem frutos secos dispersos pelo vento, enquanto a quixabeira os frutos carnosos são dispersos por pássaros.

Dentre as espécies da Caatinga de importância madeireira e medicinal que ainda não têm estudos detalhados sobre a fenologia em anos consecutivos, destaca-se a baraúna ou braúna-do-sertão (*Schinopsis brasiliensis*), pertencente à família Anacardiaceae, de porte elevado, podendo atingir de 10-15 m de altura com tronco ereto, bem conformado com 50-60 cm de diâmetro. As folhas são compostas pinadas de 3-4 cm de comprimento por 2 cm de largura e as flores têm 3-4 mm de diâmetro, são brancas, glabras, suavemente perfumadas, dispostas em panículas de 10-12 cm (MAIA, 2004).

A madeira da baraúna tem grande valor econômico, com cerne duro e resistência a fungos xilófagos (PAES et al., 2009), além disso, possui propriedades medicinais comprovadas na farmacologia, tendo as cascas do caule e as folhas ação antimicrobiana com perspectivas para obtenção de antibióticos naturais (CHAVES et al., 2011).

Levando em consideração a importância dessa espécie no bioma Caatinga, percebe-se na literatura que os trabalhos com relação aos estudos fenológicos da baraúna são escassos.

Tendo em vista que várias espécies nativas estão ameaçadas de extinção como é o caso da baraúna (BRASIL, 2008), devido a atual economia seletora que explora os melhores exemplares sem haver reposição nem conservação, surge a necessidade de preservar e propagar essas espécies. Por essa razão, os padrões fenológicos podem auxiliar para a preservação e compreensão da dinâmica das comunidades e populações do ecossistema Caatinga, subsidiando a implantação de programas de manejo e conservação. Diante desses aspectos, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a fenologia vegetativa e reprodutiva de *Schinopsis brasiliensis* Engler em área de Caatinga, no município de Soledade-PB.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo fenológico em campo foi conduzido na Fazenda Açude, município de Soledade-PB, na microrregião do Curimataú Ocidental, no Agreste Paraibano, entre as coordenadas 7° 03' 30" de Latitude e 36° 21' 47" de Longitude. A área tem relevo predominantemente suave ondulado, com altitude em torno de 535 m em relação ao nível do mar. Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático da região é BSh, Semiárido quente, com chuvas de janeiro a abril.

Os solos da área de estudo são predominantemente rasos, com textura arenosa média e presença de cascalhos, podendo-se observar afloramentos de rochas em determinados locais. Dentre as espécies vegetais, presentes na área destacam-se a baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.), catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz), umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), mandacará (*Cereus jamacaru* DC.) amburana (*Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C.Smith), angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan), feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.), mulungu (*Erythrina velutina* Willd.), maniçoba (*Manihot* sp.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poir), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.), quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roemer & Schultes) Penn.), juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), urtiga-brava (*Fleurya*

aestuans L.), palma-doce (*Opuntia ficus-indica*), coroa-de-frade (*Melocactus zehntneri*), cumbeba (*Cereus variabilis* Pfeiff.), macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schultze f.), xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles & Rowley), facheiro (*P. pachycladus* subsp. *Pernambucensis* (Ritter) Zappi), bonome (*Maytenus rigia* Mart.), marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.), pinhão (*Jatropha mollissima* (Pohl.) Baill.), algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.) e malva-relógio (*Sida rhombifolia* L.).

2.2 Seleção dos indivíduos amostrados

O método de amostragem utilizado foi o método da trilha, no qual foram estabelecidos caminhos pré-existentes demarcados para a marcação dos indivíduos ao longo da trilha a distâncias e intervalos ao acaso. Pelo método da trilha os indivíduos são demarcados a distâncias e intervalos previamente definidos ou ao acaso (ALEXANDRE, 1980; FLEMING e WILLIAMS, 1990; MORELLATO e LEITÃO FILHO, 1990).

Trinta indivíduos arbóreos foram selecionados para a fenologia com circunferência mínima a altura do peito maior ou igual a 20 cm, boa visibilidade da copa e condições fitossanitárias adequadas. As plantas foram marcadas com placas de material emborrachado (E.V.A) conforme ilustrado na Figura 1. Os indivíduos arbóreos foram georreferenciados com GPS (Figura 2).

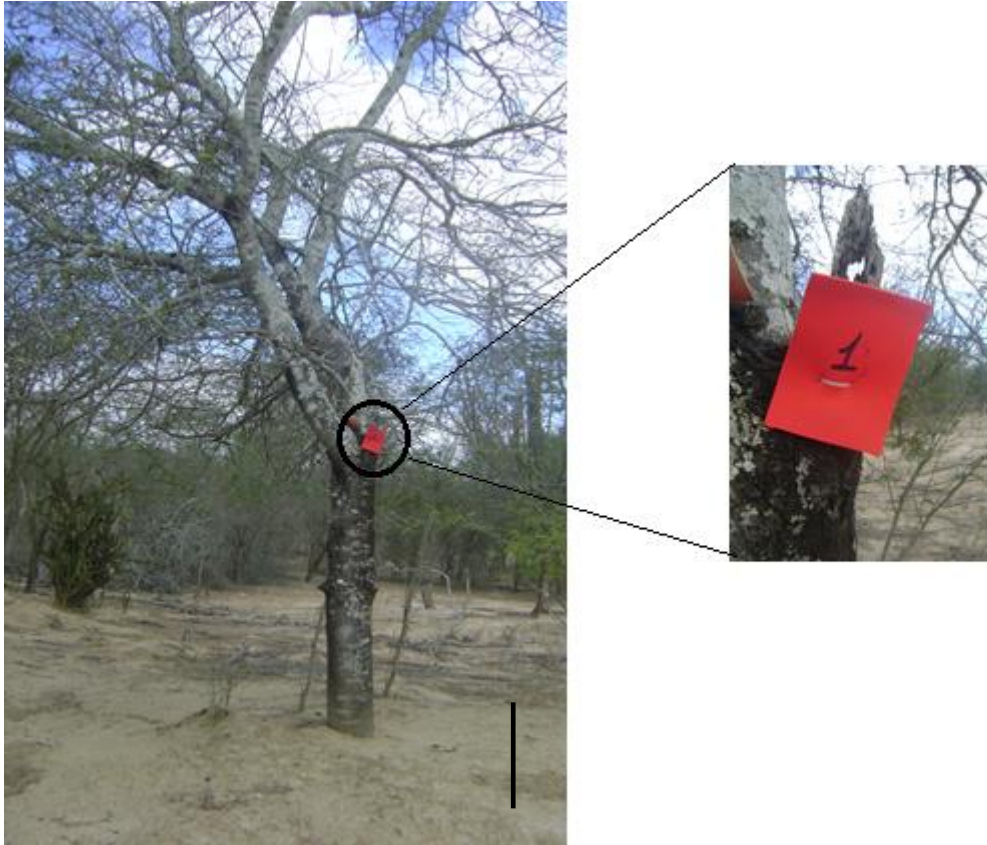


Figura 1. Marcação dos indivíduos arbóreos de *S. brasiliensis* na Fazenda Açúde, Soledade-PB.

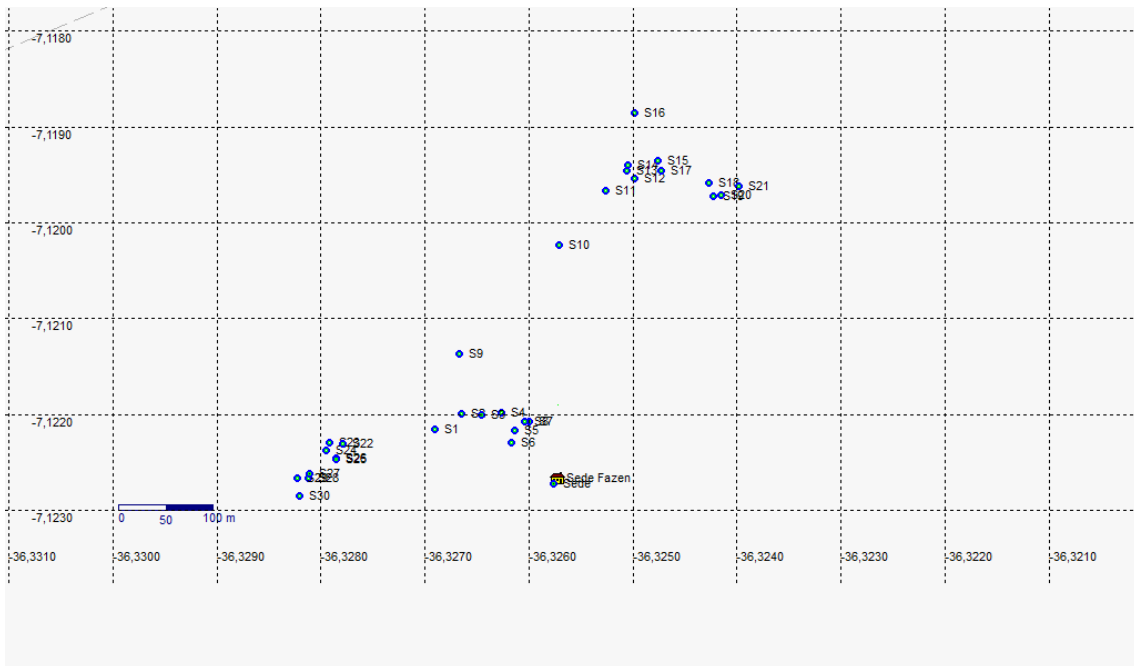


Figura 2. Ilustração dos trinta indivíduos georreferenciados de *S. brasiliensis* na Fazenda Açúde, Soledade-PB.

As observações foram realizadas em intervalos quinzenais, registrando-se a presença e ausência das fenofases brotamento, floração (antese), frutificação e senescência foliar (Figura 3). O brotamento (emissão de folhas) – determinado pela presença de primórdios foliares, geralmente de coloração verde clara terminando quando as folhas adquirem coloração verde escura (Figura 3A); floração – período em que a árvore apresenta flores em antese (Figura 3B); frutificação – inicia quando é possível visualizar os frutículos após a fertilização das flores e termina com a dispersão das sementes (Figura 3C); senescência – período em que as folhas mudam de cor, do verde escuro para marrom e caem com facilidade (Figura 3D), ocasionando espaços vazios (falhas) na copa ou em ramos (LEAL et al., 2003).

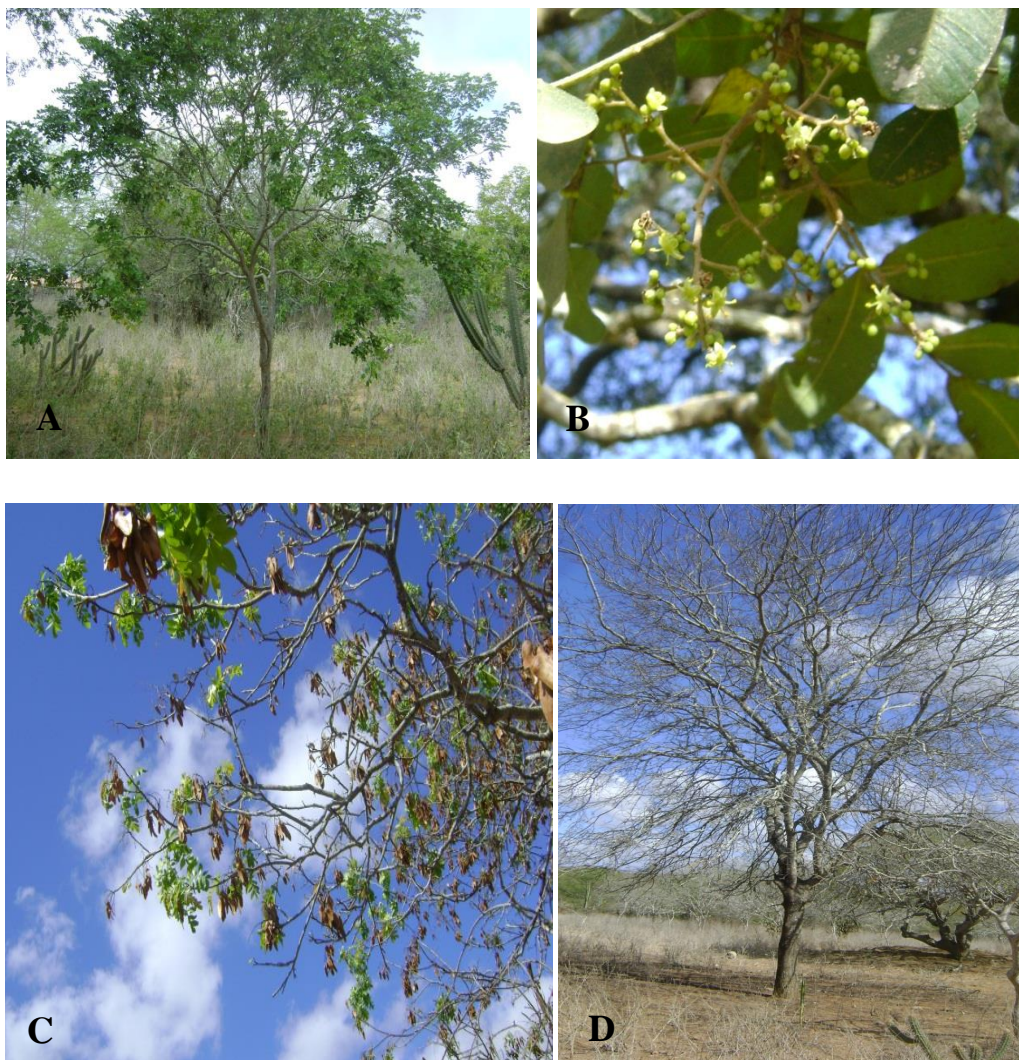


Figura 3. Fenofases de brotamento (A), floração (B), frutificação (C) e senescência (D) de *Schinopsis brasiliensis*.

2.3 Métodos de avaliação

2.3.1 Percentual de intensidade de Fournier

Neste método, proposto por Fournier (1974), os valores obtidos em campo por meio de uma escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4) e intervalo de 25% entre cada categoria, permitiu estimar a porcentagem de intensidade da fenofase em cada indivíduo.

A cada 15 dias, fez-se a soma dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos da espécie e dividiu-se pelo valor máximo possível (número de indivíduos multiplicado por quatro). O valor obtido, que corresponde a uma proporção, foi então multiplicado por 100, para transformá-lo em um valor percentual.

2.3.2 Índice de atividade

Método mais simples, no qual foi constatada somente a presença ou ausência da fenofase no indivíduo, não estimando intensidade ou quantidade. Este método de análise tem caráter quantitativo em nível populacional, indicando a porcentagem de indivíduos da população que está manifestando determinado evento fenológico. Também permitiu estimar a sincronia entre os indivíduos de uma população (MORELLATO et al., 1990) levando-se em conta que quanto maior o número de indivíduos manifestando a fenofase ao mesmo tempo, maior é a sincronia dessa população.

A análise estatística foi realizada pelo teste de correlação por meio da estatística circular. O programa estatístico utilizado foi o SAS versão 6.0, para verificar a existência ou não de correlação entre as fenofases e a precipitação da região no período de estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fenofases acompanharam a sazonalidade da precipitação pluvial durante as estações secas e chuvosas, como constatado pela análise de correlação referente a estatística circular (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Estatística circular das fenofases para ocorrência de sazonalidade em *S.brasiliensis* (Fournier)

Fenofases	Anos	Estatística Circular		
		r	μ	p
Brotamento	2009	0,40	211,45°	<0,01
	2010	0,56	210,64°	<0,01
	2011	0,62	246,80°	<0,01
	2012	0,31	138,18°	<0,01
	2013	0,85	145,84°	<0,01
Floração	2009	0,80	225,28°	<0,01
	2010	0,91	216,22°	<0,01
	2011	0,97	216,74°	<0,01
	2012	0,84	198,39°	<0,01
	2013	0,48	191,15°	<0,01
Fruto Imaturo	2009	0,91	270,58°	<0,05
	2010	-	-	-
	2011	0,92	280,54°	<0,05
	2012	0,89	281,07°	<0,05
	2013	1	20,71°	<0,05
Fruto Maduro	2009	0,94	319,89°	<0,01
	2010	0,38	107,66°	<0,01
	2011	0,98	342,57°	<0,01
	2012	0,94	328,49°	<0,01
	2013	0,51	99,36°	<0,01
Senescência	2009	0,90	311,17°	<0,01
	2010	0,76	43,25°	<0,01
	2011	0,14	216,58°	<0,01
	2012	0,1	341,20°	<0,01
	2013	0,80	48,68°	<0,01

Tabela 2. Estatística circular das fenofases para ocorrência de sazonalidade em *S.brasiliensis* (Atividade)

Fenofases	Anos	Estatística Circular		
		r	μ	p
Brotamento	2009	0,87	17,49°	<0,05
	2010	0,90	19,23°	<0,05
	2011	0,83	22,60°	<0,05
	2012	0,93	14,90°	<0,05
	2013	0,97	10,74°	<0,05
Floração	2009	0,85	223,90°	<0,01
	2010	0,90	226,15°	<0,01
	2011	0,97	218,89°	<0,01
	2012	0,79	203,13°	<0,01
	2013	0,41	216,41°	<0,01
Fruto Imaturo	2009	0,92	269,53	<0,01
	2010	-	-	<0,01
	2011	0,92	280,54	<0,01
	2012	0,88	282,07	<0,01
	2013	0,88	266,71	<0,01
Fruto Maduro	2009	0,94	322,48°	<0,01
	2010	0,34	93,84°	<0,01
	2011	0,98	343,41°	<0,01
	2012	0,94	334,39°	<0,01
	2013	0,38	93,84°	<0,01
Senescência	2009	0,90	319,72°	<0,01
	2010	0,87	34,81°	<0,01
	2011	0,10	119,21°	<0,01
	2012	0,26	12,26°	<0,01
	2013	0,62	11,58°	<0,01

A intensidade de Fournier (Figuras 4 e 5) evidencia picos de intensidade, permitindo que uma determinada fenofase ocorra de modo mais intenso na população, enfatizando a quantidade estimada de brotamento, senescência, floração e frutificação produzidos e não apenas o número de indivíduos que está manifestando determinada fenofase.

A intensidade de emissão foliar dos indivíduos de baraúna na área em estudo variou ao longo dos dias juliano, na qual constatou-se uma baixa porcentagem de brotamento de apenas 25% aos 100 dias juliano (abril de 2009), nesse período a precipitação também foi de 25 mm; aos 343 dias juliano (novembro de 2009) ocorreu

uma drástica redução de brotamento chegando a menos de 5%. Nesse período a precipitação foi nula influenciando na redução de brotações (Figura 4). Após 381 dias juliano (janeiro de 2010) a precipitação pluviométrica atingiu 40 mm e seguidamente entre 419 e 440 dias juliano (fevereiro e março de 2010) as plantas atingiram o pico de emissão foliar de 96%, reduzindo-se gradualmente e estabilizando-se a 30% aos 571 dias juliano (julho 2010) com pouca variação até os 761 dias juliano (janeiro de 2011) a partir desse período voltou a se elevar chegando a 55% de brotamento aos 1179 dias juliano (março de 2012). A partir dos 1333 dias juliano (agosto de 2012) a emissão de folhas se anula, nesse mesmo período também não ocorreu precipitação, apenas aos 1559 dias juliano (abril de 2013) retorna a emissão foliar estabilizando-se a 30% e aos 1711 dias juliano (setembro de 2013) a emissão de folhas volta a se reduzir com precipitação nula nesse período até os 1825 dias julianos (dezembro de 2013).

É notável nas áreas do semiárido a ocorrência dos pulsos de precipitação que interferem na velocidade e intensidade de emissão foliar uma vez que o solo apresenta baixa capacidade de retenção de água, a reserva disponível para as plantas, em geral, é pequena e de pouca duração, assim, a dependência da emissão de folhas em relação aos pulsos passa a ser maior (ANDRADE et al., 2006). Nesse sentido, os eventos fenológico e fisiológico nas plantas são dirigidos por esses pulsos de precipitação, e consequentemente, a sua transformação em água disponível para as plantas ocorre de forma mais complexa (CHESSON et al., 2004).

A intensidade de senescência foliar da baraúna iniciou-se aos 267 dias juliano equivalente ao mês de setembro de 2009, atingindo um pico de abscisão foliar aos 343 dias Juliano (dezembro de 2009) reduzindo-se gradualmente e se anulando aos 457 dias juliano (abril de 2010). Aos 1141 dias Juliano (janeiro de 2012) a senescência atingiu 55% reduzindo-se a medida que a precipitação se elevava e consequentemente favorecendo o ressurgimento de brotações. Após os 1483 dias Juliano (janeiro de 2013) a senescência atinge 85% reduzindo-se gradualmente e se anulando a partir dos 1597 dias Juliano (maio de 2013). A senescência voltou a se elevar a partir de 1673 dias Juliano (julho de 2013) atingindo novamente 85% aos 1787 dias Juliano (novembro de 2013). Na área em estudo observou-se que algumas plantas de baraúna, as mais vigorosas não perdem totalmente suas folhas nos períodos quentes do ano só as menos frondosas é que ficam totalmente sem folhas. Esses resultados estão de acordo com os resultados obtidos em outros trabalhos com espécies de madeira densa, pois alguns

trabalhos indicam que árvores com madeira mais densa são mais sensíveis ao estresse hídrico e, conseqüentemente, perdem suas folhas à medida que o solo vai ficando mais seco (BORCHERT, 1994; SINGH e KUSHWAHA, 2006). Por outro lado, espécies com madeira menos densa, ou seja, que têm maior capacidade de armazenar água no caule permanecem bem hidratadas durante a estação seca, apresentando brotamento e/ou floração no final desta estação, enquanto a queda foliar ocorre ainda na estação chuvosa ou logo no início da estação seca (BORCHERT e RIVERA, 2001). A perda das folhas durante o período de estiagem é um mecanismo que a planta possui para diminuir sua área de transpiração durante o período adverso, mantendo o metabolismo da planta durante o déficit hídrico (FREITAS e SILVA, 2008).

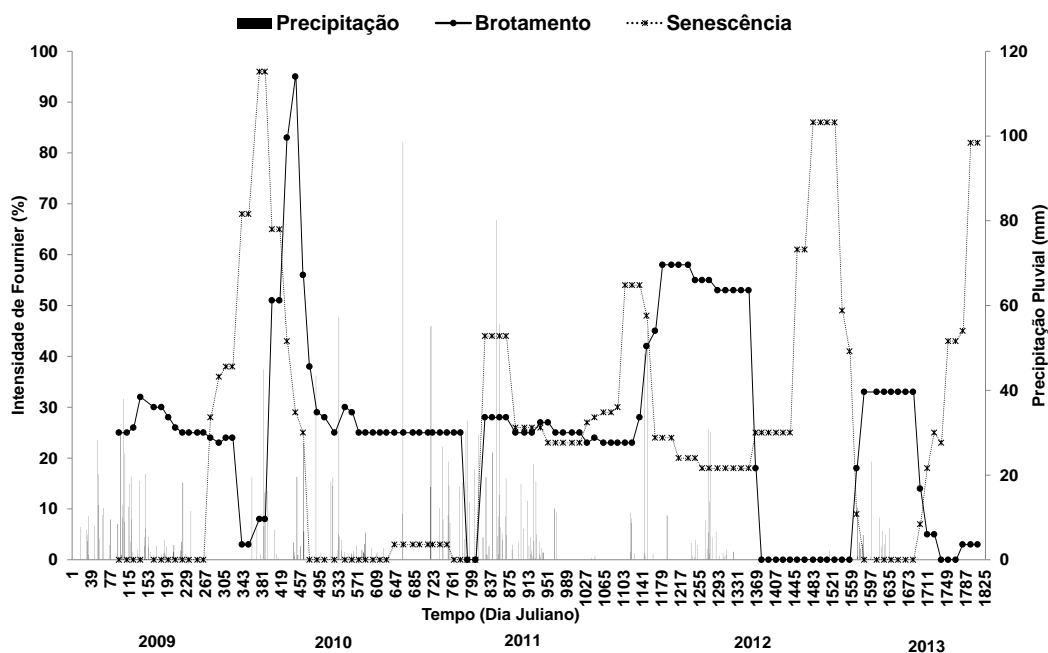


Figura 4. Intensidade de Fournier apresentada por *S. brasiliensis* nas fenofases vegetativa de brotamento e senescência, durante a realização do experimento (2009-2013).

A intensidade reprodutiva da baráúna concentrou-se nos períodos secos de menor precipitação como constatado na Figura 5. Aos 229 dias Juliano (agosto de 2009) ocorreu o pico de floração de 55% reduzindo-se gradualmente; e após 609 dias juliano (setembro de 2010) ocorreu uma intensidade de floração de apenas 18%. Com 1293 dias Juliano (julho de 2012) ocorreu uma intensidade de floração de 20%. No ano de 2013 houve uma redução na intensidade de floração para menos de 10% (Figura 5).

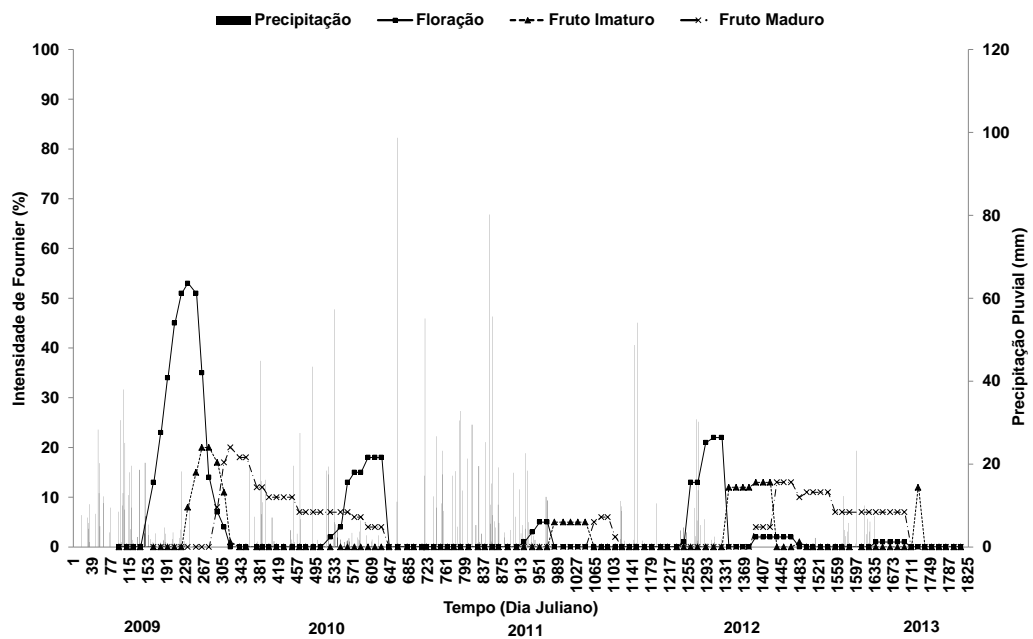


Figura 5. Intensidade de Fournier apresentada por *S. brasiliensis* nas fenofases reprodutivas de floração e frutificação durante a realização do experimento (2009-2013).

Com aproximadamente 36 dias após o pico de floração ocorreu a intensidade de frutos imaturos, verificando-se que o maior valor de intensidade de frutos imaturos aos 267 dias Juliano (setembro de 2009) foi apenas 20%, inferior ao pico de floração, essa baixa intensidade de frutos imaturos ocorreu devido a elevada taxa de abortamento natural das flores. Aos 799 dias Juliano (março de 2011) ocorreu 20% de frutos imaturos, após 1027 dias Juliano (outubro de 2011) ocorreu uma pequena percentagem de 5% de frutos imaturos. Durante o período de 1333 até 1441 dias Juliano (dezembro de 2012) ocorreu uma intensidade de frutos de 15 e 10%, respectivamente, reduzindo-se gradualmente. De acordo com as observações realizadas em campo constatou-se que alguns indivíduos entravam na fenofase de floração, no entanto, não chegavam a frutificar, devido a proporção de flores masculinas ser maior do que flores hermafroditas.

Logo após a fenofase de frutos imaturos seguiu-se a de frutos maduros numa intensidade inferior as fenofases antecessoras devido ao elevado índice de abortamento das flores e frutos. Dessa forma, observou-se que aos 343 dias Juliano (dezembro de 2009) houve uma intensidade de 20% reduzindo-se gradualmente a medida que iam atingindo o ponto de maturidade e sendo dispersados pelo vento. Aos 1065 dias Juliano

(dezembro de 2011) a quantidade de indivíduos que se encontrava nessa fenofase foi reduzida, sendo a intensidade de frutos inferior a 10% e aos 1445 dias Juliano (dezembro de 2012) houve uma intensidade de 15% de frutos maduros reduzindo-se gradualmente ao longo do tempo.

A floração da baraúna variou quanto a época de ocorrência, duração, intensidade e no modo de distribuição entre os indivíduos da população. Comparando-se as fenofases de floração e senescência, notou-se que ocorreram quase que simultaneamente nos anos de avaliação indicando que essa fenofase estaria diretamente relacionada com a ausência de precipitação como constatado na mesma espécie por Kiill (2012). Griz e Machado (2001) em pesquisas com a fenologia e as síndromes de dispersão de diferentes espécies da Caatinga mostraram que existe uma estreita relação da fenologia e a precipitação, embora algumas espécies brotem, floresçam e frutifiquem na estação seca. Barbosa et al. (2003) afirmam que a floração no período de seca indica menor dependência da espécie em relação à água, sugerindo ritmos endogênicos provenientes das adaptações morfo-anatômicas e fisiológicas. A proporção de flores e frutos em baraúna nos anos de 2012 e 2013 está associada a eleva estiagem ocorrente nos respectivos períodos.

Os índices de atividade estão representados nas Figuras 6 e 7, demonstrando a porcentagem de indivíduos que estavam desempenhando simultaneamente um determinado evento fenológico. Os índices de atividade revelam o período em que uma determinada fenofase ocorre de maneira mais generalizada na população, fornecendo informações de sincronismo e indicando a proporção de indivíduos da população que manifesta de forma simultânea um evento fenológico (LIMA, 2011).

O índice de atividade de emissão foliar (brotamento) teve início aos 77 dias se estendendo até os 267 dias Juliano (março a setembro de 2009) com 100% dos indivíduos manifestando essa fenofase, a partir desse período ocorreu redução da precipitação pluviométrica e a emissão de folhas foi se reduzindo voltando a crescer após aumento da precipitação no período compreendido de 419 até 799 dias Juliano (fevereiro de 2010 até março de 2011) Figura 6. A fenologia vegetativa, queda e brotamento de novas folhas, acompanhou a sazonalidade da precipitação pluvial durante as estações seca e chuvosa.

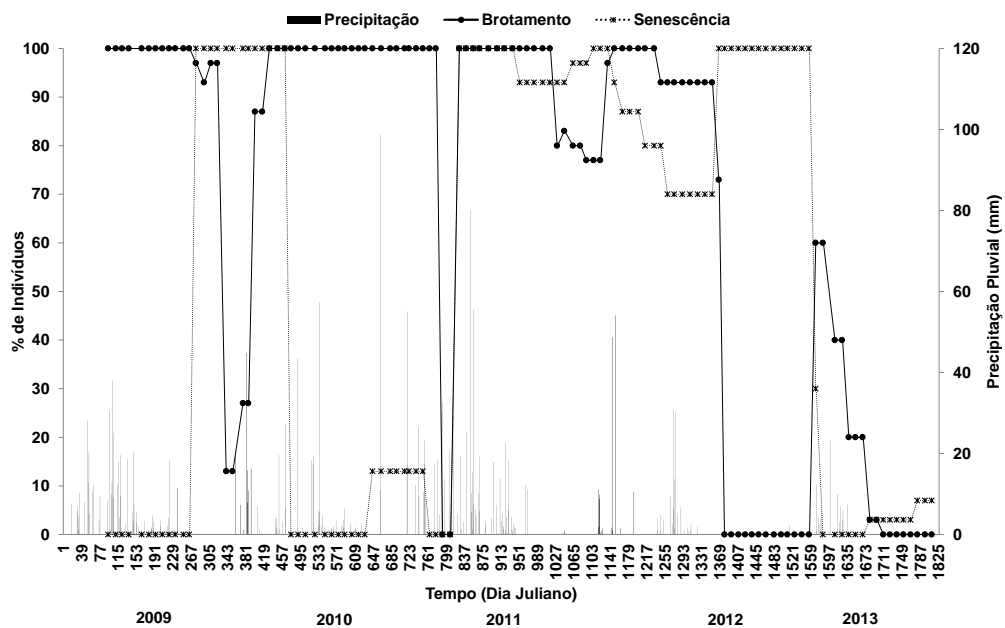


Figura 6. Porcentagem de indivíduos desempenhando as fenofases vegetativas de brotamento e senescência no período de 2009 a 2013.

A atividade reprodutiva ao longo dos anos foi relativamente baixa tendo em vista que nem todos os indivíduos entravam na fase reprodutiva demonstrando características de espécie supra-anual, contradizendo as afirmativas de Kiill (2012) que informa ser a baráúna uma espécie anual. Adicionalmente a essas características, a atividade reprodutiva seguiu os pulsos de precipitação, em que após períodos de maior precipitação os indivíduos entravam em florescimento. Nesse sentido, analisando-se os dados da Figura 7, verificou-se que a fenofase de floração obteve 75% de atividade no período de 153 a 229 dias Juliano (junho a agosto de 2009), após esse período o índice de atividade de floração reduziu, iniciando a atividade da fenofase de frutos imaturos. Nos anos seguintes o índice de atividade de floração foi menor reduzindo-se gradualmente como verificado no período de 495 a 647 dias Juliano (maio a outubro de 2010), a floração teve uma atividade de 30%. Entre 1255 e 1331 dias Juliano (junho a agosto de 2012) esta fenofase (floração) obteve um índice de atividade de 55%. A atividade de frutos imaturos obteve 38% aos 267 dias Juliano (setembro de 2009), 15% após 951 dias Juliano (agosto de 2011) e 35% aos 1407 dias juliano (novembro 2012). A intensidade de indivíduos na fenofase de frutos maduros foi de 38% aos 343 dias juliano (março de 2010), aos 1065 dias Juliano (dezembro de 2011) a atividade foi menos de 20% e aos 1521 dias juliano (março de 2013) obteve 30% de atividade reduzindo-se gradualmente. As fenofases de frutos imaturos e frutos maduros obtiveram

baixa atividade, em que nem todos os indivíduos entravam na fenofase reprodutiva. Kiill (2012) em estudos fenológicos de quatro espécies da Caatinga, dentre elas a baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), verificou que a floração ocorreu principalmente na estação seca, época em que a maioria das plantas da Caatinga não possui essa fenofase, indicando que essa espécie pode ser considerada como importante fonte de pólen e néctar para a fauna local e que a frutificação é do tipo anual, ocorrendo no final da estação seca e início da estação chuvosa.

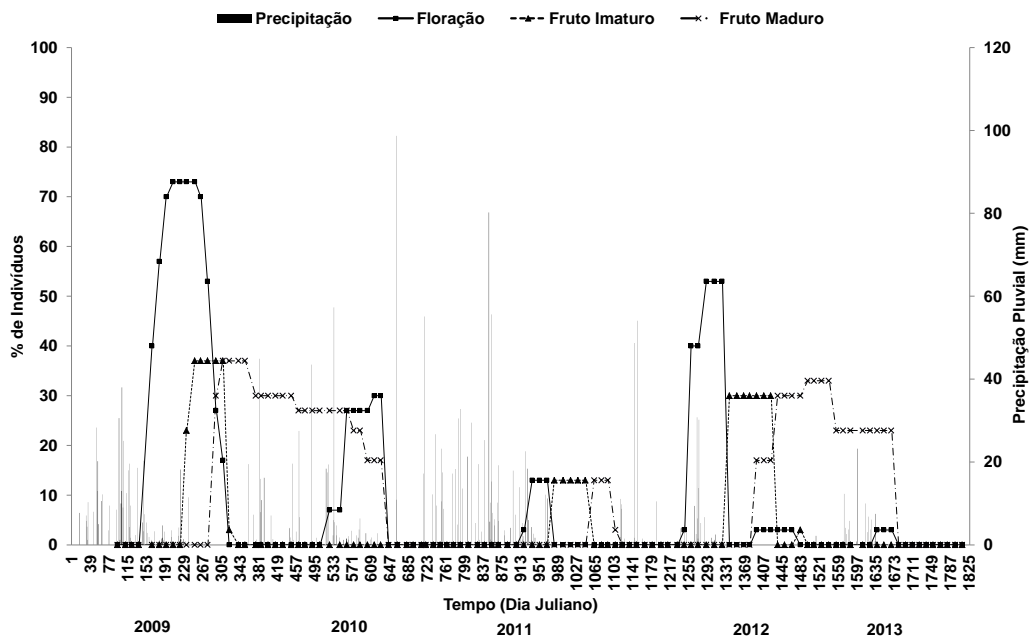


Figura 7. Porcentagem de indivíduos desempenhando as fenofases reprodutivas de floração e frutificação nos períodos de 2009 a 2013.

4. CONCLUSÕES

A emissão foliar ocorre tão logo inicia o período chuvoso e a senescência ocorre nos períodos mais secos do ano, sendo a intensidade e duração desses eventos dependentes da forma como se dão os pulsos de precipitação;

A floração da baraúna é baixa, com distribuição desuniforme, ocorrendo em períodos diferentes em cada ano de avaliação, devido a distribuição dos pulsos de precipitação;

A fenofase de frutos imaturos ocorre durante a fase de enfolhamento pleno e pode se dá mesmo quando parte da planta ainda se encontra na fase de floração, ocorrendo também elevados índices de abortamento de frutos;

A fenofase de frutos maduros inicia-se com a abscisão foliar, intensificando-se à medida que reduz os interpulsos de precipitação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, J.C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva Ducke, Manaus, AM. **Acta Amazônica**, Manaus, v.24, n.3-4, p.161-181, 1994.

ALEXANDRE, D. Y. Caractère saisonnier de la frutification dans une forêt hygrophile de Côte-d'Ivoire. **Terre et la Vie-Revue d'Ecologie Appliquee**, França, v.34, n.3, p.335-350, 1980.

ALVES, A.R.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C.; HOLANDA, A.C. de. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.6, n.2, p.194-204. 2006.

ANDRADE, A.P.; SOUZA, E.S.; SILVA, D. S.; SILVA, I. F.; LIMA, J. R. S. Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos “pulsos-reservas”. In: SIMPÓSIO DA 43ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.C.A.; LIMA, L.C.M. **Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga**. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Universitária da UFPE, 2003, p.645-693.

BORCHERT, R. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology**, Oxford, v.75, n.5, p.1437-1449, 1994.

BORCHERT, R.; RIVERA, G. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem succulent trees. **Tree Physiology**, Oxford, v.21, p.213-221, 2001.

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

BRASIL, Portaria nº 37-N/1992, de 3 de abril de 1992. IBAMA (Ministério do Meio Ambiente). **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 de abril 1992. Seção 3, p.204.

CHAVES, T.P.; DANTAS, I.C.; FELISMINO, D.C.; VIEIRA, K.M.; CLEMENTINO, E. L. C.; COSTA, L. S. Atividade antimicrobiana das folhas de *Schinopsis brasiliensis* Engler. **Revista de Biologia e Farmácia**, Campina Grande, v.5, n. 2, p. 11-17, 2011.

CHESSON, P.; GEBAUER, R.L.E.; SCHWINNING, S.; HUNTLY, N.; WIEGAND, K. ERNEST, M.S.K.; SHER, A.; NOVOPLANSKY, A.; WELTZIN, J.F. Resource pulses, species interactions and diversity maintenance in arid and semi-arid environments. **Oecologia**, Berlin, v.141, p.236–253, 2004.

DONADIO, N.M.M.; DEMATÊ, M.E.S.P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.) e jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex Benth.) - Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.22, n. 1, p.64-73, 2000.

FLEMING, T.H.; WILLIAMS, C.F. Phenology, seed dispersal, and recruitment in *Cecropia peltata* (Moraceae) in Costa Rican tropical dry forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.6, 163-178, 1990.

FOURNIER, L.A. Un metodo cuantitativo para la medición de características fenológicas en arboles. **Turrialba**, v.24, n.4, p.422-423, 1974.

FREITAS, J.L., SILVA, R.B.L. Processos fenológicos de bacabeira (*Oenocarpus bacaba* Mart.) em fragmento florestal de Terra Firme, Macapá – AP. **Seminário Internacional - Amazônia e Fronteiras do Conhecimento NAEA - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos - 35 ANOS**. Universidade Federal do Pará, 9 a 11 de dezembro de 2008, Belém - Pará – Brasil.

GRIZ, L.M.S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga tropical dry forest in the northeast of Brasil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.17, p.303-321, 2001.

JUSTINIANO, J.M.; FREDERICKSEN, T.S. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. **Biotropica**, São Paulo, v.32, n.2,p.276-281, 2000.

KIILL, L.H.P. Fenologia reprodutiva e dispersão das sementes de quatro espécies da caatinga consideradas como ameaçadas de extinção. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 22, n. 3, p.12-15, 2012.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C.; **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: UFRPE, 2003. 804p.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: H. Lieth (ed.). **Phenology and seasonality modeling. Ecological Studies 8**. Berlin: Springer-Verag, 1974.

- LIMA, C.R. **Avaliações Ecofisiológicas em Sementes de *Caesalpinia pyramidalis*** Tul. 2011. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- MACHADO, I.C.; LOPES, A.V. Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em Caatinga. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M. & Silva, J. M. (Eds). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Ed. Universitária da UFPE, Recife, Brasil, p.515-559, 2003.
- MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.
- MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO-FILHO, H.F.; RODRIGUES, R.R.; JOLY, C.A. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.50, n.1, p.149-62, 1990.
- MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. **Revista brasileira de Biologia**, São Carlos, v.50, n.1, p.163-173, 1990.
- MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO-FILHO, H.F.; RODRIGUES, R.R.; JOLY, C.A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.12, p.85-98, 1989.
- NOGUEIRA, F.C.; PACHECO FILHO, A.J.S.; GALLÃO, M.I.; BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS FILHO, S. Fenologia de *Dalbergia cearensis* ducke (Fabaceae) em um fragmento de floresta estacional, no semiárido do nordeste, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.4, p.657-667, 2013.
- PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R.; SANTOS, G.J.C. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.3, p.511-520, 2009.
- PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F.A.M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae. Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 183-194, 2002.

SCHONGART, J.; PIEDADE, M.T.F.; LUDWIGSHAUSEN, S.; HORNA, V.;
WORBES, M. Phenology and stem-growth periodicity of tree species in Amazonian
floodplain forests. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 18, pp. 581-597. 2002.

SINGH, K.P.; KUSHWAHA, C.P. Diversity of flowering and fruiting phenology of
trees in a tropical deciduous forest in India. **Annals of Botany**, Oxford, n.97, p.265-
276, 2006.

CAPÍTULO 3. QUALIDADE FÍSICA, FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE DIÁSPOROS DE *Schinopsis brasiliensis* Engler

RESUMO - A baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler) é uma espécie da Caatinga que se destaca pela utilização madeireira e medicinal, no entanto, se encontra ameaçada de extinção, devido o uso predatório na região. Dessa forma, objetivou-se no presente trabalho avaliar a qualidade física, fisiológica e sanitária de frutos e sementes de baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler) procedentes de quatro lotes da Caatinga. A pesquisa foi desenvolvida nos Laboratórios de Sementes e Biotecnologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Os frutos foram coletados manualmente em plantas de diferentes áreas de Caatinga, localizadas nos municípios de Petrolina-PE, Soledade-PB e Boa Vista-PB, totalizando quatro lotes. Inicialmente, determinou-se o teor de água e a caracterização biométrica utilizando-se 100 frutos e 100 sementes de cada lote, com auxílio de um paquímetro digital procedeu-se as mensurações de comprimento, largura e espessura (mm). Os dados das características quantitativas foram submetidos à análise descritiva, obtendo-se as respectivas médias e coeficientes de variação e os resultados representados através de gráficos do Boxplot. Os atributos fisiológicos foram avaliados por meio da utilização do teste de germinação e vigor dos diásporos, realizando-se um ensaio de germinação com quatro repetições de 25 sementes distribuídas em gerbox contendo o substrato vermiculita à temperatura de 20-30°C. As variáveis analisadas foram: porcentagem de germinação, primeira contagem, IVG, comprimento e massa seca de raiz e parte aérea. Para a realização do teste de sanidade retirou-se aleatoriamente 50 diásporos de cada lote, empregando-se o método Blotter Test. O delineamento estatístico empregado para a avaliação da qualidade fisiológica e sanitária foi o inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As dimensões de frutos e diásporos de baraúna independe do lote ou da procedência, a qualidade fisiológica e sanitária dos diásporos de baraúna são afetados pela presença de insetos, sementes chochas e fungos.

Palavras-chave: Qualidade fisiológica, baraúna, insetos, fungos

ABSTRACT- The baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler) is a species of the Caatinga that stands for timber and medicinal use , however , is threatened with extinction due to overutilization in the region . Thus , the aim of this work was to evaluate the physical , physiological and sanitary quality of fruits and seeds baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler). The research was conducted in the Laboratory of Seeds and Biotechnology Center of Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba. Fruits were collected manually in plants from different areas of Caatinga , located in the municipalities of Petrolina-PE, Soledade-PB and Boa Vista-PB, resulting in four lots . Initially, we determined the water content and biometric characterization using a 100 fruits and 100 seeds per lot, with the aid of a digital caliper proceeded to measurements of length, width and thickness (mm). The quantitative characteristics were submitted to descriptive analysis, obtaining means and coefficients of variation and the results represented by Boxplot graphs. The physiological attributes were evaluated by use of the germination and vigor of the seeds testing, performing a germination test with four replications of 25 seeds distributed in gerbox containing vermiculite at a temperature of 20-30 °C. The variables analyzed the percentage of germination were: first count , IVG , length and dry weight of roots and shoots. To perform the sanity check randomly withdrew 50 diaspores of each batch, using the blotter test method. The statistical design for the assessment of physiological and sanitary quality was randomized and the data were subjected to analysis of variance , and means were compared by Tukey test at 5% probability. The dimensions of fruit and diasporas baraúna independent lot or origin, physiological and sanitary quality of the seeds of baraúna are affected by the presence of insects, fungi and shriveled seeds.

Key-words: Physiological quality, baraúna, insects, fungi

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é rica em biodiversidade onde se desenvolvem sistemas agropastoris, com riquíssimas espécies vegetais. A grande maioria de importância econômica se destacando pela qualidade da madeira (celulose, fibras, polpa e biomassa para produção de energia), uso medicinal e industrial, produção de mel e utilização ornamental e paisagística (SARMENTO e VILLELA, 2010). Dentre as espécies da Caatinga a baraúna se destaca, porém é uma espécie ameaçada de extinção devido à exploração madeireira.

A baraúna ou braúna-do-sertão (*Schinopsis brasiliensis* Engler) pertence à família Anacardiaceae é uma espécie da Caatinga, possui porte elevado podendo atingir de 10-15m de altura com tronco ereto, bem conformado, de 50-60cm de diâmetro. As folhas são compostas pinadas de 3-4 cm de comprimento por 2 cm de largura e as flores possuem de 3-4 mm de diâmetro, são brancas, glabras, suavemente perfumadas, dispostas em panículas de 10-12 cm (MAIA, 2004).

Essa espécie habita quase toda a área da Caatinga da Bahia à Paraíba, com poucos representantes no Rio Grande do Norte e Piauí (ANDRADE, 1989). Possui propriedades medicinais, comprovada na farmacologia, em que as cascas do caule possuem ação antimicrobiana. Além disso, estudos mais recentes também comprovaram propriedades antimicrobianas nas suas folhas, com perspectivas para a obtenção de antibióticos naturais (CHAVES et al., 2011).

A madeira da baraúna tem grande valor econômico, com cerne duro e resistência a fungos xilófagos (PAES et al., 2009). É utilizada também na construção civil, carpintaria, lenha, carvão e na metalurgia (MAIA, 2004). O emprego irracional para esses e outros fins fez com que o seu nome fosse incluído na lista oficial das espécies ameaçadas de extinção (BRASIL, 2008).

O conhecimento da morfologia de frutos, sementes e plântulas é de suma importância na identificação e preservação das espécies vegetais. Apesar das sementes serem formadas por embrião, tecidos de reserva e envoltório, na natureza, diversos fatores contribuem para que haja o desenvolvimento diferenciado dos componentes da semente, variando entre espécies e até dentro da própria espécie, por meio da cor, forma e tamanho (ABUD et al., 2009).

Desde o surgimento das sementes, a eficiência de sua dispersão define a capacidade de cada espécie em se difundir pelo planeta. Ao contrário dos esporos, que são leves e podem ser levados a longas distâncias, a presença frequente de tecidos de proteção (tegumento) e reserva (endosperma) faz com que a semente precise gerar um grande número de artifícios para ser levada o mais distante possível da planta mãe (GONÇALVES e LORENZI, 2011).

Os frutos secos deiscentes devem ser colhidos antes de serem liberados pela planta, quando ocorrer mudança de coloração, os frutos são colhidos e deve-se realizar uma secagem prévia para que os frutos liberem as sementes ou para que as sementes se tornem com teor de água adequados para o armazenamento, se enquadram nesses aspectos dentre outros os frutos de ipê, cedro, sabiá, pau-brasil, baraúna, umburana de cheiro e aroeira (SILVA e DANTAS, 2012).

A biometria dos frutos e sementes fornece informações para a conservação e exploração da espécie, de variabilidade entre indivíduos numa determinada área e permite comparações de uma mesma espécie que ocorre em localidades geográficas diferentes (ARAÚJO et al., 2012).

Um aspecto anatômico interessante relacionado às sementes de baraúna é que essas são fortemente aderidas ao endocarpo lenhoso tornando a germinação lenta e desuniforme (CARVALHO, 2008). Segundo Oliveira e Oliveira (2008) as sementes de baraúna apresentam dormência, a qual dificulta o processo de germinação. No entanto, além da dormência outros fatores podem interferir na germinação, como sementes chochas, pouco vigorosas e sementes deterioradas por insetos, como é o caso do ataque de insetos broqueadores, pois as sementes que são mais atacadas por insetos geralmente são aquelas que tem germinação lenta e desuniforme (DANIELSON et al., 2006). Durante o período de floração e frutificação das espécies, os insetos broqueadores depositam seus ovos e com o passar do período de maturação dos frutos as larvas vão se desenvolvendo e se alimentando das sementes no interior do endocarpo, dificultando a germinação.

Esses insetos broqueadores de sementes tem causado sérios prejuízos na produção, comercialização e propagação de diversas espécies, atacando principalmente sementes e plântulas. Segundo Zidko (2002) espécies florestais arbóreas apresentam interações com coleópteros que se desenvolvem dentro dos frutos e das sementes. Algumas famílias de insetos são responsáveis pelos danos causados às estruturas

reprodutivas de espécies florestais: *Anobiidae*, *Anthribidae*, *Bruchidae*, *Curculionidae* e *Scolytidae*. Insetos da família *Scolytidae* foram encontrados em sementes de amendoim-bravo, jatobá e peroba. Já *Anobídeos* foram encontrados em pau-ferro.

Os principais danos causados pelos insetos às sementes são as perdas de peso, de pureza e qualidade fisiológica, enquanto que a ação dos microorganismos, desde que haja condições de umidade e temperatura satisfatória, acelera a taxa de deterioração das sementes durante o armazenamento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Além dos danos causados pelos insetos às sementes, outros organismos como os fungos também podem se desenvolver nas sementes em condições de temperatura e umidade distintas e causar sérios danos, levando a perda do potencial fisiológico. Por essa razão, o estudo da sanidade de sementes deve ser efetuado no momento de caracterização do lote no intuito de identificar os organismos patogênicos como princípio para o controle de sua livre disseminação (LAZAROTTO, 2010).

A presença de fungos em sementes tem alterado o processo de germinação e comprometido o desenvolvimento das mudas em campo, reduzindo a porcentagem de germinação e causando a morte de plântulas. Os patógenos podem ser transportados com as sementes de duas formas: a semente pode está contaminada e o patógeno ser transportado, aderindo-se a superfície dela ou misturado ao lote de sementes; a semente pode estar infectada, nesse caso, o patógeno infecta os tecidos da semente e, geralmente se estabelece permanecendo em estágio de repouso (NEEGAARD, 1977).

A capacidade de desenvolvimento do patógeno associado ao hospedeiro é denominada de patogenicidade (MIZBUTI e MAFFIA, 2006). Para diversas espécies já se tem conhecimento dos patógenos associados às sementes e seus respectivos métodos de controle e estudos recentes revelaram a identificação de quarenta espécies de fungos em dez espécies de plantas da Caatinga, sendo comprovada a ocorrência de fungos fitopatogênicos, fungos de armazenamento e outros apenas contaminantes (ARAÚJO, 2012). Em estudos referentes à patologia de sementes de espécies da Caatinga verificou-se que a incidência de fungos fitopatogênicos ocorre em temperaturas distintas e a sua incidência é diversificada em cada espécie, como a exemplo de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* Vell. Brenan), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart.) nas quais os fungos mais comuns são: *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, *Penicillium sp.*, e *Rhizopus sp.*; tais fungos

incidiram nas sementes em temperaturas distintas variando de 15 a 35°C (ANGILOTTI, 2012).

Nesse sentido, a análise de sementes é importante, pois, fornece dados que expressam a qualidade física, fisiológica dos lotes de sementes para fins de semeadura, armazenamento, comercialização e ainda permite a comparação entre diferentes lotes, (FLORES et al., 2011). Segundo Wielewicki et al. (2006) para se proceder a avaliação da qualidade de sementes de determinado lote, em laboratório, é necessário dispor de um padrão de germinação de sementes para cada espécie, pois cada cultura apresenta sementes com características distintas quanto ao seu comportamento fisiológico ou germinativo.

O uso de sementes com qualidade sanitária garantida, ao lado dos demais atributos genéticos, físicos e fisiológicos, é a forma mais simplificada e econômica de se reduzir custos de produção e assegurar a sustentabilidade dos cultivos de interesse geral, principalmente em países com características agrônômicas, como o Brasil (MACHADO, 2010).

Há poucos relatos na literatura a respeito das características morfológicas e biométricas de frutos e sementes de baraúna como também a respeito do comportamento fisiológico e sanitário. Dessa forma, objetivou-se na presente pesquisa estudar os atributos físicos, fisiológicos e sanitários de frutos e sementes de baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler.) procedentes de quatro lotes da Caatinga.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta dos frutos

Os frutos de *S. brasiliensis* foram coletados manualmente em plantas matrizes localizadas em áreas da Caatinga nos municípios de Petrolina-PE, Soledade – PB e Boa Vista-PB. Essas áreas possuem relevo predominantemente suave ondulado, com altitude em torno de 535 m em relação ao nível do mar. Segundo a Agência executiva de gestão de águas (AESAs) os referidos municípios pertencem ao semiárido Brasileiro e apresentam temperatura média anual variando de 28-32°C e precipitação média anual de 400 a 600 mm.

Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático da região é BSh, Semiárido quente, com chuvas de janeiro a abril. Os solos da área de estudo são predominantemente rasos, com textura arenosa média e presença de cascalhos, podendo-se observar afloramentos de rochas em determinados locais.

Após a coleta, os frutos foram beneficiados manualmente e mantidos em câmara fria até a realização dos testes no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal da Paraíba. O lote 1 foi proveniente de sementes coletadas no período de dispersão dos frutos, em dezembro de 2011 no município de Petrolina; o lote 2 foi proveniente de sementes coletadas no município de Soledade em dezembro de 2011; o lote 3 foi oriundo de sementes coletadas no município de Boa Vista em dezembro de 2010 as quais foram acondicionadas em câmara fria a 15°C por um período de 12 meses; e as sementes do lote 4 foram provenientes do município de Boa Vista, onde as mesmas foram coletadas em dezembro de 2011. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes e Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba, onde se procedeu a determinação do teor de água dos diásporos, análises físicas, fisiológicas e sanitárias.

2.2 Teor de água

A determinação do teor de água das sementes seguiu os procedimentos das Regras para Análise de Sementes por meio da pesagem das sementes antes e após secagem em estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas (BRASIL, 2009). Quatro amostras de 10 diásporos foram utilizadas para a determinação do teor de água. Decorrido o período de secagem, as amostras foram colocadas em dessecador por aproximadamente 10 minutos e, em seguida feitas as pesagens em balança analítica com precisão de 0,001g. Os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso das amostras úmidas.

2.3 Caracterização biométrica

Para a caracterização dos frutos, utilizaram-se 100 unidades provenientes dos quatro lotes, em que foram mensurados o comprimento, largura e espessura dos frutos, juntamente com comprimento da ala, todas as medições foram realizadas com auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Os frutos foram mensurados da base ao ápice; a largura e a espessura foram medidas na região mediana dos frutos.

Na caracterização biométrica das sementes (diásporos) procedeu-se de forma semelhante a caracterização dos frutos, na qual os frutos foram beneficiados com o auxílio de uma peneira para uma remoção mais rápida e eficiente do epicarpo e mesocarpo. Após o beneficiamento realizou-se a mensuração do comprimento, largura e espessura de 100 diásporos de cada lote selecionados de forma aleatória. As mensurações dos frutos e sementes foram expressas em milímetros.

2.4 Atributos fisiológicos

2.4.1 Teste de germinação

Os diásporos provenientes dos quatro lotes de regiões distintas da Caatinga foram escarificados manualmente na região oposta a emissão da raiz por meio de lixa e colocados para germinar em caixas plásticas transparentes (gerbox) com dimensões de 11 x 11 x 3 cm contendo o substrato vermiculita sendo as sementes dispostas em quatro repetições de 25. Logo em seguida, os gerbox foram colocados em germinador do tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) ajustando à temperatura alternada de 20-30°C (BRASIL, 2013).

As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, por um período de 30 dias, quando se observou a formação de plântulas normais, ou seja, aquelas que continham a raiz primária e a parte aérea perfeitas, não destoantes das demais e considerando como germinadas as plântulas com os cotilédones acima do substrato. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.4.2 Germinação na primeira contagem

A primeira contagem foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, sendo a contagem das plântulas realizada aos doze dias após o início do teste e os dados expressos em porcentagem.

2.4.3 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Em conjunto com o teste de germinação foi determinado o índice de velocidade de germinação, anotando-se o número de plântulas que possuíam as folhas embrionárias visíveis. Ao final do teste o IVG foi calculado, segundo os dados diários do número de plântulas normais, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

2.4.4 Comprimento e massa seca de plântulas

No final do teste de germinação foram medidos a parte aérea e a raiz das plântulas normais de cada lote e repetição, com auxílio de uma régua graduada em milímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula. As mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel Kraft e levadas à estufa a 65 °C, até atingir massa constante (48 horas). A massa foi dividida pelo número de plântulas normais componentes de cada repetição, resultando na massa seca média por plântula, expressa em miligramas.

2.4.5 Caracterização morfológica e crescimento inicial de plântulas

Para a descrição morfológica dos frutos e sementes levou-se em consideração a média do comprimento, largura e espessura dos quatro lotes. Para a descrição morfológica da baraúna utilizou-se as descrições morfológicas observadas por Kill (2012) em trabalho com espécies da Caatinga, o qual relatou detalhes da dispersão e alguns aspectos anatômicos da baraúna. Levou-se em consideração os relatos de Santana et al. (2009) com a espécie *Tapirira Guianensis* – Aublet Anacardiaceae e as descrições morfológicas de frutos e sementes relatadas por Gonçalves e Lorenzi (2011).

Para avaliar o crescimento inicial de plântulas de baraúna realizou-se um ensaio de germinação. A partir de uma amostra homogênea de sementes pertencentes aos quatro lotes, retirou-se 100 unidades de cada lote de forma aleatória obtendo-se uma amostra mista de 400 sementes, das quais foram utilizadas 100 unidades distribuídas em quatro repetições de 25 em papel germiteste sob temperatura de 20-30 °C (BRASIL, 2013).

As avaliações foram realizadas diariamente mensurando-se o crescimento da raiz e parte aérea de plântulas normais com leituras aos 13, 18, 21 e 30 dias após o semeio, computou-se o comprimento da parte aérea e raiz de cada planta germinada

2.5 Avaliação dos lotes quanto à danificação nas sementes

Os diásporos foram abertos por meio de uma mini-morsa (Figura 1), nessa avaliação utilizou-se aleatoriamente 50 sementes de cada lote, sendo abertas uma a uma e verificando-se os tipos de danificação, assim as sementes foram classificadas em

quatro categorias: sementes chochas, danificadas por larvas de insetos broqueadores do gênero *Bruchidae*, furadas e cheias ou viáveis.



Figura 1. Ilustração da mini morsa utilizada para extração do endocarpo dos diásporos de baraúna (Barra = 1cm).

2.6 Teste de sanidade

Para a realização do teste de sanidade retirou-se aleatoriamente 50 diásporos de cada lote, sendo os mesmos incubados em placas de Petri, empregando-se o método Blotter Test (NEEGAARD, 1979). Os diásporos foram desinfestados através de imersão em solução de hipoclorito de sódio a 4% (v/v) por 10min., sob agitação contínua, lavados por duas vezes com água destilada estéril.

Após a desinfestação os diásporos foram colocados para secar a temperatura ambiente sobre papel filtro esterilizado, sendo em seguida, distribuídos em número de dez, no interior de placas de Petri, contendo duas folhas de papel de filtro, previamente umedecidas e esterilizadas. As placas foram levadas para a câmara com temperatura de 24°C, permanecendo em incubação, sob efeito de luzes de frequência próxima ao ultravioleta (N.U.V.) e fotoperíodo de 12h por um período de oito dias. Após esse período foi realizada a identificação e contagem dos fungos com auxílio de microscópio estereoscópico, examinando-se, as colônias fúngicas desenvolvidas sobre os diásporos (BARNETT e HUNTER, 1972).

2.7 Delineamento experimental e análise estatística

Os dados das características biométricas (quantitativas) foram submetidos à análise descritiva, obtendo-se as respectivas médias e coeficientes de variação. Os resultados foram expressos através do Boxplot.

A análise estatística para os atributos fisiológicos foi realizada segundo o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC) com quatro repetições de 25 sementes cada. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para análise sanitária dos diásporos foi realizada segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições de dez sementes e a comparação de médias realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado para as análises foi o SISVAR 6.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor de água

O teor de água das sementes antes da realização dos testes variaram de 10,3 a 11,3 entre os lotes, sendo de 11,3% para o lote 1; 10,3% para o lote 2, 10,4% para o lote 3 e 10,5% para o Lote 4.

3.2 Caracterização biométrica

Os valores médios, desvio padrão, variância, coeficiente de variação e os valores máximos e mínimos de frutos e sementes, dos quatro lotes, encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. A variância e o desvio padrão foram relativamente baixos indicando que os dados estão próximos da média e não distribuídos em uma ampla faixa de valores. Os coeficientes de variação foram considerados baixos para o comprimento

dos frutos (C.F) e da asa (C.A) e também para a largura dos frutos, já para as variáveis espessura dos frutos, comprimento, largura e espessura das sementes os coeficientes de variação foram considerados médios de acordo com Santos et al. (2008) os quais informaram que os coeficientes de variação são considerados baixos quando for menor que 10%, médios, quando estiver entre 10-20% e são considerados elevados quando o CV for superior a 20% e menor ou igual a 30% e acima desse valor é considerado muito elevado.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos para comprimento, largura e espessura de frutos de quatro lotes de baraúna (*S. brasiliensis*).

Parâmetros	Lote 1			
	CF	LF	EF	CA
Média (mm)	28,52	10,68	5,55	18,71
Desvio padrão (mm)	2,12	0,64	0,62	1,83
Variância	4,48	0,41	0,39	3,34
CV (%)	7,43	6,01	11,26	9,8
Máximo (mm)	35,7	12,12	7,12	23,74
Mínimo (mm)	23,7	9,11	3,97	15,01
Parâmetros	Lote 2			
	CF	LF	EF	CA
Média (mm)	34,88	12,21	6,58	21,92
Desvio padrão (mm)	1,82	1,22	0,57	1,93
Variância	3,32	1,50	0,32	3,72
CV (%)	5,22	10	8,6	8,79
Máximo (mm)	39,82	19,96	8,17	26,3
Mínimo (mm)	30,63	10,22	5,07	18,6
Parâmetros	Lote 3			
	CF	LF	EF	CA
Média (mm)	33,78	11,97	6,84	22,33
Desvio padrão (mm)	2,26	0,79	0,51	1,96
Variância	5,12	0,63	0,26	3,82
CV (%)	6,7	6,62	7,39	8,76
Máximo (mm)	39,75	14,01	8,02	27,01
Mínimo (mm)	28,91	10,25	5,47	17,14
Parâmetros	Lote 4			
	CF	LF	EF	CA
Média (mm)	31,73	11,47	5,76	21,66
Desvio padrão (mm)	2,05	0,70	0,51	1,42
Variância	4,2	0,50	0,26	2,04
CV (%)	6,46	6,14	8,82	6,56
Máximo (mm)	37,4	14,0	7,32	28,45
Mínimo (mm)	27,3	10,11	4,55	18,99

C.F = Comprimento do fruto; L.F = Largura do fruto; E.F = Espessura do fruto; C.A = Comprimento da asa.

Tabela 2. Parâmetros estatísticos para comprimento, largura e espessura de sementes de quatro lotes de baraúna (*S. brasiliensis*).

Lote 1			
Parâmetros	CS	LS	ES
Média (mm)	10,05	8,91	3,92
Desvio padrão (mm)	1,29	1,16	0,96
Variância	1,66	1,34	0,92
CV (%)	12,83	13	24,5
Máximo (mm)	14,3	11,34	6,3
Mínimo (mm)	8,02	3,77	3,09
Lote 2			
Média (mm)	12,27	7,96	3,74
Desvio padrão (mm)	0,87	0,6	0,33
Variância	0,76	0,37	0,11
CV (%)	7,11	7,6	8,92
Máximo (mm)	14,21	9,31	4,56
Mínimo (mm)	10,12	6,21	2,92
Lote 3			
Média (mm)	11,03	7,94	3,54
Desvio padrão (mm)	1,08	0,86	0,44
Variância	1,17	0,74	0,19
CV (%)	9,83	10,86	12,31
Máximo (mm)	13,85	9,17	4,83
Mínimo (mm)	9,06	5,0	2,50
Lote 4			
Média (mm)	12,32	8,14	4,15
Desvio padrão (mm)	0,90	0,67	0,41
Variância	0,81	0,45	0,17
CV (%)	7,31	8,23	9,84
Máximo (mm)	14,41	9,26	5,39
Mínimo (mm)	10,31	6,18	3,41

C.S = Comprimento da semente; L.S = Largura da semente; E.S = Espessura da semente.

Os resultados referentes à análise biométrica de sementes de baraúna foram expostos por meio do gráfico Boxplot para uma análise exploratória dos dados. Segundo Bruni (2011), o Boxplot, ou caixa de dados, é um gráfico útil para verificar a dispersão dos dados, bem como, para uma comparação visual das variáveis analisadas, no qual o tamanho da caixa e da reta fornecem informações sobre a dispersão dos dados; a mediana divide a metade inferior da superior do diagrama (caixa) e um segmento de reta vertical conecta-se ao topo da caixa com o maior valor e, o outro se fixa ao menor valor. Através do Boxplot foi possível demonstrar as dimensões de frutos e sementes em cada lote com a localização dos 50% dos valores mais prováveis representados dentro do diagrama (caixa), assim como a exposição da mediana, valor máximo e mínimo das dimensões (Figuras 2 e 3).

Os resultados biométricos dos frutos de baraúna evidenciaram que o lote 2 apresentou os maiores valores para comprimento, largura e espessura dos frutos. No entanto, para comprimento dos frutos o valor máximo foi semelhante ao do lote 3; o valor da mediana do lote 2 foi de 34,9 cm e do lote 3 de 33,8 cm, verificou-se que os valores da mediana entre os lotes não são discrepantes pelo fato de a diferença ter sido 1,1 cm. O valor mínimo para comprimento de frutos foi identificado no lote 1 referente a 23,7. Com relação à largura dos frutos, o lote 2 apresentou o valor extremo de 20 cm sendo mais elevado em relação aos demais lotes, 50% dos valores de largura concentrados na tendência central estavam entre 10,0 a 12,5 cm e o valor mínimo de largura foi de 9,1 cm referente aos frutos do lote 1. Os valores de mediana da espessura dos frutos variaram de 5,5 a 6,5 cm, pelo tamanho do diagrama observa-se que a espessura dos frutos permaneceu no mesmo padrão com diferença de 0,9 cm, sendo o tamanho da caixa é parecido entre os lotes. O valor máximo de comprimento da ala foi identificado no lote 4 (28,4 cm) e os valores de mediana variaram de 18,7 a 22,3 cm e o valor mínimo em torno de 15,0 cm identificado no lote 1 (Figura 2).

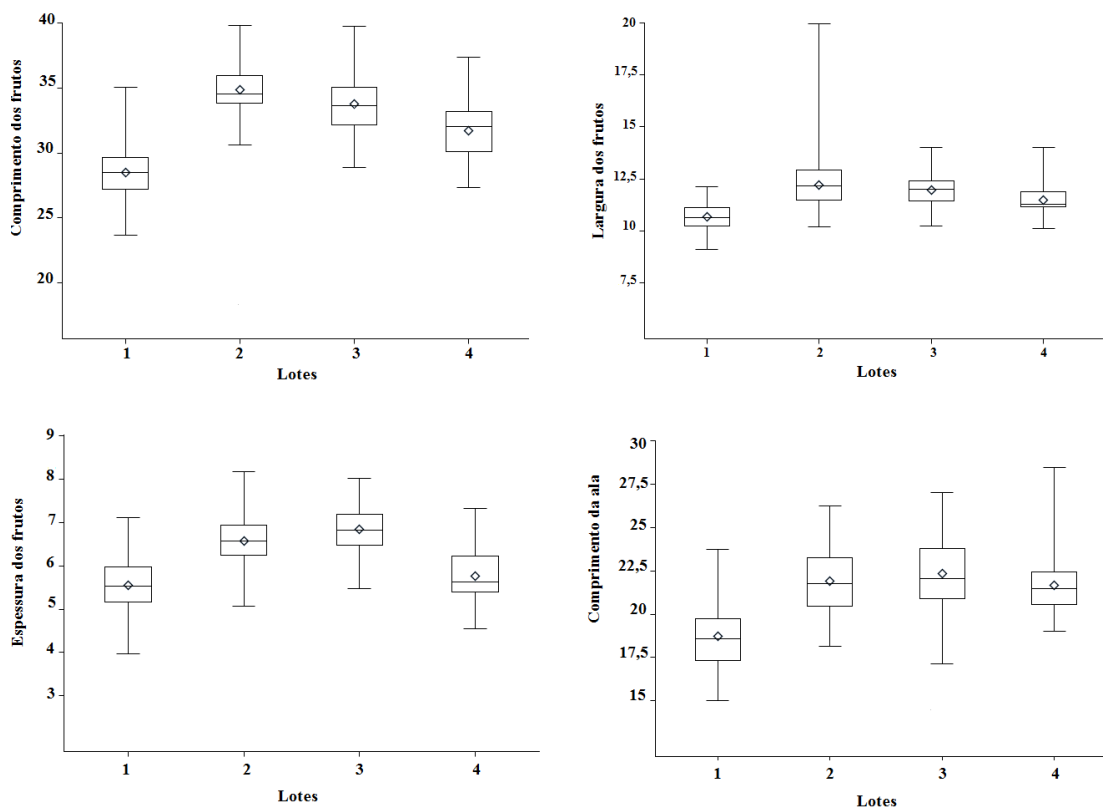


Figura 2. Biometria de frutos de *Schinopsis brasiliensis* submetidos à análise de Boxplot.

Os valores de mediana para comprimento de sementes dos quatro lotes variaram de 10,0 a 12,3 cm referente aos lotes 1 e 4 respectivamente (Figura 3). Os maiores valores foram identificados nos lotes 1 e 2 (14,3 e 14,4 cm) e o menor valor foi de 8,0 cm em sementes do lote 1. O valor extremo de maior largura das sementes foi identificado no lote 1 como também o valor mínimo, 14,4 e 8,0 respectivamente; observou-se ainda que no lote 2 os valores de largura estão mais concentrados numa faixa inferior aos demais lotes de 2,9 a 4,6 cm, indicando menor variabilidade. A mediana variou de 12,3 (lote 4) a 10,05 cm (lote1). A dimensão da espessura das sementes de baraúna demonstrou aspectos semelhantes aos de largura, pois o lote 1 se destacou tanto para o valor extremo (6,3 cm) como para o valor mínimo (2,1 cm); enquanto no lote 2 os dados também permaneceram concentrados numa faixa de 2,9 a 3,7 cm. A mediana variou de 4,1 (lote 4) a 3,5 cm (lote 3). Piña-Rodrigues et al. (1995) informam que o tamanho das sementes são bastante variáveis, alterando-se de local para local, ano para ano e entre e dentro de indivíduos da mesma espécie. Cruz et al., 2001 destacaram ainda que as espécies arbóreas tropicais expressam grande variabilidade em relação ao tamanho dos frutos e das sementes.

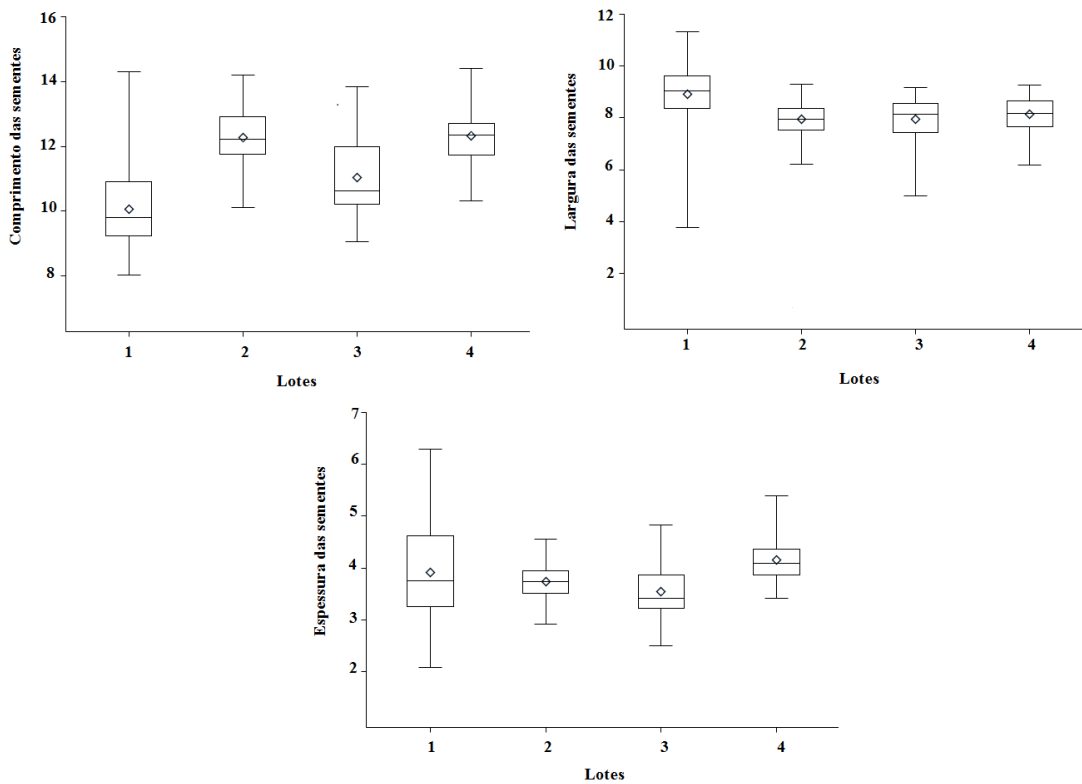


Figura 3. Biometria de sementes de *Schinopsis brasiliensis* submetidas à análise de Boxplot.

Os resultados abordados na presente pesquisa estão de acordo com as afirmativas de Rodrigues et al. (2006), que ao estudarem a caracterização biométrica de sementes de angico *Anadenanthera colubrina* (Vell.) afirmaram que a diversidade morfofisiológica da espécie é consequência de modificações acumuladas por um período de tempo, em resposta às diferentes condições ambientais, que são geneticamente incorporadas à espécie e resultam em estratégias para a manutenção das gerações subseqüentes. Gusmão et al. (2006) também informam que através da biometria de frutos e sementes pode-se identificar a existência de variabilidade genética dentro e entre populações relacionadas com os fatores ambientais.

3.3 Atributos fisiológicos

3.3.1 Teste de germinação e vigor

A análise estatística dos resultados obtidos com a avaliação dos lotes de sementes de baraúna, de procedências distintas, estão expostos na Tabela 3. Com base na computação dos dados verificou-se que houve diferenças significativas para as variáveis: germinação, primeira contagem, plântulas anormais, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e raiz e massa seca de parte aérea e raiz. Todos os coeficientes de variação foram considerados médios, com exceção dos coeficientes da massa seca da raiz e parte aérea que foram elevados.

Tabela 3. Resumo da análise de variância das variáveis: germinação, primeira contagem (P.C), plântulas anormais (P.A), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (C.P.A) e raiz (C.R), massa seca da parte aérea (M.S.P.A) e da raiz (M.S.R).

FV	GL	Germinação	P.C	P.A	IVG
Tratamento	3	594,66**	228,00**	601,06**	0,30**
Resíduos	12	14,0	6,66	17,66	0,002
CV(%)		10,39	19,13	14,13	8,75

FV	GL	C.P.A	C.R	M.S.P.A	M.S.R
Tratamento	12	11,43**	4,68**	0,003**	0,00043**
Resíduo	3	0,81	0,23	0,00008	0,00001
CV (%)		13,09	13,27	42,74	37,34

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

A análise dos resultados obtidos com a avaliação dos lotes evidenciou declínio de germinação e vigor das sementes do lote 2 quando comparada com os demais lotes. O lote 1 obteve 51% de germinação e o lote 2 foi considerado o lote com sementes menos viáveis obtendo apenas 23% de germinação; as sementes do lote 3 obtiveram 30% e as do lote 4, 40% de germinação (Tabela 4).

Na primeira contagem de germinação observou-se que o lote 1 obteve a maior porcentagem de sementes germinadas (23%) e o lote 2 obteve a menor porcentagem (5%). O lote 2 também apresentou a maior quantidade de plântulas anormais (46%) e o lote de 3 apresentou a menor quantidade de plântulas anormais (17%). O lote 1 obteve maior índice de velocidade de germinação correspondendo a 0,942 e o lote 2 obteve o menor índice de 0,293.

Tabela 4. Germinação, primeira contagem (P.C), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas anormais (P.A) de lotes distintos de baraúna.

Lotes	Germinação	P.C	P.A	IVG
(%)......			
1	51 a	23 a	25 c	0,942 a
2	23 c	5 c	46 a	0,293 d
3	30 c	11 b	17 b	0,482 c
4	40 b	15 b	31 b	0,656 b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Essa baixa porcentagem de germinação, deve-se provavelmente ao fato das sementes do lote 2 estarem mais afetadas internamente pelo ataque de insetos broqueadores, os quais se desenvolvem no interior da semente protegida pelo endocarpo durante o período de formação das sementes. Tais considerações, também foram

constatadas em outras pesquisas com sementes de espécies florestais (DANIELSON et al., 2006; ZIDKO, 2002) e em sementes de soja com ataque de percevejos (COSTA et al., 2003).

A diferença na germinação entre os lotes de sementes de baraúna está relacionada à dinâmica de sobrevivência das espécies no bioma Caatinga com influencia dos fatores ambientais, principalmente com a precipitação. Pois, os pulsos de precipitação ocorrem de forma irregular, influenciando o desenvolvimento e estabelecimento das espécies ao longo dos anos e a proliferação de insetos nas sementes. Estudos têm comprovado que algumas atividades relacionadas com a dinâmica dos ecossistemas do semiárido se dão em forma de “pulsos”, ou seja de chuvas, reservas de água no solo para o crescimento da vegetação (CHESSEN, et al., 2004; SCHWINNING et al., 2004).

Os valores médios de comprimento de parte aérea variaram de 4,62 a 8,25 cm, sendo os lotes 1, 3 e 4 semelhantes estatisticamente, possuíam plântulas de maior comprimento. As plântulas provenientes do lote 4 apresentaram os maiores comprimento de raiz (4,87 cm) não diferindo estatisticamente do lote 1 no qual as plântulas obtiveram 3,87 cm (Tabela 5). Tais respostas estão relacionadas a aspectos morfofisiológicos e fatores genéticos intrínsecos a própria semente (MARCOS-FILHO, 2005; RODRIGUÊS et al., 2006; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Com relação aos resultados do conteúdo de massa seca das plântulas verificou-se que o maior conteúdo de massa seca da parte aérea e da raiz foram identificados nas plântulas provenientes do lote 1 devido às plântulas desse lote serem mais vigorosas visualmente, contendo parte aérea e raízes mais volumosas.

Tabela 5. Comprimento da parte aérea (C.P.A), comprimento da raiz (C.R), massa seca da raiz (M.S.P.A) e massa seca da raiz (M.S.R).

Lotes	C.P.A	C.R	M.S.P.A.	M.S.R
	cm.plântula ⁻¹		mg.plântula ⁻¹	
1	8,12 a	3,87 ab	6,52 a	3,14 a
2	4,62 b	2,25 c	0,23 c	0,12 c
3	8,25 a	3,75 b	5,24 b	2,02 b
4	6,62 a	4,87 a	1,22 b	1,13 b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As diferenças de germinação e vigor entre os lotes também podem ser direcionadas aos aspectos biológicos da espécie, a qual é submetida às condições edafoclimáticas em cada local de coleta que provavelmente influencia na qualidade fisiológica das sementes. As variações morfofisiológicas de uma mesma espécie que ocorre em ambientes com diferentes condições edáficas e climáticas podem influenciar positivamente no potencial de ocorrência e capacidade competitiva com outras espécies (RODRIGUES et al., 2006).

3.3.3 Caracterização morfológica e crescimento inicial de plântulas

Os frutos de *S. brasiliensis* são do tipo sâmara contendo cálice persistente, originário de um ovário essencialmente monocarpelar pela atrofia dos outros carpelos após a floração, onde uma asa ou ala desenvolve-se, capacitando o fruto a planar ao menos por curtas distâncias; são frutos simples, secos, indeiscentes. Segundo a caracterização biométrica dos quatro lotes os frutos da baraúna possuem uma média de 32,2 mm de comprimento, 11,6 mm de largura e 6,2 mm de espessura.

Os frutos contém o pericarpo que é uma estrutura expandida em forma de alas membranosas, adaptadas para a dispersão pelo vento. No início do processo de

maturação os frutos são verdes, adquirindo tons avermelhados a medida que vão amadurecendo, quando atingem o ponto de maturação se tornam de coloração castanho amarronzada. Os frutos da baraúna possuem epicarpo, estrutura originária da epiderme do ovário de coloração marrom. O mesocarpo é originário da proliferação do tecido fundamental da parede do ovário sendo de forma esponjoso e posiciona-se entre o epicarpo e o endocarpo. A baraúna possui o endocarpo que é uma estrutura originária da proliferação da parede interna do ovário, é uma estrutura lenhosa que interfere na germinação das sementes impedindo a passagem de água para o interior da semente. Dessa forma, os diásporos de baraúna são constituídos de ala, epicarpo e mesocarpo esponjoso, medindo em média 32,2 mm (Figura 4A), endocarpo lenhoso de 11,4 mm (Figura 4B) e semente com 10 mm de comprimento (Figura 4C).

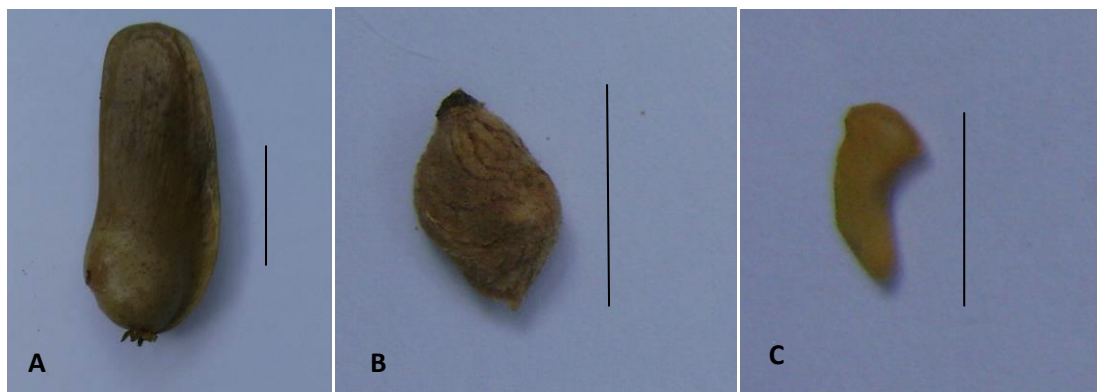


Figura 4. Fruto tipo sâmara alada composto de epicarpo, mesocarpo e endocarpo (A), diásporo contendo a semente em seu interior (B) e semente (C). (Barra = 1cm)

As unidades de dispersão da baraúna são designadas de diásporos indeiscentes, independentemente de sua origem morfológica relacionada com qualquer unidade de dispersão (CARVALHO, 2008). De acordo com a caracterização biométrica dos quatro lotes do experimento anterior os diásporos possuem comprimento médio em torno de 11,4 mm, largura de 8,2 mm e espessura de 3,8 mm. As sementes (Figura 5) possuem testa, tégma e embrião (cotilédones, eixo-hipocótilo radícula e plúmula).

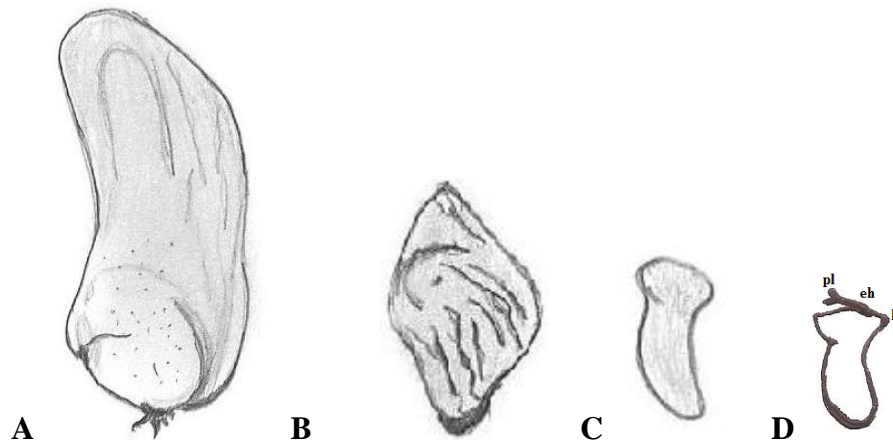


Figura 5. Fruto da baraúna (A), diásporo contendo a semente em seu interior (B), semente (C) e embrião (D) destacando em sua parte superior o eixo hipocótilo-radícula (eh e hi), e plúmula (pl).

A forma de dispersão da baraúna é anemocórica que é a forma mais comum de dispersão abiótica para diásporos. A ala é uma estrutura que facilita a dispersão, pois permite o arraste dos diásporos pelo vento. Concordando com as afirmativas de Kiill (2012), o qual em estudos fenológicos com espécies da Caatinga caracterizou os frutos da baraúna como secos e destacando a forma de dispersão dos diásporos de baraúna promovida pelo vento.

Utilizando observações visuais verificou-se que o embrião da baraúna é cotiledonar não possui endosperma, fato também constatado em outras espécies da família Anacardiaceae, a exemplo de sementes de pau-pombo (*Tapirira guianensis* Aublet Anacardiaceae) identificado por Santana et al. (2009).

Dessa forma, pode-se afirmar que a diversidade morfofisiológica de frutos e sementes de baraúna é acumulada ao longo do período de desenvolvimento, sendo influenciadas pelas condições ambientais de cada procedência ou localidade concomitante aos aspectos genéticos da espécie. Tal afirmativa está de acordo com Rodrigues et al. (2006) que enfatizaram sobre a influência dos fatores ambientais e genéticos em frutos e sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) relatando que esses fatores associados as adaptações morfológicas resultam em estratégias para a manutenção das gerações subsequentes.

A germinação das sementes de baraúna é epígea-fanerocotiledonar como constatado em outras espécies da família Anacardiaceae (SANTANA et al., 2009). O hipocótilo das plântulas de baraúna ao alongar-se, curva-se para cima, levando consigo os cotilédones para fora do solo, que se expandem em órgãos fotossintéticos, o tegumento se desprende e a plântula forma o caule com as folhas primárias. A plântula jovem apresenta protófilos compostos de três pares de folhas, a raiz primária axial é sublenhosa, e as raízes secundárias são curtas e pouco ramificadas apresentam uma coloração marrom castanho (Figura 6).

Na caracterização do crescimento inicial de raiz e parte aérea observou-se que com a remoção do endocarpo a germinação ocorre menos desuniforme. Observou-se uma média de germinação de 20% por repetição (5 sementes germinadas em cada repetição). As sementes começaram a emitir a raiz após 13 dias da instalação chegando a 1 cm de comprimento após 15 dias. Aos 18 dias o hipocótilo já se encontrava mais expansivo e mais ereto com coloração esverdeada, a plântula apresentando 4,0 cm de comprimento (2cm de parte aérea e 2cm de raiz) e os cotilédones, de coloração esverdeada, começavam a se livrar da casca (tegumento), ficando expostos a luz. Os cotilédones funcionam como órgãos de reserva, e quando verdes, constituem folhas provisórias. Após 21 dias da instalação as plântulas estavam com uma média de 6 cm de comprimento, sendo 4 cm de raiz e 3 cm de parte aérea, nesse momento começou a se desenvolver o botão do caule, junto aos cotilédones. Nessa região originaram-se as folhas propriamente ditas, sendo a porção compreendida entre os cotilédones e as folhas primárias denominadas de epicótilo. Verificou-se que as plântulas estavam totalmente formadas após 30 dias da instalação (Figura 6) medindo em média 13 cm de comprimento (5,5 cm de parte aérea e 7,5 cm de raiz).

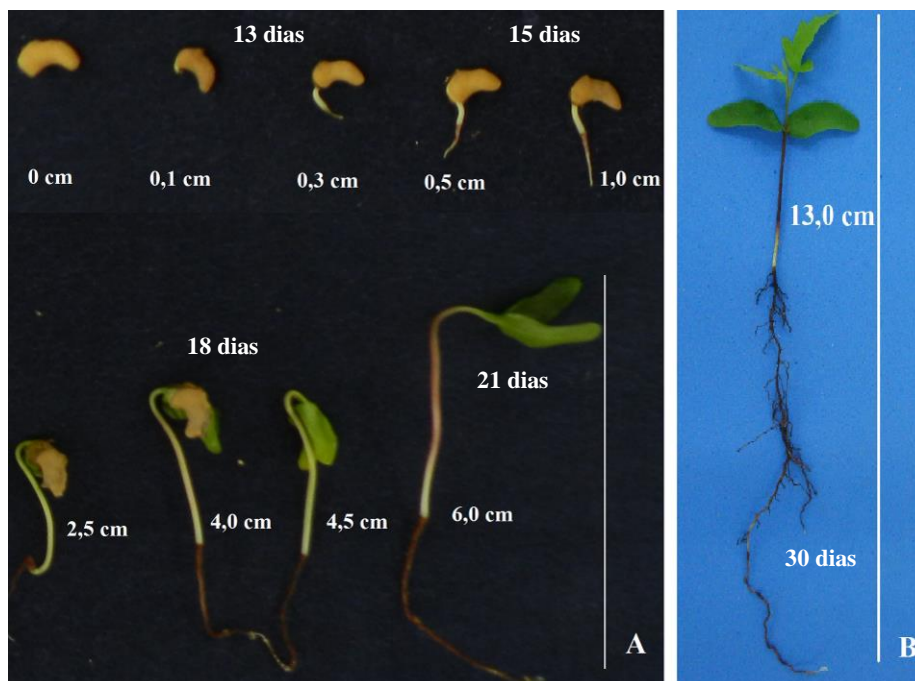


Figura 6. Crescimento inicial de raiz e parte aérea de 0 a 21 dias (A) e plântula normal após 30 dias.

3.4 Avaliação dos lotes quanto à danificação nas sementes

Com base na avaliação da qualidade das sementes quanto aos níveis de danificação verificou-se a presença de sementes chochas, danificadas por insetos e furadas em todos os lotes (Figura 7), tal fato provavelmente foi condicionante para a baixa porcentagem de germinação e vigor dos lotes. Em algumas espécies florestais e nativas a quantidade de sementes atacadas por insetos é elevada pois segundo Zidko (2002) espécies florestais arbóreas possuem interações com coleópteros que se desenvolvem dentro dos frutos e das sementes, sendo algumas famílias de insetos responsáveis pelos danos causados às estruturas reprodutivas de espécies florestais: *Anobiidae*, *Anthribidae*, *Bruchidae*, *Curculionidae* e *Scolytidae*. Insetos da ordem Coleoptera, família Curculionidae, gênero *Rhinochenus* foram identificados em sementes de jatobá (CRUZ et al., 2001).

Com os resultados expostos na Figura 7, verificou-se que o lote 1 foi o que apresentou a maior porcentagem de sementes cheias ou viáveis (48%), a quantidade de sementes chochas foi de 10%, sementes danificadas por insetos 22% e sementes furadas 20%. Já o lote 2 apresentou apenas 22% de sementes cheias e maior quantidade de

sementes danificadas por insetos (38%) furadas e chochas (20%), devido provavelmente a idade dos frutos na planta.

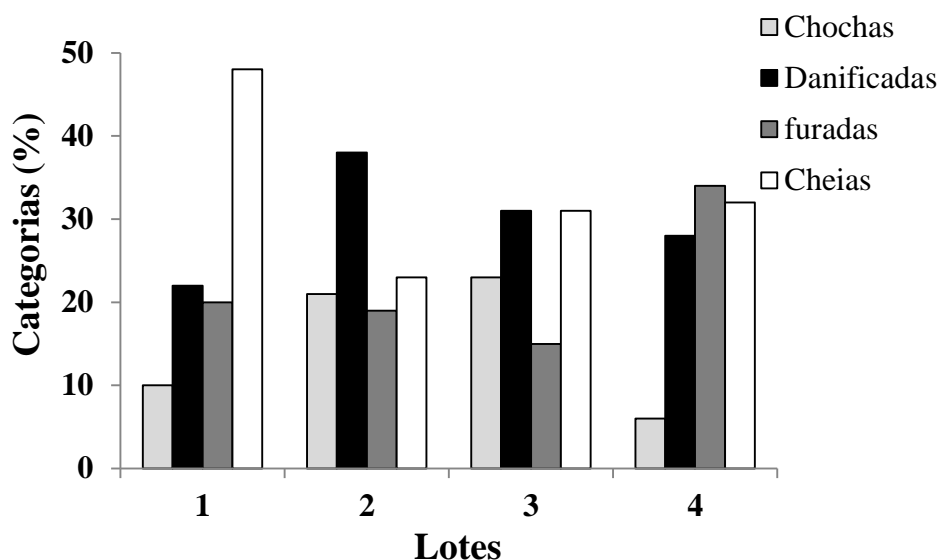


Figura 7. Categorias de sementes: chochas, danificadas por insetos, furadas e cheias em quatro lotes de sementes de *S. brasiliensis*.

(*Lote1= Petrolina 2011; Lote 2= Soledade 2011; Lotes 3= Boa Vista 2010 e Lote 4= Boa Vista 2011)

Nas ilustrações da Figura 8 pode-se verificar o aspecto visual de sementes chochas, danificadas por insetos, furadas e viáveis. As sementes consideradas chochas apresentam o eixo embrionário totalmente enrugado e com pouca umidade o que não favorece a germinação; as sementes danificadas continham em seu interior larvas de insetos, chegando a danificar totalmente o endocarpo; já as sementes furadas são aquelas nas quais as larvas já consumiram toda a reserva da semente e então furaram o endocarpo para sair em busca de alimento e sobrevivência.

As danificações nas sementes só são possíveis de serem visualizadas quando se remove totalmente o endocarpo que se encontra aderido às sementes, sendo essa remoção difícil e demorada quando se trata de um número elevado de sementes, pois algumas se encontram tão aderidas que quando o endocarpo é removido elas se quebram danificando totalmente as estruturas internas e ocasionando perdas de sementes.

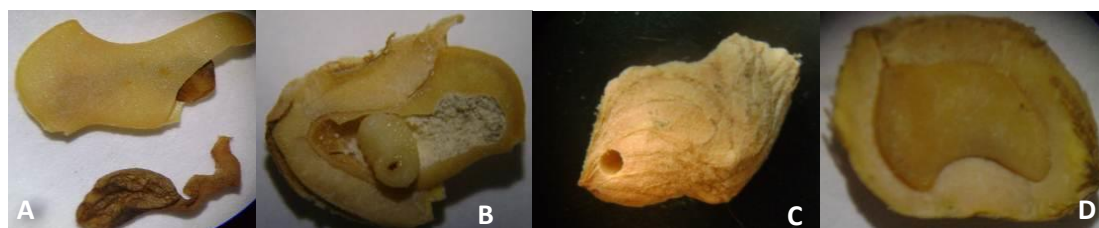


Figura 8. Fotos da semente chocha (A), danificada por insetos broqueadores (B), semente furada (C) e semente cheia (D).

Pelo fato das sementes de baraúna estarem muito aderidas ao endocarpo, os métodos de extração do endocarpo causam danos mecânicos perdas de sementes. No entanto, para a presente pesquisa a extração dos diásporos através de uma pressão exercida por uma mini-morsa contribuiu de forma significativa para a identificação de danos no interior das sementes os quais interferem na qualidade das sementes, fato ainda não constatado na literatura.

3.5 Qualidade sanitária

Com base nos resultados da análise de variância pode-se constatar para as variáveis: germinação, contaminação e incidência de fungos *Aspergillus* sp. e *Chaetomium* sp. foram significativos; e, não significativos com relação a incidência de *Penicillium* sp. (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância da patologia de sementes de baraúna provenientes de lotes de diferentes procedências.

FV	GL	Quadrados médios				
		Germinação	Contaminação	<i>Penicillium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Chaetomium</i>
Lotes	3	1065**	648**	27,66ns	2541,33**	2904**
Resíduo	12	7,66	26,00	9,66	20,66	16,66
CV (%)		6,75	7,39	35,53	16,24	7,16

**Significativos à 1% de probabilidade, ns não significativo

No lote 1 ocorreu maior porcentagem de germinação correspondente a 49% e menor incidência de *Aspergillus niger* (9,0%) e *Chaetomium* sp. (29%). A maior porcentagem de contaminação foi identificada no lote 2 de Soledade (88%), sendo constatadas as maiores porcentagens de *Aspergillus niger* (59%) e *Chaetomium* (92%) e apenas 15% de germinação (Tabela 7). Em sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) pertencentes à família Anacardiaceae, mesma família da baraúna, procedentes de áreas distintas também foram contaminadas por *Penicillium*, *Aspergillus* e *Chaetomium* dentre outros (STRAPASSON et al., 2002). Os referidos autores evidenciaram ainda a necessidade de cuidados nas atividades de coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes para amenizar a incidência de fungos.

Tabela 7. Germinação, contaminação e porcentagem de *Aspergillus niger* e *Chaetomium* em sementes de baraúna de quatro lotes de procedências distintas.

Lotes	Germinação	Contaminação	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Chaetomium</i> sp.
(%).....			
1	49 a	64 b	9,0 c	29 d
2	15 c	88 a	59 a	92 a
3	30 b	63 b	38 b	45 c
4	34 b	61 b	6,0 c	62 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

O fungo *Chaetomium* foi identificado em maior porcentagem nas sementes de baraúna inibindo a germinação e a proliferação de outros fungos fitopatogênicos, através das visualizações verificou-se que alguns esporos de *Penicilium* sp e *Aspergillus* sp não formaram colônias. Segundo Santos e Filho (2001) a presença de *Chaetomium* em sementes de pau-alho (*Microlobius foetidus* subsp. *paraguensis*) é comum e são

conhecidos como saprófitos externos associados à deterioração das sementes em condições de armazenamento.

O fungo *Chaetomium* sp é comum em espécies florestais, no entanto, em sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) sua presença é relativamente baixa como referenciado por Bezerra et al., (2012) os quais verificaram apenas 4% de *Chaetomium* e 2% de *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp. respectivamente, verificando que a maior proporção de sementes de angico contaminadas foi de 72% com o fungo *Brachisporium* sp.

Em estudos referentes à patologia de sementes de espécies da Caatinga Araújo (2012) verificou que a incidência de fungos fitopatogênicos ocorre em temperaturas distintas e a sua incidência é diversificada em cada espécie, como a exemplo de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* Vell. Brenan), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) nas quais os fungos mais comuns são: *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp.; tais fungos incidiram nas sementes em temperaturas distintas variando de 15 a 35°C.

A maioria dos estudos sobre sanidade de sementes indica a temperatura de 20°C como a temperatura base para a detecção de fungos (SANTOS et al., 2011). No entanto, Angelotti (2012) informa que no meio ambiente, temperaturas mais elevadas ou mais baixas ocorrem durante a germinação das sementes tendo efeito direto no desenvolvimento de patógenos.

Angelotti (2012) detectou a presença de *Rhizopus* sp. em sementes de pereiro nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, já em sementes de angico e aroeira detectou a presença de *Fusarium* nas temperaturas de 15 a 25°C. O referido autor identificou ainda a presença de *Aspergillus* sp em sementes de angico nas temperaturas de 25, 30 e 35°C, aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) apenas na temperatura de 35°C e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) na temperatura de 15, 30 e 35°C, demonstrando dessa forma, que em cada espécie a proliferação de fungos pode ocorrer em diferentes temperaturas.

CONCLUSÕES

As dimensões de frutos e diásporos de baraúna independe do lote ou da procedência, visto que são procedentes de áreas de Caatinga, logo as dimensões são preservadas com mínima variação;

A extração do endocarpo permite identificar e separar as sementes danificadas por insetos, chochas e cheias ou viáveis;

A baixa porcentagem de germinação dos lotes é influenciada pela presença elevada de sementes danificadas por insetos e em segundo lugar pela presença de sementes chochas;

Os principais fungos associados às sementes de baraúna que afetam a germinação são *Chaetomium* sp., *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, H. F.; REIS, R. G. E.; TEÓFILO, E. M. Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e germinação de *Mucuna aterrima* Piper & Tracy. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 563-569, 2009.
- ANDRADE. A. P.; SOUZA. E. S.; SILVA. I. F.; LIMA. J. R. S. Produção animal no bioma Caatinga: “paradigmas dos pulsos- reservas”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa, v.35 n.suplemento, p 138-155. 2006.
- ANDRADE, A.C.S.; RAMOS, F.N.; SOUZA, A.F.; LOUREIRO, M.B.; SOUZA, A.D.O.; CRUZ, A.P.M. Tamanho mínimo e preparo da amostra na determinação do grau de umidade de sementes de *Parkia multijuga* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n.2, p.203-207, 2001.
- ANDRADE, D. L. **Plantas das Caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989. 243p.
- ANGELOTTI, F. *Impacto da temperatura em patologia de sementes nativas da Caatinga*. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.22, n.3, p. 41-44, 2012.
- ARAÚJO, E. Patologia de sementes de plantas da Caatinga. **INFORMATIVO ABRATES**, Londrina, v. 22, n.3, p.38-40, 2012.
- ARAÚJO, P. C.; ARAUJO NETO, A. C.; SANTOS, S. R. N.; MEDEIROS, J. G. F.; LEITE, R. P.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, J. J. F. Biometria de frutos e sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Urban ocorrente no semiárido Norte-rio-grandense. **Scientia Plena**, v.8, n.4, 2012.
- ARAÚJO NETO, J.C. Caracterização morfológica de frutos e sementes e desenvolvimento pós-seminal de monjoleiro (*Acaciapolyphylla* DC.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.203-211, 2002.
- BEZERRA, R. M. R.; ASSIS, M. M.; SANTOS, G. J. C.; CUNHA, M. C. L. Avaliação da incidência de fungos em sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) com diferentes anos de coleta e tempo de armazenamento. **Scientia Plena**, v.8, n.4, p.1-5, 2012.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p. 9-18, 2000.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação geral de apoio laboratorial. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília, 2013. 97p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 2009. 395p.

BRASIL, Portaria nº 6-N/2008, de 23 de setembro de 2008. IBAMA (Ministério do Meio Ambiente). **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de setembro de 2008. p.25.

BRUNI, A. L. **PASW aplicado à pesquisa acadêmica**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v.3; 2008.

CHAVES, T. P.; DANTAS, I. C.; FELISMINO, D. C.; VIEIRA, K. M.; CLEMENTINO, E. L. C.; COSTA, L. S. Atividade antimicrobiana das folhas de *Schinopsis brasiliensis* Engler. **Revista de Biologia e Farmácia**, Campina Grande, v.5, n. 2, p. 11-17, 2011.

CHESSON, P.; RENATE, L.E.; GEBAUER, S.S.; HUNTLY, N.; WEGAND, K.; ERNEST, M.S.K.; SHER, A.; NOVOPLANSKY, A. Resource pulses, species interactions, and diversity maintenance in arid and semi-arid environments **Oecologia**, Arizona, v.141, n.1, p. 236–253, 2004.

COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; MAURINA, A.C.; NETO, J.B.F.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.128-132, 2003.

CRUZ, E.D.; MARTINS, F.O.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e sementes e germinação de Jatobá-curuba (*Hymenaea intermédia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.01-10, 2001.

DANIELSON, S.; WRIGHT, R.; HEIN, G.; PETERS, L.; KALISCH, J. Insects That Attack Seeds and Seedlings of Field Crops. **Neb Guide**, Nebraska, 2006. Disponível em: <http://extension.unl.edu/publications> . Acesso em: 28 de junho de 2012.

FLORES, A.V.; ATAÍDE, G. M.; BORGES, E.E.L.; SILVEIRA, B.D. Tecnologia e comercialização de sementes florestais: Aspectos gerais. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 21, n.3, 2011.

GONÇALVES, E.G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal**: Organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. 2ed: São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.

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

KIILL, L. H. P. Fenologia reprodutiva e dispersão das sementes de quatro espécies da Caatinga consideradas como ameaçadas de extinção. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 22, n. 3, 2012.

LAZAROTTO, M. **Qualidade fisiológica de sementes de cedro e patogenicidade de *Rhizoctonia spp.*** UFSM, RS, Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), 90p. 2010.

MACHADO, J.C. Benefícios da sanidade na qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Lavras, v.20, n.3, p.18-19, 2010.

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

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.

- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MIZUBUTI, E. S. G.; MAFFIA, L. A. Introdução à fitopatologia. Viçosa: Ed. UFV. 190p. (**Caderno didático 115**). 2006.
- NEEGARD, P. **Seed Pathology**. 2 ed. London: Mac Millan Press, 1979, v.2, 1191p.
- NEERGARD, P. **Seed pathology**. New York: John Wiley. 839p. 1977
- OLIVEIRA, M. C. P.; OLIVEIRA, G. J. Superação da dormência em sementes de *Schinopsis brasiliensis*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 251-254, 2008.
- OLIVEIRA, A. N.; QUEIROZ, M. S. M.; RAMOS, M. B. P. Estudo morfológico de frutos e sementes de tefrósia (*Tephrosia cândida* DC- PAPILIONOIDEAE) na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.193-199, 2000.
- PAES, J. B.; MORAIS, V. M.;LIMA, C. R.;SANTOS, G. J. C. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.3, p.511-520, 2009.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; VALENTINI, S. R. T. Teste de tetrazólio. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coords.). **Manual de análise de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.61-73. (Série Registros, 14).
- RODRIGUES, A.C.C.; OSUNA, J.T.A.; QUEIROZ, S.R.D.; RIOS, A.P.S. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v.4 n.8, p.1-15, 2006.
- SANTANA, W.M.S.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R.A.;ARRIGONI-BLANK, M.F.; Arie Fitzgerald BLANK, A.F.; PODEROSO, J.C.M. Morfologia de flores, frutos e sementes de pau-pombo (*Tapirira guianensis* Aublet. - Anacardiaceae) na região de São Cristóvão. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.37, n.81, p.47-54, 2009.
- SANTOS, A. F.; FILHO, A.N.K. Fungos associados às sementes de pau-alho (*Microlobius foetidus* subsp. *paraguensis*). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v.1, n.42, p. 147-152, 2001.

SANTOS, J.W.; ALMEIDA, F.A.C.; MATA, M.E.R.M.C. **Estatística Experimental Aplicada**. 2ed.Revisada e ampliada. Campina Grande:EMBRAPA Algodão, 2008, 461p.

SARMENTO, M.B.; VILLELA, F.A. Sementes de espécies florestais nativas do Sul do Brasil. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.1, p.39-44, 2010.

SCHWINNING, S.; SALA, O.E.; LOIK, M.E.; EHLERING, J.R. Thresholds, memory, and seasonality: understanding pulse dynamics in arid/semi-arid ecosystems. **Oecologia**, Arizona, v.141, n.1, p.191–193, 2004.

SILVA, F.F.S.; DANTAS, B.F. Coleta e beneficiamento de sementes da Caatinga. **Informativo ABRATES**, v. 22, n.3, 2012.

STRAPASSON, M.; SANTOS, A.F.; MEDEIROS, A.C.S. Fungos associados às sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v.1, n.45, p. 131-135, 2002.

ZIDKO, A. Diversidade de insetos da Ordem Coleoptera associados aos frutos e/ou sementes de árvores florestais no estado de São Paulo. Botucatu, SP, 2002.

Disponível em: <http://www.lerf.esalq.usp.br/parcelas/projetos/doutorado>

WIELEWICKI, A.P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A.C.S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n.3, p.191-197, 2006.

CAPÍTULO 4. TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM DIÁSPOROS DE BARAÚNA (*S. brasiliensis* Engler.)

RESUMO: A baraúna (*Schinopsis brasiliensis*) é uma espécie da Caatinga de importância ecológica e econômica que vem sendo ameaçada de extinção devido a práticas predatórias de exploração. Suas sementes apresentam algumas dificuldades de propagação como endocarpo muito aderido as mesmas que impede a permeabilidade de água e gases, além da elevada porcentagem de sementes infestadas por insetos, chochas e contaminadas. Dessa forma, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar diferentes tratamentos pré-germinativos para superação da dormência em sementes de baraúna. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, constando de dois experimentos, os tratamentos pré-germinativos do experimento 1 foram: testemunha - sementes intactas (T0), remoção total do endocarpo (T1), escarificação mecânica em lixa d'água n°80 sem (T2) e com embebição em água por 12 (T3), e 24 horas (T4) e despolimento (T5); os tratamentos do experimento 2 foram: imersão em água quente nas temperaturas de 0, 70, 80, 90 e 100°C. As variáveis analisadas foram: emergência, índice de velocidade de emergência, plântulas anormais, porcentagem de sementes infestadas por insetos, chochas, intactas, comprimento de plântulas, comprimento de raiz, massa seca de parte aérea e raiz. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente ao acaso, em quatro repetições de 100 sementes, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade. Os diásporos de baraúna apresentam problemas de propagação devido o endocarpo ser muito espesso e aderido à semente. Além da dormência provocada pelo endocarpo, as sementes de baraúna apresentam uma elevada porcentagem de sementes infestadas por insetos, sementes chochas, mortas e contaminadas que não originam plântulas. A remoção total do endocarpo é o tratamento pré-germinativo mais eficiente para a superação de dormência em sementes de baraúna.

Palavras-Chave: Dormência, escarificação, sementes infestadas.

ABSTRACT- The baraúna (*Schinopsis brasiliensis*) is a species of the Caatinga ecological and economic importance that is being endangered due to predation exploration. Its seeds present some difficulties as propagating cored joined the very same that prevents the permeability of water and gas, besides the high percentage of seeds infested by insects , contaminated and shriveled. Thus, the present study aimed to evaluate different pre-germination treatments to overcome seed dormancy in baraúna. The survey was conducted in the Laboratory of Seed Analysis Center of Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba , consisting of two experiments , the pre - germination treatments of experiment 1 were : control - intact seeds (T0) , mechanical scarification with sandpaper No water no 80 (T2) and soaked in water for 12 (T3) and 24 hours (T4) and cutting (T5) ; treatments in Experiment 2 were : immersion in hot water at temperatures of 0, 70, 80, 90 and 100°C. The variables analyzed were: emergency, emergency speed index, abnormal seedlings, percentage of seeds infested by insects, shriveled, intact, seedling length , root length , dry weight of shoot and root. The experimental design was completely randomized, with four replications of 100 seeds , and the data were subjected to analysis of variance and means were compared with each other by the Scott Knott test at 5% probability . The diasporas have baraúna propagation problems due to the endocarp be very thick and attached to the seed. Besides the numbness caused by the core and seeds baraúna have a high percentage of seeds infested by insects, shriveled, dead seeds and seedlings originate not contaminated. Total removal of the endocarp is the most efficient pre-germination treatment for breaking dormancy in seeds of baraúna.

Key-words: Dormancy, scarification, infested seeds.

1. INTRODUÇÃO

A propagação de espécies florestais e nativas da Caatinga tem se intensificado nos últimos anos devido à ênfase aos problemas ambientais, ressaltando a necessidade de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem. Entretanto, existe pouco conhecimento disponível para o manejo e análise das sementes de várias espécies, de modo a fornecer subsídios que possam caracterizar seus atributos físicos e fisiológicos (ARAÚJO NETO, 2003).

A dormência pode ser entendida como uma estratégia evolutiva das espécies vegetais, que impede a germinação imediata das sementes em condições desfavoráveis, protegendo-as da deterioração, para que esta germine quando surgirem condições favoráveis. A dormência pode ser primária, quando já está presente nas sementes ou pode surgir em função da exposição das sementes a condições desfavoráveis à germinação (VASCONCELOS et al., 2011).

Devido a dormência física, fisiológica ou por ação de substâncias inibidoras um número considerável de sementes duras ou dormentes pode permanecer sem germinar no final do teste de germinação, sendo necessários alguns tratamentos que promovam a germinação (BRASIL, 2009). Nesse sentido os procedimentos mais utilizados para a superação de dormência são: escarificação química, escarificação mecânica, estratificação, exposição à luz intensa, imersão em água quente e embebição em água fria (FOWLER e BIANCHETTI, 2000).

Os métodos de escarificação mecânica e física (tratamento com água quente em diferentes temperaturas) vêm sendo largamente utilizados como tratamentos pré-germinativos para otimizar o processo de germinação de sementes dormentes (MENEZES SILVA et al., 2011).

A escarificação mecânica é uma técnica frequentemente utilizada para a superação da dormência tegumentar e constitui a opção mais prática e segura para pequenos agricultores, além de ser um método simples, de baixo custo e eficaz para promover rapidez e uniformidade na germinação (HERMANSEN et al., 2000). No entanto, a escarificação deve ser efetuada com muito cuidado para evitar que seja excessiva, pois pode causar danos às sementes e diminuir a porcentagem de germinação (GUEDES et al., 2011).

A escarificação mecânica é eficaz e necessária para a superação da dormência em várias espécies florestais e nativas principalmente da família Fabaceae (TEDESCO et al., 2001). Determinadas sementes com tegumento duro podem germinar mais rapidamente após embebição em água, por um período de 24 a 48 horas (BRASIL, 2009). Em algumas espécies o teste de germinação só inicia após o período de embebição como é o caso de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer), onde a embebição das sementes acelera e aumenta a germinação (FERREIRA e GENTIL, 2006). A embebição de sementes não escarificadas por 30 dias, com renovação diária de água, melhora o potencial germinativo das sementes de butiti, *Mauritia flexuosa* L. (SELEGUINE et al., 2012).

Os tratamentos visando a superação da dormência de sementes com tegumento impermeável a água apresentam vantagens e desvantagens, de modo que cada um deles deve ser estudado, levando-se em conta, também, o custo efetivo e a facilidade de execução (MELO et al., 2011).

A dormência garante a sobrevivência das espécies da Caatinga e a perpetuação dessas, ao longo do processo evolutivo, pois as condições climáticas adversas e a restrição pluviométrica na Caatinga tende a dificultar o processo de sobrevivência e como o regime de precipitação ocorre em forma de pulsos de curta duração (ANDRADE et al., 2006), seguidos de períodos de longa estiagem, a dormência poderia ser entendida como um mecanismo adaptativo, que permitiria a criação de um banco de sementes, que germinaria em condições favoráveis e em épocas diferentes do ano, dependendo da ocorrência dos pulsos de precipitação (VASCONCELOS, 2011).

Em estudos com sete espécies da família Anacardiaceae (*Rhus copallina* L.; *Rhus glabra* L.; *Rhus aromatica*, *Rhus microphylla* Engelm.; *Rhus trilobata* Nutt., *Rhus virens* Lindh. e *Rhus typhina* L.), Li et al. (1999) verificaram que todas as espécies possuem dormência devido o endocarpo ser muito aderido à semente dificultando a permeabilidade à água e gases e em cada espécie a profundidade e o nível de dormência são variáveis. Oliveira et al., 2003 afirmaram que a aplicação e eficiência dos tratamentos pré-germinativos dependem do grau de dormência, que é variável entre as diferentes espécies, procedências e anos de coletas.

Entre os métodos utilizados para a superação da dormência tegumentar, a escarificação mecânica é uma técnica frequentemente utilizada e constitui a opção mais prática e segura para pequenos agricultores, além de ser um método simples, de baixo

custo e eficaz para promover rapidez e uniformidade na germinação (HERMANSEN et al., 2000). No entanto, a escarificação deve ser efetuada com muito cuidado para evitar que seja excessiva, pois pode causar danos às sementes e diminuir a porcentagem de germinação (GUEDES et al., 2011).

A escarificação com a utilização de ácidos tem sido eficiente para várias espécies florestais, no entanto é um método mais oneroso e as vezes causa danos quanto ao vigor das plântulas como constatado em sementes de olho de dragão *Adenantha pavonina* (RODRIGUES et al., 2009) para algumas espécies das famílias Caesalpineae, a exemplo de *Caesalpinia leiostachya* (BIRUEL et al., 2007), em sementes de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (CRUZ et al., 2007) e em sementes de quixabeira, *Sideroxylon obtusifolium* (BARBOSA et al., 1996).

Os métodos de imersão térmica em sementes de algumas espécies florestais também têm sido eficiente como constatado em sementes de leucena (*Leucaena leucephala* (TELLES et al., 2000) em sementes de unha-de-vaca (*Bauhinia divaricata* L.), em espécies frutíferas, a exemplo do sapoti, *Achras sapota* L. (MATOS et al., 2003).

Tem sido crescente os estudos de metodologias para a propagação das espécies nativas, pois o conhecimento das condições apropriadas que proporcionam germinação rápida e uniforme é útil para o desenvolvimento homogêneo das plântulas e povoamentos mais uniformes (SANTOS et al., 2004; PACHECO et al., 2006; GUEDES et al., 2011; MENEZES SILVA et al., 2011; SELEGUINE, et al., 2012).

A propagação de espécies nativas é limitada pela dormência das sementes, retardando a sua germinação. Dessa forma, metodologias para a superação da dormência são importantes, principalmente para o monitoramento da viabilidade dessas sementes (ALVES et al., 2007; MELO et al., 2011). Tendo em vista que o conhecimento da germinação de sementes que apresentam tegumentos ou endocarpos resistentes, pode fornecer subsídios para a produção de mudas e recuperação de áreas degradadas, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar diferentes tratamentos pré-germinativos para a superação de dormência em sementes de baraúna.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA - UFPB), no município de Areia - PB, com sementes coletadas de plantas provenientes da zona rural do município de Boa Vista-PB, as quais foram levadas ao laboratório, em que foi determinado o teor de água dos diásporos utilizando-se 4 sub-amostras de 10 sementes, sendo colocadas em estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, seguindo as recomendações de Brasil (2009).

2.1 Experimento 1. Escarificação mecânica

As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos pré-germinativos: Testemunha - sementes intactas (T0), remoção total do endocarpo (T1), escarificação mecânica em lixa d'água nº 80 sem (T2) e com embebição em água por 12 (T3) e 24 horas (T4) e desponte (T5).

A testemunha correspondeu às sementes que foram semeadas sem nenhum tratamento prévio, a remoção do endocarpo foi obtida por meio de uma mini-morsa com prensa que exercia pressão mecânica nos diásporos e esses por sua vez liberavam a semente, a escarificação mecânica foi realizada através de fricção das sementes em lixa de nº 80, com movimentos circulares até desgaste visível do endocarpo e tegumento, o desponte foi realizado com o auxílio de um alicate realizando-se um pequeno corte no lado oposto ao hilo.

Após a aplicação dos tratamentos pré-germinativos as sementes foram submetidas ao teste de emergência, utilizando-se 100 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 25 unidades distribuídas em bandejas plásticas (49 x 33 x 7 cm) no substrato vermiculita. As bandejas foram irrigadas diariamente com o auxílio de um regador até início da drenagem natural, procurando-se uniformizar a quantidade de água em cada bandeja. As contagens foram efetuadas diariamente após a semeadura a partir dos 12 aos 40 dias (BRASIL, 2013), cujo critério utilizado foi de plântulas com os cotilédones acima do substrato. O índice de velocidade de germinação foi determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

No final do teste de emergência as plântulas normais de cada repetição foram medidas, da raiz à parte aérea, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm.plântula^{-1} . Após serem medidas, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa de ventilação forçada,

regulada a 65°C, até atingirem massa constante. Decorrido esse período, as amostras foram colocadas em dessecador e, em seguida, sua massa determinada em balança analítica com precisão de 0,001g, sendo os dados expressos em g.plântula⁻¹.

As sementes que não originaram plântulas no final do teste de emergência foram abertas através de uma mini morsa (torno com prensa) computando-se o número em porcentagem de sementes infestadas por insetos, chochas, intactas e contaminadas.

2.2 Experimento 2. Imersão em água quente

Os tratamentos pré-germinativos do experimento 2 constaram de: imersão em água nas temperaturas de 0, 70, 80, 90 e 100°C, as sementes de cada tratamento foram colocadas em sacos de algodão e imersas imediatamente em banho-maria na temperatura determinada, após cinco minutos eram retiradas e semeadas no substrato vermiculita esterelizada em bandejas plásticas seguindo-se os mesmos procedimentos e análises do experimento anterior.

2.3 Delineamento experimental e análise estatística

Para cada experimento o delineamento experimental empregado foi o inteiramente ao acaso, num total de cinco tratamentos, em quatro repetições de 25 sementes para cada experimento, sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade através do programa estatístico ASSISTAT versão 7.6.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes foi determinado em torno de 10%, sendo classificadas como ortodoxas, podendo atingir níveis de umidade próximos a 15% sem perder sua viabilidade (BASKIN & BASKIN, 1998).

3.1 Experimento 1. Escarificação mecânica

Os tratamentos pré-germinativos foram significativos para elevar a porcentagem de emergência e vigor das plântulas avaliadas, verificando-se efeito significativo em todas as variáveis analisadas: emergência, IVE, plântulas anormais, sementes infestadas

por insetos, chochas, mortas, comprimento de parte aérea e raiz, e para a massa seca de parte aérea e raiz (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de plântulas anormais, sementes infestadas, chochas e sementes mortas.

Fonte de Variação	GL	Emergência	IVE	Plântulas anormais
Tratamentos	5	728,03**	0,234**	163,20**
Resíduo	18	7,85	0,003	15,55
CV(%)		10,87	16,81	35,86

Fonte de Variação	GL	Sementes infestadas	Sementes chochas	Sementes Mortas
Tratamentos	5	1514,38**	285,46**	394,26**
Resíduo	18	3,03	10,44	6,0
CV(%)		4,75	24,55	24,91

**Significativo ao nível de 1 e 5% (*) de probabilidade.

Tabela 2. Resumo da análise de variância do vigor representado pelo comprimento da parte aérea (C.PA), comprimento da raiz (C.RA), massa seca da parte aérea (MS.PA) e massa seca da raiz (MS.RA) de plântulas submetidas aos tratamentos pré-germinativos.

Fonte de Variação	GL	C.PA	C.RA	MS.PA	MS.RA
Tratamentos	5	13,18**	10,66**	11,25**	2,86**
Resíduo	18	1,66	1,63	3,18	0,577
CV(%)		26,10	21,89	23,88	23,45

Pelos dados obtidos verificou-se que os diásporos que não foram submetidos a tratamentos pré-germinativos (T0) obtiveram baixa porcentagem de emergência (4%) e o tratamento pré-germinativo que mais elevou a porcentagem de emergência (45%) foi a remoção total do endocarpo (T1) o mesmo ocorreu para o índice de velocidade de emergência (IVE), em que o maior índice foi identificado em plântulas do tratamento de

remoção do endocarpo (T1) e menor índice nos diásporos que não foram submetidos a tratamentos pré-germinativos (T0) (Tabela 3). Oliveira e Oliveira (2008) realizaram trabalhos de superação de dormência em sementes de baraúna, porém, não removeram o endocarpo realizaram remoção do epicarpo e mesocarpo com e sem lavagem em água corrente e água destilada, escarificação em lixa de ferro, imersão em água à 100°C por 2 minutos, escarificação em ácido clorídrico à 10% por 10 minutos, pré-secagem em areia úmida (armazenamento por 30 dias) e tratamento controle com utilização do diásporo intacto; após a realização do experimento os referidos autores afirmaram que para se obter germinação rápida e regular em sementes de baraúna é necessário a remoção do epicarpo e mesocarpo com realização da semeadura após 30 dias de armazenamento (pré-secagem) em areia úmida. No entanto, Li et al. (1999) verificaram em sete espécies da família Anacardiaceae (*Rhus copallina* L.; *Rhus glabra* L.; *Rhus aromática* L., *Rhus microphylla* Engelm., *Rhus trilobata* Nutt., *Rhus virens* Lindh. e *Rhus typhina* L.) que a secagem em substrato e armazenamento não foram suficientes para superar a dormência promovida pelo endocarpo.

Tabela 3. Emergência de plântulas (E.M), índice de velocidade de emergência (IVE), plântulas anormais (P.A), sementes infestadas por insetos (S.I), sementes chochas (S.CH) e sementes mortas (S.M).

Tratamentos	E.M (%)	IVE	P.A	S.I	S.CH	S.M
			%.....		
T0	4,0 d	0,09 d	2,0 d	33,33 e	29 a	28 a
T1	45 a	0,79 a	14 b	0,0 f	14 b	14b
T2	30 b	0,25 c	8,0 c	54 a	5,0 b	3,0 d
T3	29,66 b	0,26 c	12 b	50 b	10 b	2,0 d
T4	26 b	0,37 b	9,0 c	44 c	12 b	8,0 c
T5	20 c	0,22 c	21 a	39 d	4,0 c	4,0 d

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre sí pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Alves et al., 2007 estudando a superação de dormência em sementes de baraúna verificaram que a dormência é causada pela impermeabilidade do tegumento, porém, consideraram o endocarpo como tegumento e não realizaram nenhum tratamento de remoção do mesmo, chegando a afirmar que a escarificação mecânica é o método mais

indicado para superar a dormência dessa espécie. No entanto, na presente pesquisa constatou-se que a remoção do endocarpo é o tratamento pré-germinativo mais eficiente para se avaliar a dormência das sementes de baraúna, pois através desse método pode-se identificar a presença de sementes infestadas em seu interior por insetos e sementes chochas.

Com a utilização do tratamento de remoção total do endocarpo (T1), foi possível constatar que a porcentagem de sementes cheias, sem danos internos foi em torno de 28%, a quantidade de sementes chochas foi de 22 e 50% eram sementes infestadas por insetos. Em média, 20% das sementes após extração se desprendiam do endocarpo sem danificações mecânicas, as quais originavam plântulas normais. Algumas sementes após a remoção do endocarpo apresentavam poucos danos internos, podendo originar tanto plântulas normais como anormais dependendo do nível de danificação.

Por outro lado, as sementes não submetidas a nenhum tratamento pré-germinativo obtiveram os menores valores, constatando-se a necessidade de realização de algum tratamento pré-germinativo para avaliação real da qualidade fisiológica de sementes. Um dos problemas da propagação e disseminação das espécies nativas é a baixa porcentagem de germinação causada na maioria das vezes pela dormência imposta pelo tegumento dificultando a passagem de água e gases para o interior das sementes (ARAÚJO NETO et al., 2003; MARCOS FILHO, 2005; GUEDES et al., 2011). Por este motivo alguns pesquisadores recomendam tratamentos pré-germinativos para algumas espécies da Caatinga tais como a quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.) - Rebouças et al. (2012), joazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) - Alves et al. (2006), angico-de-bezerra (*Piptadenia moniliformis* Benth) - Azeredo et al. (2010).

Os tratamentos de escarificação mecânica em lixa (T2, T3 e T4) foram semelhantes independentemente da embebição dos diásporos em água e o tratamento de desponte (T5) foi inferior aos tratamentos com lixa (Tabela 3). Alves et al. (2007) verificaram que a escarificação mecânica em lixa proporcionou a maior porcentagem de emergência das plântulas de baraúna, entretanto, como já mencionado anteriormente, os referidos autores não realizaram a remoção do endocarpo. O tratamento com escarificação mecânica é indicado para sementes de algumas espécies por provocar fissuras no tegumento aumentando a permeabilidade e permitindo a embebição e o início do processo germinativo das sementes, como foi constatado em sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl., *Operculina macrocarpa* (L.), *Bowdichia virgiloides* Kunth. e

Operculina alata (Ham.) Urban. (MEDEIROS FILHO et al., 2002; GUEDES et al., 2011; SMIDERLE e SCHWENGBER, 2011). O local de entrada de água nas sementes após a quebra de dormência física pode variar de acordo com os tratamentos utilizados, o que determina a velocidade da absorção de água, e subsequentemente aumenta a velocidade de germinação como informam HU et al. (2009) em estudo com espécies da família Fabaceae.

Quanto as plântulas anormais, (Tabela 3) a maior quantidade foi identificada no tratamento T5 (desponte das sementes) e a menor quantidade no tratamento controle (T0), possivelmente os tratamentos pré-germinativos contribuíram para ocasionar algum dano levando a semente a produzir plântulas anormais como é o caso da remoção total do endocarpo, pois os diásporos são submetidos a uma pressão mecânica que ao pressionar a semente pode causar danificações no embrião comprometendo a germinação. Verificou-se também que as sementes submetidas a embebição em água por 12h (T3) não diferiram significativamente da testemunha (T1). Sendo assim, tais anormalidades podem também estar associadas a baixa qualidade das sementes.

Pelos resultados obtidos verificou-se a presença elevada de insetos no interior dos diásporos, os quais consumiram totalmente as reservas das sementes impedindo a propagação. A quantidade de sementes infestadas e chochas foi avaliada no final do teste de emergência, sendo as mesmas encontradas em diferentes proporções nos tratamentos. A maior proporção de sementes infestadas foi identificada no tratamento de escarificação mecânica em lixa (T2); e a maior proporção de sementes chochas no tratamento controle (T0). As sementes são produzidas podendo desenvolver em maior ou menor proporção embriões enrugados e sem reservas denominados de chochos (sementes chochas), devido principalmente a fatores ambientais e genéticos. Segundo Rodrigues et al. (2006) a diversidade morfofisiológica de uma espécie é consequência de modificações acumuladas por um período de tempo, em resposta às diferentes condições ambientais, que são geneticamente incorporadas e resultam em estratégias para a manutenção das gerações subsequentes.

As sementes mortas procedentes de todos os tratamentos estavam contaminadas com o fungo *Chaetomium* sp e alguns esporos de *Aspergillus niger* e *Penicilium* sp os quais não se desenvolveram devido a inibição promovida pelo *Chaetomium* sp. Segundo Pietro et al. (1991) o *Chaetomium* inibe a proliferação de outros fungos fitopatogênicos e fungos de armazenamento e também inibe a germinação das sementes; tal fungo é

observado em madeira, locais escuros, em feno e até em ferro, como o endocarpo dos diásporos de *baraúna* é de consistência lenhosa possivelmente esse fungo encontrou local propício para se desenvolver.

As plântulas provenientes do tratamento de remoção do endocarpo T1 obtiveram maiores comprimentos de parte aérea e raiz (Tabela 4), possivelmente nos demais tratamentos o endocarpo se tornou uma barreira dificultando o crescimento das plântulas, pois apresentaram menor comprimento com crescimento lento e desuniforme. Li et al. (1999) verificaram em sete espécies da família Anacardiaceae que o endocarpo exercia uma barreira física impedindo a germinação e o nível e profundidade de dormência variava, o qual interferia também na resposta aos tratamentos pré-germinativos, ou seja, o tratamento pré-germinativo para elevar a porcentagem de germinação e o vigor das plântulas era específico para cada espécie, pois algumas espécies de Anacardiaceae superavam a dormência com escarificação mecânica e outras com imersão em água quente.

Tabela 4. Comprimento de parte aérea (C.PA), comprimento de raiz (C.R), massa seca de parte aérea (M.S.P.A) e massa seca de raiz (M.S.R).

Tratamentos	C.PA	C.R	M.S.P.A	M.S.R
cm.....	mg.....	
T0	4,45 b	4,53 b	5,50 b	2,23 b
T1	8,30 a	8,85 a	9,77 a	3,99 a
T2	5,44 b	5,20 b	8,63 a	4,42 a
T3	4,24 b	6,27 b	7,90 a	3,35 b
T4	3,85 b	4,49 b	5,63 b	2,88 b
T5	3,33 b	5,67 b	7,41 a	2,54 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento de remoção do endocarpo juntamente com a escarificação em lixa e desponte, promoveram o maior acúmulo de massa seca da parte aérea com exceção da escarificação em lixa com imersão em água por 24h. E o conteúdo de massa seca da raiz foi mais elevado nos tratamentos de remoção do endocarpo (T1) e escarificação mecânica em lixa sem embebição (T2).

3.3 Experimento 2. Imersão em água quente

Os resultados da análise de variância demonstraram que as variáveis analisadas foram significativas, com exceção da porcentagem de plântulas anormais que foram semelhantes estatisticamente. Diante das análises pode-se comprovar que ocorreu interferência dos tratamentos pré-germinativos de imersão das sementes em água quente na emergência das plântulas e no índice de velocidade de emergência, constatando-se ainda no final dos testes a presença de sementes infestadas, chochas e sementes mortas em diferentes proporções entre os tratamentos. Tal fato provavelmente ocorre por questão do acaso, ou seja da distribuição e localização das sementes dentro do lote.

Tabela 5. Resumo da análise de variância da porcentagem de emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência (IVE), plântulas anormais, sementes infestadas, chochas e sementes mortas.

Fonte de variação	GL	Emergência	IVE	Plântulas anormais
Tratamentos	4	425,20**	0,133**	24,80ns
Resíduo	15	6,66	0,03	13,60
CV(%)		22,65	85,63	63,58

Fonte de variação	GL	Sementes infestadas	Sementes chochas	Sementes mortas
Tratamentos	4	126**	59,20**	330**
Resíduo	15	37	11,73	35,46
CV(%)		14,65	12,41	45,81

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade, * Significativo ao nível de 5% de probabilidade e ns é não significativo.

Pelos resultados da análise de variância do vigor verificou-se que todas as variáveis foram significativas, demonstrando que houve interferência dos tratamentos pré-germinativos no vigor das plântulas (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância do vigor representado pelo comprimento da parte aérea (C.PA), comprimento da raiz (C.RA), massa seca da parte aérea (MS.PA) e massa seca da raiz (MS.RA) de plântulas submetidas aos tratamentos pré-germinativos.

Fonte de variação	GL	C.PA	C.RA	MS.PA	MS.RA
Tratamentos	4	7,37**	10,29**	11,68**	5,21**
Resíduo	15	1,84	1,92	1,68	0,65
CV(%)		30,73	34,37	27,72	28,09

De acordo com os resultados obtidos verificou-se que a porcentagem de emergência das plântulas foi relativamente baixa, obtendo-se o máximo de emergência de 25%, no pré-tratamento de imersão em água quente à 70°C. Nos demais pré-tratamentos a porcentagem de emergência diminuiu assemelhando-se estatisticamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Alves et al. (2007) em sementes de baraúna quando submetidas à 80°C obtiveram apenas 23% de emergência. No entanto, em sementes de leucena (*Leucaena leucocephala*) a imersão em água quente a 80°C por cinco minutos juntamente com escarificação química com ácido sulfúrico foram os métodos mais eficientes para superação de dormência nesta espécie (TELES et al., 2000).

As sementes de *S. brasiliensis* necessitam de tratamentos pré-germinativos para acelerar e uniformizar a emergência das plântulas, uma vez que para as sementes não submetidas a tratamentos pré-germinativos (tratamento controle) a porcentagem de emergência foi inferior a da maioria dos tratamentos, com exceção do pré-tratamento de escarificação em água à 100°C, no qual as plântulas emersas foram proporcionais as do tratamento controle. Entretanto, para a emergência máxima de plântulas de acácia (*Acacia mangium* Willd.) o melhor tratamento foi água à 100°C por um minuto, sem imersão em água a temperatura ambiente (SMIDERLE et al., 2005) e o mesmo tratamento no tempo de dez segundos também elevou a porcentagem de germinação de sementes de paricarana (*Bowdichia virgiloides*), espécie florestal nativa que apresenta dormência tegumentar (SMIDERLE e SCHWENGBER, 2011).

Os índices de velocidade de emergência em todos os tratamentos foram baixos em virtude da desuniformidade das plântulas emersas e pela própria característica das espécies da Caatinga, como mecanismo de sobrevivência. Os tratamentos de imersão

em água quente à 70 e 80°C promoveram maiores índices de velocidade de emergência e nos demais tratamentos os índices se igualaram estatisticamente.

A quantidade de plântulas anormais foi semelhante estatisticamente em todos os tratamentos. As plântulas anormais identificadas nos tratamentos eram plântulas amareladas, sem raiz, com cotilédones enrugados e plântulas com tamanhos bem desproporcionais às demais.

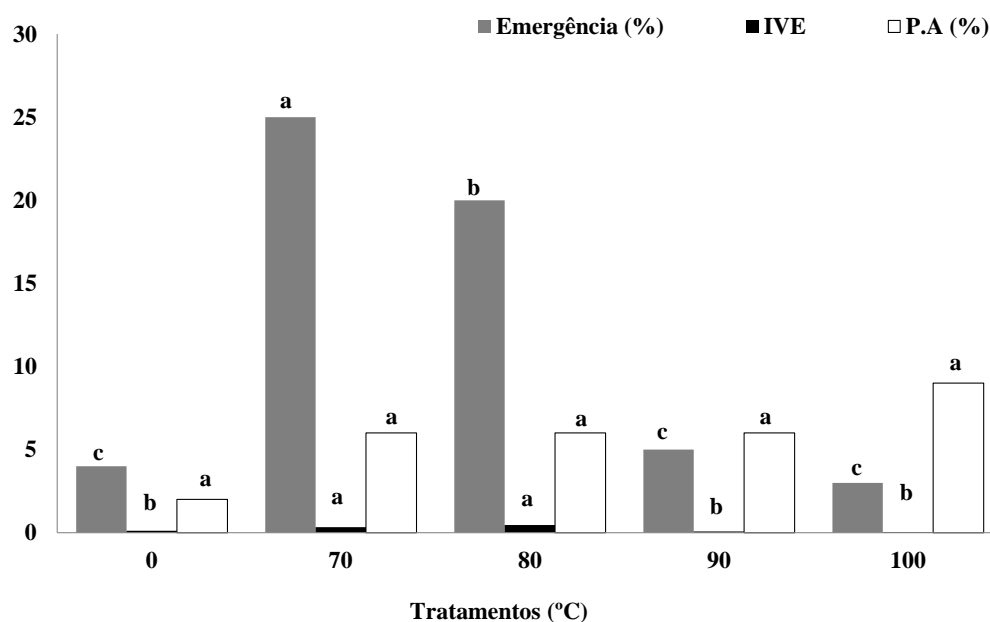


Figura 1. Emergência, índice de velocidade de emergência e porcentagem de plântulas anormais oriundas de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos.

A proporção de sementes infestadas por insetos foi superior nos tratamentos de imersão em água quente nas temperaturas de 90 e 100°C chegando a 48%. A proporção de sementes chochas se elevou nos tratamentos 0, 80 e 90°C; já as sementes mortas foram identificadas em maior proporção no tratamento controle T0, todas as sementes mortas estavam contaminadas pelo fungo *Chaetomium*.

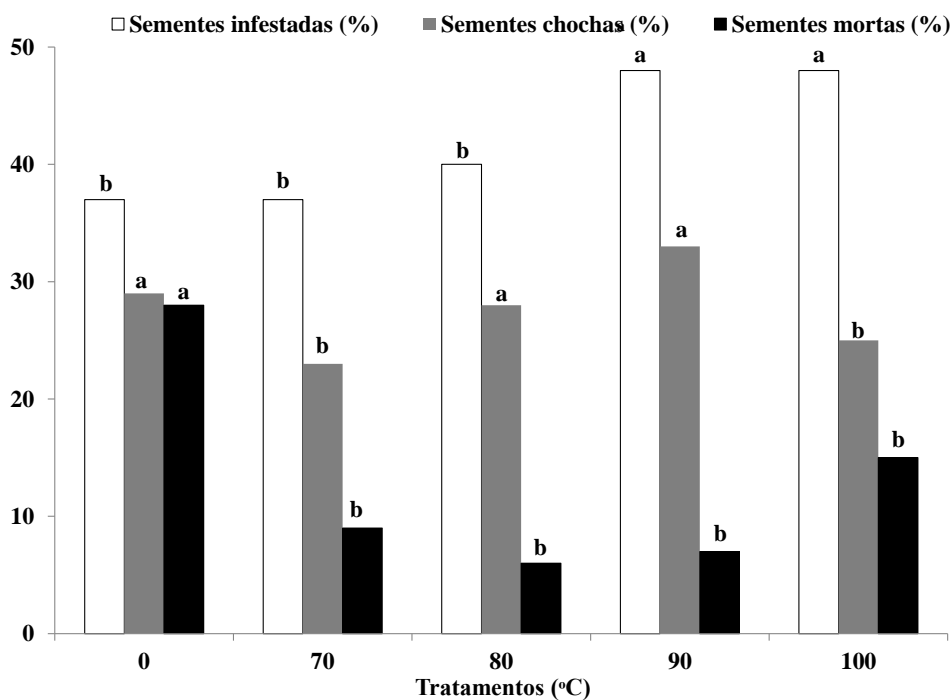


Figura 2. Porcentagem de sementes infestadas por insetos, sementes chochas e sementes mortas.

Na Figura 3 encontram-se os dados referentes ao comprimento de parte aérea e raiz. Os maiores valores de comprimento de parte aérea foram de plântulas provenientes de sementes submetidas aos tratamentos de 70, 80 e 90°C e para o comprimento de raiz foi mais elevado apenas nas plântulas oriundas dos tratamentos de 70 e 80°C. Alves et al. (2004) observaram que o comprimento das plântulas de *Bauhinia divaricata* L. não foi uma característica muito afetada pelos tratamentos utilizados, em que os maiores valores foram obtidos com as sementes dos tratamentos de desponte na região oposta à micrópila e da testemunha (sementes intactas).

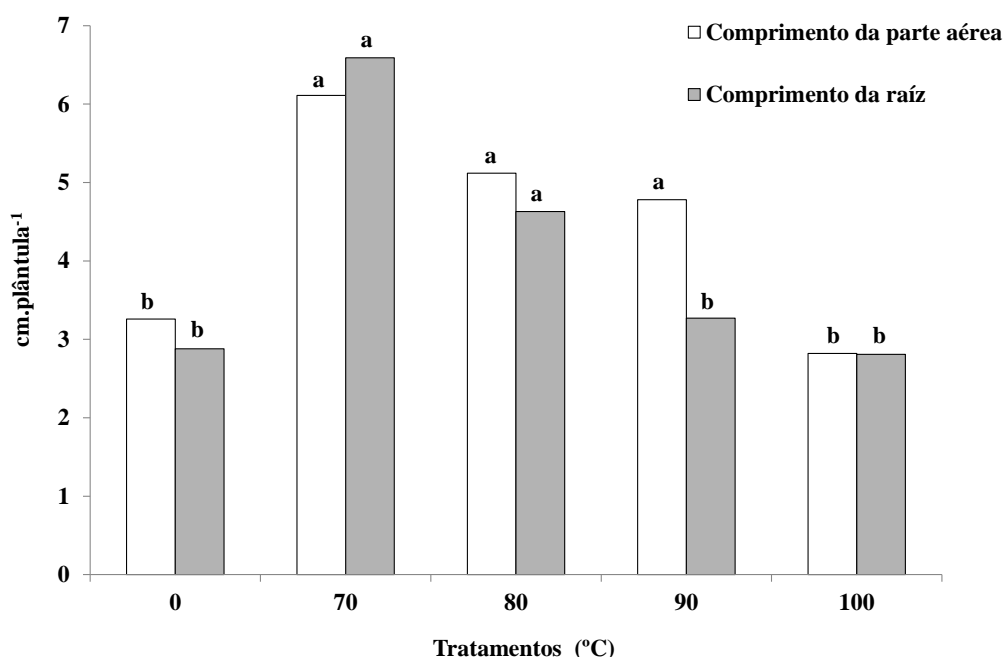


Figura 3. Comprimento da parte aérea e da raiz de plântulas de baraúna (*Schinopsis brasiliensis*) oriundas de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos.

O maior conteúdo de massa seca da parte aérea foi identificado em plântulas dos tratamentos de 70 e 80°C chegando a 4,34 mg. A massa seca da raiz foi semelhante nos tratamentos de 70, 80 e 90°C, a testemunha e o tratamento à 100°C obtiveram os menores conteúdos de massa seca devido a baixa proporção de plântulas emersas. Alves et al. (2004) observaram maiores valores de massa seca de plântulas de *Bauhinia divaricata* L. quando as sementes foram submetidas aos tratamentos de desponte na região oposta à micrópila e à imersão em água na temperatura de 70°C. Santos et al. (2004) obtiveram maior conteúdo de massa seca da parte aérea de plântulas de *Sterculia foetida* L., empregando escarificação mecânica mais 24h de embebição em água a temperatura ambiente.

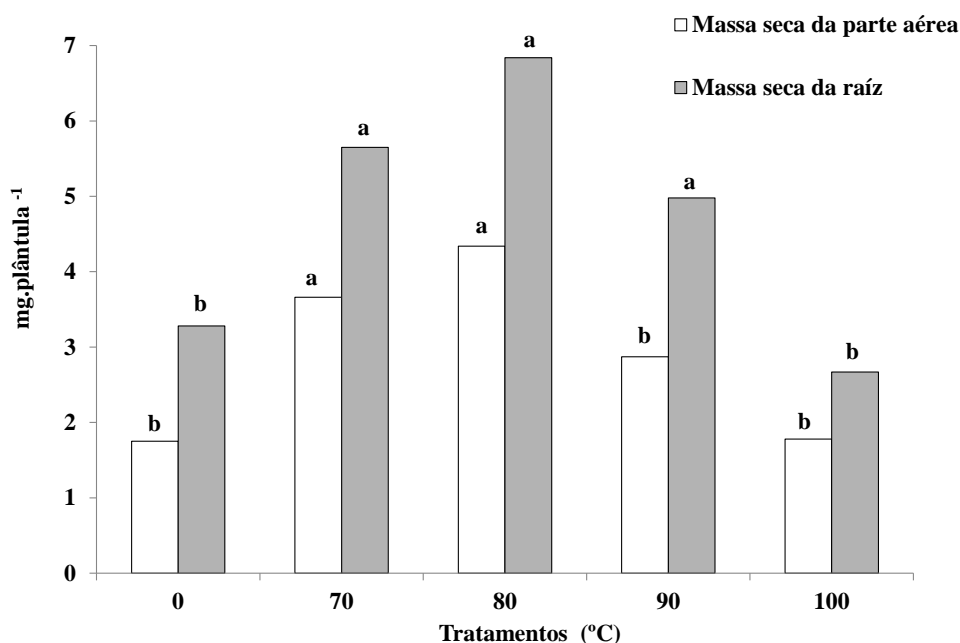


Figura 4. Conteúdo de massa seca de plântulas de baraúna (*Schinopsis brasiliensis*) oriundas de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos.

Diante dos resultados abordados verifica-se a necessidade da utilização de tratamentos pré-germinativos em sementes de baraúna bem como criteriosa avaliação das sementes que não originaram plântulas após o teste de emergência é fundamental para se identificar as causas da baixa porcentagem de emergência e o vigor das plântulas, levando dessa forma, a uma correta padronização de metodologia para propagação dessa espécie.

4. CONCLUSÕES

Os diásporos de baraúna apresentam problemas de propagação devido o endocarpo ser muito espesso e aderido à semente, o qual dificulta a absorção de água e oxigênio para iniciar o processo germinativo, necessitando de tratamentos pré-germinativos para se elevar a porcentagem de germinação;

Além da dormência provocada pelo endocarpo, as sementes de baraúna possuem uma elevada porcentagem de sementes infestadas por insetos, sementes chochas e mortas que não germinaram causando dessa forma, a baixa porcentagem de emergência;

O tratamento pré-germinativo mais eficiente para a superação de dormência de sementes de baraúna foi a remoção do endocarpo.

Uma metodologia possivelmente promissora para as sementes de baraúna seria a utilização do teste de raios X para seleção das sementes cheias e o descarte de sementes com danos internos antes de se realizar a propagação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. F.; ALVES, A. F.; GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS FILHO, S. Superação de dormência de sementes de braúna (*Schinopsis brasiliense* Engl.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.74-77, 2007.

ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, A.U.; ALVES, A.U. Ácido sulfúrico na superação de dormência de unidade de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 02, p. 187-195, mar./abr. 2006.

ALVES, A.U.; DORNELAS, C.S.; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, L.A.A.; ALVES, E.U. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia divaricata* L. **Acta Botânica Brasilica**, v.18, n.4, p.871-879, 2004.

ANDRADE. A. P.; SOUZA. E. S.; SILVA. I. F.; LIMA. J. R. S. Produção animal no bioma caatinga: “paradigmas dos pulsos- reservas”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa, v.35 n.suplemento, p 138-155. 2006.

ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.2, p.249-256, 2003.

AZEREDO, G. A.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V.; MORO, F.V. Superação de dormência de sementes de *Piptadênia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, São Paulo, v. 32, n. 02, p. 49-58, set. 2010.

BARBOSA, E.; SILVA, M.M.; ROCHA, F.R.; QUEIROZ, L.P.; CREPALDI, I.C. Germinação de sementes de *Cratylia molis* Mart. ex Benth. e *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae) submetidas a tratamento para quebra da impermeabilidade do tegumento. **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 15, p. 183-192, 1996.

- BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination**, San Diego: Academic Press, 1998, 666p.
- 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**, Pelotas, v. 29, n. 03, p. 151-159, 2007.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009, 395p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análises de sementes de espécies florestais**. Brasília: SDA/DNDV/CGAL, 2013, 97p.
- CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U.; QUEIROZ, R. J. B. Scarification with sulphuric acid of *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke seeds – FABACEAE. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 03, p. 308-313, 2007.
- FERREIRA, S.A.N.; GENTIL, D.F.O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) **Acta amazônica**, Manaus, v.36, n.2, p.141 - 146, 2006.
- FOWLER, J.A.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: EMBRAPA-Florestas, 2000 (documento técnico 40).
- GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; VIANA, J.S.; GONÇALVES, E.P.; SANTOS, S.R.N.; COSTA, E.G. Tratamentos pré-germinativos e temperaturas para a germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.1, p.131-140, 2011.
- HERMANSEN, L.A.; DURYEY, M.; WHITE, T.L. Variability in seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis*. **Seed Science Technology**, Zurich, v.28 n.3 p.567-580, 2000.
- HU, X.W.; WANG, Y.R.; WU, Y.P.; BASKIN, C.C. Role of the lens in controlling water uptake in seeds of two Fabaceae (Papilionoideae) species treated with sulphuric acid and hot water. **Seed Science Research**, Cambridge, n.19, p.73-80, 2009.
- LI, X.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. Seed morphology and physical dormancy of several North American *Rhus* species (Anacardiaceae). **Seed Science Research**, Cambridge, v.9, n.3, p.247-258, 1999.

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

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MATOS, V.P.; AZEREDO, G.A.; GONÇALVES, E.P.; SILVA, A.; RODRIGUES, L.F. Sementes de sapoti (*Achras sapota* L.): dormência e emergência. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 33, n. 02, p. 79-82, 2003.

MEDEIROS FILHO, S.; FRANÇA, E.A.; INNECCO, R. Germinação de sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Farwel e *Operculina alata* (Ham.) Urban. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.102-107, 2002.

MELO, M.G.G.; MENDONÇA, M.S.; NAZÁRIO, P.; MENDES, A.M.S. Superação de dormência em sementes de três espécies de *Parkia* spp. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3 p. 533 - 542, 2011.

MENEZES SILVA, P.E.; SANTIAGO, E.F.; DALOSO, D.M.; SILVA, E.M.; SILVA, J.O. Quebra de dormência em sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Idesia**, Arica, v.29, n.2, 2011.

OLIVEIRA, A.B. Germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.), var. K-72 . **Revista de biologia e ciências da terra**, Campina-Grande, v.8, n.2, p. 166-172, 2008.

OLIVEIRA, M.C.P.; OLIVEIRA, G. J. Superação da dormência em sementes de *Schinopsis brasiliensis*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 251-254, 2008.

OLIVEIRA, L.M.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, M.L.M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.597-603, 2003.

PACHECO, M. V.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; FELICIANO, A.L.P.; PINTO, K.M.S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p. 359-367, 2006.

REBOUÇAS, A.C.M.N; MATOS, W.P; FERREIRA, R.L.C.; SENA, L.H.M. SALES, A.G.F.A.; FERREIRA, E.G.B.S. MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE QUIXABEIRA (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 183-192, 2012.

RODRIGUES, A. P. D. C.; OLIVEIRA, A.K.M.; LAURA, V.A.; YAMAMOTO, C.R.; CHERMOUTH, K.S.; FREITAS, M.H. Tratamentos para superação da dormência de sementes de *Adenantha pavonina* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 04, p. 617-623, 2009.

SANTOS, T.O.; MORAIS, T.G.O.; MATOS, V.P. Escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.1-6, 2004.

SELEGUINI, A.; CAMILO, Y.M.V.; SOUZA, E.R.B.; MARTINS, M.L.; Ana Paula BELO, A.P.M.; FERNANDES, A.L. Superação de dormência em sementes de buriti por meio da escarificação mecânica e embebição. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v.6, n. 3, p. 235-241, 2012.

SMIDERLE, O.J.; MOURÃO JUNIOR, M.; SOUSA, R.C.P. Tratamentos pré-germinativos em sementes de acácia. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.1, p.78-85, 2005.

SMIDERLE, O.J.; SCHWENGBER, L.A.M. Superação de dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.33, n.3, p.407-414, 2011.

TEDESCO, S.B.; STEFANELLO, M.O.; SCHIFINO-WITTMANN, M.T.; BATTISTIN, A; DALL'AGNOL, M. Superação de dormência em sementes de espécies de *Adesmia* DC. (LEGUMINOSAE). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.2, p.89-92, 2001.

TELES, M.M.; ALVES, A.A., OLIVEIRA, J.C.G.; BEZERRA, A.M.E. Métodos para Quebra da Dormência em Sementes de Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.29, n.2, p.387-391, 2000.

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E.M.; ANDRADE, A.P.; BRUNO, R.L.A.; EDVAN, R.L. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de figo de pombo (*Macroptilium lathyroides*). **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 5, n. 1, p.3-10, 2011.

CAPÍTULO 5. UTILIZAÇÃO DO TESTE DE RAIOS X PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE *Schinopsis brasiliensis* Engler.

RESUMO- O teste de raios X é uma técnica que vem sendo utilizada no sentido de auxiliar os estudos de morfologia e qualidade de sementes por favorecer a visualização de sementes cheias, chochas e danificadas por insetos sem denegrir as estruturas internas. Dessa forma, neste trabalho objetivou-se verificar a possibilidade da utilização do teste de raios X, na avaliação dos danos internos em sementes de *S.brasiliensis*, bem como, verificar o efeito desses danos na germinação. As análises radiográficas foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Lavras e os testes fisiológicos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal da Paraíba. O ensaio de raios X foi realizado em quatro lotes de procedências distintas em aparelho de raios X marca Faxitron© HP MX-20, com intensidade de 26kv e tempo de exposição de aproximadamente 16 segundos. A partir das análises das imagens dos quatro lotes, procedeu-se separação em três categorias: sementes cheias com mais que 50% do embrião visível nas radiografias (S.C), sementes danificadas em seu interior por larvas de insetos (S.I) e sementes chochas (S.CH). Os testes de germinação e vigor foram realizados com diásporos escarificados dispostos em quatro repetições de 100 unidades; o substrato utilizado foi a vermiculita na temperatura de 20-30°C. As variáveis analisadas foram: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 100 sementes para cada lote. Efetuou-se análise de variância e a comparação das médias realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A comparação entre as imagens das sementes e as plântulas originadas no final do período de avaliação, demonstrou que a maior parte das sementes classificadas como cheias originou plântulas normais e algumas anormais. As sementes classificadas como chochas e danificadas por insetos não originaram plântulas. O teste de raios X é eficiente para avaliar os danos internos nas sementes de baráúna e independentemente da causa afetam a germinação.

PALAVRAS-CHAVE: Imagens radiográficas, qualidade fisiológica, baráúna.

ABSTRACT- The X-ray test is a technique that has been used to help with the study of morphology and seed quality by encouraging the viewing of full seeds, empty and damaged by insects. Thus, the aim of this study was to investigate the possibility of using the X-ray test in the evaluation of internal damage in seeds *S. brasiliensis* as well, check the effect of this damage on germination. The X-ray test is a technique that has been used to help with the study of morphology and seed quality by encouraging the viewing of full seeds, empty and damaged by insects. Radiographic analyzes were performed at the Laboratory of Seed Analysis, Federal University of Lavras and physiological tests were performed at the Laboratory of Seed Analysis of the Federal University of Paraiba. The X-ray test was carried out in four batches in a device from distinct X-ray Faxitron© brand HP-20 MX with 26kv intensity and exposure time of approximately 16 seconds. From the analysis of the images of the four lots, proceeded to a separation into three categories: seeds filled with more than 50% of the endosperm visible on radiographs (SC), damaged seeds inside by insect larvae (SI) and seedless seeds (S.CH). Germination and vigor tests were conducted with diaspores scarified arranged in four replicates of 100 units, the substratum of vermiculite in the temperature of 20-30 C. The variables analyzed were: germination percentage, rate of germination, length and seedling dry weight. The experimental design was completely randomized with four replicates of 100 seeds for each lot. We conducted analysis of variance and comparison of means made by Tukey test at 5% probability. The comparison between the images and the seedlings arising at the end of germination showed that most of filled seeds produced seedlings are classified as normal and some abnormal evaluated in each lot. The seeds classified as empty and damaged by insects not produced seedlings. The X-ray test was to evaluate the effective internal damage to seeds and *baraúna* regardless of the cause affecting germination.

KEYWORDS: radiographic, physiological quality, *barauna*.

1. INTRODUÇÃO

A análise de imagem tem se revelado como uma técnica promissora, principalmente pelo seu estágio de evolução tecnológica, em avanços na capacidade de captura, tratamento e interpretação de imagens. Essa rapidez na detecção de imagens radiografadas e de processamento de dados informatizados e a crescente redução dos custos tem tornado sistemas de análise de imagem mais atraentes na avaliação automática da qualidade e classificação de produtos agrícolas (CARVALHO, 2010).

Nos últimos anos os estudos dirigidos para a avaliação da morfologia interna de sementes têm sido apoiados em técnicas de análise de imagens. Dentre os métodos utilizados para essa finalidade, destaca-se a análise de raios X, que propicia rápida e eficiente avaliação das partes constituintes da semente da maioria das espécies. O estudo da morfologia interna de sementes por meio da análise de raios X tem gerado informações importantes para o processamento de sementes, principalmente para as espécies florestais, com a eliminação de sementes vazias e mal formadas (GOMES JUNIOR, 2010).

A técnica de raios X é conhecida e intensamente utilizada na medicina, biologia, em indústrias e para Análise de Sementes com a finalidade de avaliar a qualidade de sementes por meio da visualização das suas estruturas internas. Essa técnica foi estudada na Suécia, em 1953 por Simak e Gustafesson para sementes de *Pinus sylvestris* L.; a partir desse estudo teve início a utilização do teste de raios X em espécies florestais (PUPIM et al., 2008).

Com a difusão do teste de raios X em sementes alguns pesquisadores desenvolveram protótipos e programas de imagens específicos e adaptados com equipamentos dos mais sofisticados e complexos até os mais simples como é o caso do dispositivo automatizado e digital (Protótipo Semax) desenvolvido na Argentina com poucos recursos pelo pesquisador Craviotto e colaboradores (CRAVIOTTO et al., 2004). Outro exemplo é o programa Tomato Analyzer, o qual foi elaborado por pesquisadores da The Ohio State University, EUA, também foi desenvolvido para processar imagens digitais escaneadas, determinando o formato do fruto e de suas partes, calculando parâmetros a partir da identificação de limites periféricos de cada parte constituinte (BREWER et al., 2006).

A análise de imagens é indicada pela International Seed Testing Association (ISTA), desde os anos 80, para detecção de sementes cheias, vazias, danificadas

mecanicamente ou por insetos, no Brasil a referida técnica teve grande impulso a partir dos anos 90, com a publicação do trabalho realizado por Cicero et al. (1998) que tratava sobre a avaliação dos danos mecânicos em sementes de milho (CICERO, 2010).

O ensaio de raios X é indicado nas regras para análise de sementes nacionais e internacionais para diferenciação entre sementes cheias, vazias, danificadas por insetos e danificadas fisicamente. É um teste utilizado rotineiramente nos laboratórios juntamente com os testes de germinação e vigor para verificação da qualidade fisiológica principalmente em sementes de olerícolas e florestais (ISTA, 2009; BRASIL, 2009).

A análise de imagens radiográficas pode automatizar procedimentos de classificação de sementes e possibilitar o desenvolvimento de sofisticados métodos não-destrutivos (CARVALHO, 2010). Por se tratar de um método não destrutivo, as sementes em análise podem ser submetidas a testes fisiológicos (germinação e vigor) e, dessa forma, permitir o estabelecimento de relações observadas e os prejuízos causados ao potencial fisiológico das sementes (CICERO, 2010).

O princípio da técnica de raios X é baseado na impressão de uma película sensível, logo após sua exposição a uma fonte de radiação e, na obtenção de uma imagem do objeto irradiado. A imagem pode ser também rapidamente obtida, conservada, reproduzida e examinada a qualquer momento. Segundo Lopes e Nascimento (2009) o método apresenta a particularidade de não destruir os objetos examinados, ser rápido e permitir avaliação morfológica das estruturas internas como o embrião e o endosperma de uma semente intacta e, desta maneira determinar seu valor para semeadura. É uma ferramenta útil para diferenciar sementes ou grãos cheios, vazios, danificados fisicamente ou com presença de ovos ou insetos vivos em seu interior.

A análise de raios X em sementes consiste em colocar as sementes entre uma fonte de raios X de baixa energia e um filme ou papel fotossensível; ao atravessar as sementes, um feixe de raios X cria uma imagem permanente sobre o filme ou o papel. Quando esse é processado a imagem pode apresentar maior ou menor grau de radiopacidade (clara) e radioluminescência (escura) em função do nível de absorção dos raios X pelas sementes, determinado pelos fatores: composição, espessura, densidade dos tecidos e comprimento de onda da radiação ionizante (BRASIL, 2009).

Para a realização do teste de raio X em sementes que apresentam tegumento muito espesso recomenda-se testar a intensidade da radiação e o tempo de exposição das

sementes, como é o caso de sementes de curcubitáceas (CARVALHO et al., 2009). No entanto, surge a premissa de que os raios X podem ser potencialmente prejudiciais, causando mutações em sementes, mas considerando-se a pequena dose de radiação, usada em diversas pesquisas, durante o teste para avaliação da qualidade das sementes, observa-se que não causam danos à maioria das espécies (CARVALHO e OLIVEIRA, 2006).

A análise de imagens de raios X permite identificar, com eficiência danos causados por insetos e danos mecânicos nas sementes, como verificado em sementes de soja, danificadas por percevejos e mecânicamente pela colheita (FLOR et al., 2004; PINTO, 2009). As imagens radiográficas podem automatizar procedimentos de classificação de sementes e possibilitar o desenvolvimento de sofisticados métodos não-destrutivos (CARVALHO, 2010). A análise de imagens para a avaliação da morfologia interna de sementes, além de não danificar as sementes e possibilitar o exame da sua estrutura, relacionando com outros testes, contribui para a consistência das informações, pois os procedimentos podem ser reproduzidos sem a interferência humana (GOMES JUNIOR, 2010).

Testes de raios X foram eficientes na determinação do ponto de colheita e repouso dos frutos do híbrido de abóbora Jabras (*Curcubita maxima* x *C. moschata*). A visualização do comprimento do embrião e do enchimento da semente permite a detecção do ponto de colheita e repouso dos frutos antes da extração e do beneficiamento das sementes (LOPES e NASCIMENTO, 2009).

O teste de raio X pode ser empregado em espécies que apresentam problemas de germinação e espécies ameaçadas de extinção no sentido de identificar as classes de sementes cheias para a propagação de mudas e reconstituição de áreas ambientalmente degradadas como a Caatinga. Uma das espécies, da Caatinga que apresenta tais problemas é a baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler.) pertencente a família Anacardiaceae (MAIA, 2004).

Os diásporos de *Schinopsis brasiliensis* Engler., que são as unidades de dispersão para a propagação da espécie, apresentam um endocarpo muito espesso e fortemente aderido a semente, o qual impede a entrada de água no interior da semente. Segundo Carvalho et al. (2008) a semente está envolta por um tegumento lenhoso (caroço) que dificulta sua germinação. De acordo com Oliveira-Prado e Oliveira (2008) as sementes de baraúna apresentam desuniformidade e irregularidade de germinação, com percentual de germinação baixo, sendo necessário um tratamento pré-germinativo

para superar a dureza do endocarpo e promover uma elevação na porcentagem de germinação.

Outro fator que interfere na germinação de algumas espécies florestais é o desenvolvimento de larvas de insetos nas sementes durante a maturidade fisiológica, pois os insetos causam danos que não são identificados por se apresentar no interior das sementes (DANIELSON et al., 2006). Os referidos autores informam ainda que os insetos broqueadores depositam seus ovos nos frutos e com o passar do período de maturação as larvas vão se desenvolvendo e se alimentando das reservas das sementes no interior do endocarpo.

Tendo em vista que a baraúna apresenta as sementes muito aderidas ao endocarpo promovendo a desuniformidade e baixo percentual de germinação e suas sementes também são atacadas por insetos broqueadores durante o processo de maturidade fisiológica, a utilização de imagens radiográficas pode ser um método rápido para identificar as sementes cheias, mal formadas e danificadas por insetos no sentido de melhorar a propagação, manejo e conservação dessa espécie.

O objetivo do trabalho foi verificar a possibilidade da utilização do teste de raios X, na avaliação dos danos internos em sementes de *S.brasiliensis*, bem como, verificar o efeito dos danos na germinação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material vegetal

Os diásporos de *S. brasiliensis* foram coletados manualmente em plantas que se encontravam no início do processo de dispersão nos municípios de Petrolina-PE, Soledade-PB e Boa Vista-PB. Depois de colhidos, os diásporos foram beneficiados e mantidos no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal da Paraíba. O lote 1 proveniente de sementes coletadas em dezembro de 2011 no município de Boa Vista-PB, o lote 2 foi proveniente de sementes coletadas no município de Soledade em dezembro de 2011, o lote 3 oriundo de sementes coletadas no município de Boa Vista em dezembro de 2010, as quais foram acondicionadas em câmara fria a 15°C por um período de 12 meses; e as sementes do lote 4 foram provenientes do município de Petrolina, onde as mesmas foram coletadas em dezembro de 2011.

O teste de raios X foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG e a determinação do teor de água das sementes e teste de germinação foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

2.2 Determinação do teor de água das sementes

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa à $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas (BRASIL, 2009). Foram utilizadas quatro amostras de 10 diásporos. Decorrido o período de secagem, as amostras foram colocadas em dessecador por aproximadamente 10 minutos e, em seguida feitas as pesagens em balança analítica com precisão de 0,001g. Após pesagem e determinado o cálculo da umidade, os resultados foram expressos em porcentagem, com base no peso das amostras úmidas.

2.3 Teste de raios X

Os diásporos de cada lote foram dispostos sobre fita adesiva transparente de dupla face, aderida a uma placa de acrílico transparente, com dimensões de 24 x 18cm e espessura de 2mm (Figura 1A). Após montagem, a placa com os diásporos foi sobreposta ao filme radiográfico em aparelho de raios X marca Faxitron© HP MX-20, com intensidade de 26kv e tempo de exposição de aproximadamente 16 segundos, de acordo com regulagem automática do equipamento. Os filmes radiográficos foram revelados (Figura 1B) e analisados visualmente sobre transluminador. Desde o início do teste de raios X as sementes foram identificadas individualmente, para o acompanhamento da germinação (Figura 1C) com avaliação realizada até os 30 dias após a emergência das plântulas, permitindo a comparação da morfologia interna das sementes, visualizadas nas radiografias, com os resultados de germinação.

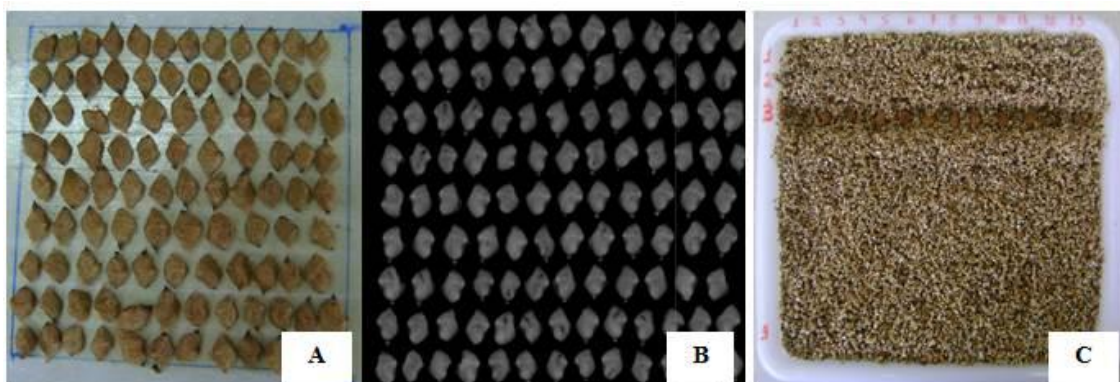


Figura 1. Diásporos de baraúna (*S. brasiliensis*) dispostos sobre fita adesiva transparente de dupla face, aderida a uma placa de acrílico transparente (A), sementes radiografadas (B) e identificação das sementes para o teste de germinação (C).

A partir das análises das imagens radiográficas dos quatro lotes, procedeu-se uma separação em três categorias: sementes cheias com mais que 50% do embrião visível (S.C), sementes danificadas em seu interior por larvas de insetos (S.I) e sementes chochas (S.CH).

2.4 Teste de Germinação após o teste de raios X

Alves et al. (2007) recomendam o tratamento pré-germinativo de escarificação mecânica na região oposta à emissão da radícula para os diásporos de baraúna. Após escarificação foram colocados para germinar em bandejas plásticas com dimensões de 18 x 18 x 6 cm contendo o substrato vermiculita, umedecido com 60% da capacidade de retenção. Os diásporos foram dispostos em quatro repetições de 100 sementes para cada lote, sendo em seguida colocados em germinador ajustado à temperatura alternada de 20-30°C (SILVA et al., 1995). Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.5 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Em conjunto com o teste de germinação foi determinado o índice de velocidade de germinação, anotando-se o número de plântulas que apresentaram as folhas embrionárias visíveis. Ao final do teste, o IVG foi calculado, segundo os dados diários

do número de plântulas normais, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

2.6 Comprimento e massa seca de plântulas

No final do teste de germinação, as plântulas normais de cada lote e repetição foram medidas (raiz e parte aérea), com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm.plântula⁻¹. As mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel Kraft e levadas à estufa a 65° C, até atingir massa constante (48 horas). Decorrido esse período, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,1 mg, sendo os resultados expressos em mg.plântula⁻¹.

As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, por um período de 30 dias, quando se observou a formação de plântulas normais, ou seja, que continham a raiz primária e a parte aérea desenvolvidas, considerando como germinadas as plântulas com os cotilédones acima do substrato.

2.7 Procedimento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 100 sementes para cada lote. Efetuou-se análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico empregado foi o SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da realização do teste de raios X o teor de água das sementes era de 11,0% para o lote 1, 10,3% para o lote 2; 10,3% para o lote 3 e 10,5% para o Lote 4. É recomendável a padronização do teor de água das sementes antes do teste de raios X, pois quanto menor o teor de água melhor será a visualização ótica das estruturas internas das sementes, sendo os teores de água de 10 a 11% aceitáveis para a realização do teste (PUPIM et al., 2008).

O teste de raios X possibilitou a identificação de alguns danos nos diásporos de baraúna, por meio de imagens radiográficas dos quatro lotes, permitindo a separação em três categorias: sementes cheias, danificadas por insetos e sementes chochas. Algumas

sementes após o teste de germinação permaneceram intactas, porém todas continham fungos ao redor da semente e em seu interior. Os resultados da análise de variância demonstraram que ocorreu efeito significativo dos lotes avaliados com relação às variáveis analisadas: sementes cheias (SC), sementes danificadas por insetos (SI) e sementes chochas (SCH), já para sementes contaminadas (S.CONT) não houve efeito significativo (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis: sementes cheias (S.C), sementes danificadas por insetos (S.I), sementes chochas (S.CH) e sementes contaminadas (S.CONT).

Fonte de Variação (FV)	Quadrados médios				
	GL	S.C	S.I	S.CH	S.CONT
Lotes	3	434,81**	172,55 **	17,87**	216ns
Resíduos	12	49,55	20,24	0,75	247,60
CV (%)		13,64	47,06	24,24	43,69

**Significativo à 1% de probabilidade; *Significativo à 5% de probabilidade e ns não significativo

As variáveis germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (C.P.A), comprimento de raiz (C.R), massa seca da parte aérea (M.S.P.A), massa seca da raiz (M.S.R) demonstraram efeito significativo e para plântulas anormais não houve efeito significativo, representados respectivamente no resumo da análise de variância na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo da análise de significância para as variáveis: germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas anormais (P.A), comprimento da parte aérea (C.P.A), comprimento da raiz (C.R), massa seca da parte aérea (M.S.P.A) e massa seca da raiz (M.S.R).

FV	Quadrados médios							
	GL	G	IVG	P.A	C.P.A	C.R	M.S.P.A	M.S.R
Lotes	3	486,88**	5,18**	2,02ns	77,98**	8,97**	27,08**	11,25**
Resíduos	12	39,99	0,13	5,33	3,43	0,86	1,21	0,60
CV (%)		13,71	32,41	42,12	26,08	13,38	19,53	17,90

**Significativo à 1% de probabilidade; *Significativo à 5% de probabilidade e ns não significativo

As imagens radiográficas de diásporos de baraúna demonstraram a possibilidade de classificar as sementes em três categorias: sementes cheias bem formadas (S.C), sementes danificadas em seu interior por larvas de insetos (S.I) e sementes chochas com embrião totalmente mal formado e enrugado (S.CH). Pelo fato dos diásporos de baraúna possuírem o endocarpo muito espesso e aderido à semente, em alguns diásporos não foi possível detectar sementes chochas com precisão através das imagens radiográficas, só após a análise de germinação quando se abriu os diásporos e verificou-se que realmente se tratava de sementes chochas. Entretanto, nas sementes danificadas por insetos foi possível verificar com precisão nas imagens radiográficas os danos causados pelas larvas dos insetos (Figura 2). Segundo Carvalho et al. (2009) sementes florestais estão sujeitas aos seus predadores naturais, o que pode causar severos danos, por essa razão a detecção de sementes infestadas é importante, pois possibilita o descarte das mesmas, melhorando a qualidade do lote, contribuindo para a conservação das sementes durante o armazenamento e evitando a transferência de insetos para outras regiões.

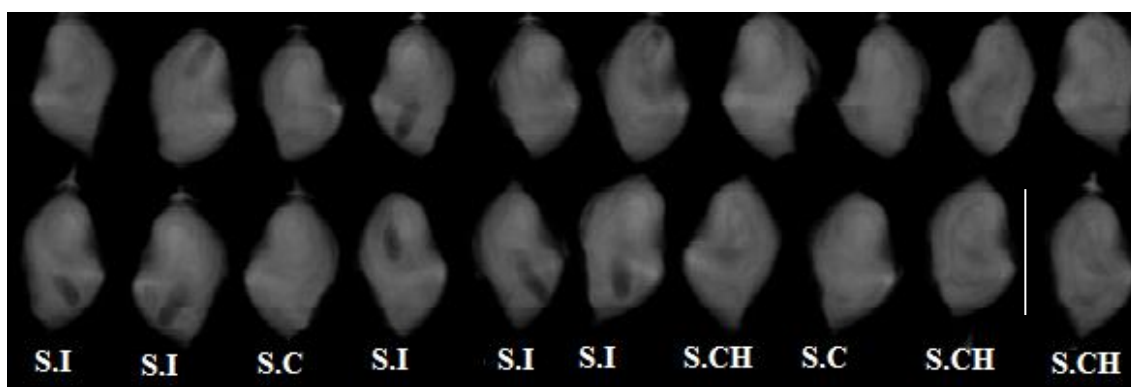


Figura 2. Radiografia de diásporos de baraúna submetidos ao teste de raios X, Classificação: sementes infestadas por insetos: S.I, sementes cheias ou viáveis: S.C e sementes chochas ou vazias: S.CH; (Barra = 1,3 cm).

Através das análises radiográficas foi possível verificar que os lotes 1, 3 e 4 continham maior porcentagem de sementes cheias; o lote 2 tinha maior porcentagem de sementes danificadas por insetos e não diferindo do lote 3 quanto a porcentagem de sementes chochas, as quais nos testes fisiológicos não conseguiram produzir plântulas (Tabela 3), resultados semelhantes também foram identificados por Machado e Cícero (2003) em lotes de aroeira-branca (*Lithraea molleoides* (Vell.) Engler - Anacardiaceae), os referidos autores informaram ainda que a técnica de raios X é eficiente para várias

espécies florestais, pois através de radiografias pode-se descartar as sementes que apresentam anormalidades antes dos testes fisiológicos, melhorando assim o controle de qualidade dos lotes, uma vez que sementes chochas e danificadas por insetos não conseguem produzir plântulas normais. Em concordância Carvalho et al., 2009 verificaram em canela (*Nectandra grandiflora* Nees) que sementes mal formadas e sementes com danos devido a predação próximo ao eixo embrionário ou com cerca de 50% de danos no embrião não eram viáveis.

Tabela 3. Categorias de sementes identificadas pelo teste de raios X em sementes de *S. brasiliensis*.

*Lotes	Cheias (S.C)	Danificadas por insetos (S.I)	Chochas (S.CH)
(%).		
1	58,10 a	2,53 b	2,22 b
2	36,42 b	6,0 a	17,80 a
3	53,17 a	4,59 b	11 ab
4	58,75 a	1,25 b	7,21 b
CV (%)	13,64	24,24	47,06

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

*Lotes: 1(Boa Vista 2011), 2 (Soledade 2011), 3 (Boa Vista 2010), 4 (Petrolina, 2011)

Na análise de germinação verificou-se que os lotes 1, 3 e 4 continham sementes com germinação semelhante, enquanto as sementes do lote 2 eram menos viáveis (Tabela 4). Avaliando-se os resultados das análises radiográficas com os testes fisiológicos (Tabelas 3 e 4) verificou-se que os lotes que tinham menos sementes danificadas por insetos e sementes chochas foram os que produziram maior número de plântulas. As sementes danificadas por larvas de insetos não conseguiram desenvolver plântulas, pois o embrião encontrava-se parcial ou totalmente consumido pelas larvas (Figura 3D). A predação de sementes provocada por insetos afeta a qualidade fisiológica de espécies florestais como identificado em sementes de cedro (*Cedrela fissilis* - meliaceae) por Masetto et al. (2008). Em espécies de palmeiras também ocorre predação por insetos, como constatado por Grenha et al. (2008) em sementes de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O’Kuntze. Nas sementes de grandes culturas como a soja a análise de raios X permite identificar, com eficiência, danos causados por

percevejos que também são comprovados pelos testes fisiológicos (FLOR et al., 2004; PINTO et al., 2009).

Tabela 4. Germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPR), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR).

*Lotes	Germinação (%)	IVG	CPA	CR	MSPA	MSR
1	52,55 a	0,97 b	5,31 b	5,94 b	5,07 bc	3,10 bc
2	29,96 b	0,28 b	3,78 b	6,37 b	2,86 c	2,99 c
3	48,25 a	0,46 b	5,71 b	6,34 b	5,48 b	4,67 b
4	53,75 a	2,77 a	13,61 a	9,19 a	9,14 a	6,57 a
CV (%)	13,71	32,45	26,08	13,38	19,53	17,90

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

*Lotes: 1(Boa Vista 2011), 2 (Soledade 2011), 3 (Boa Vista 2010), 4 (Petrolina, 2011)

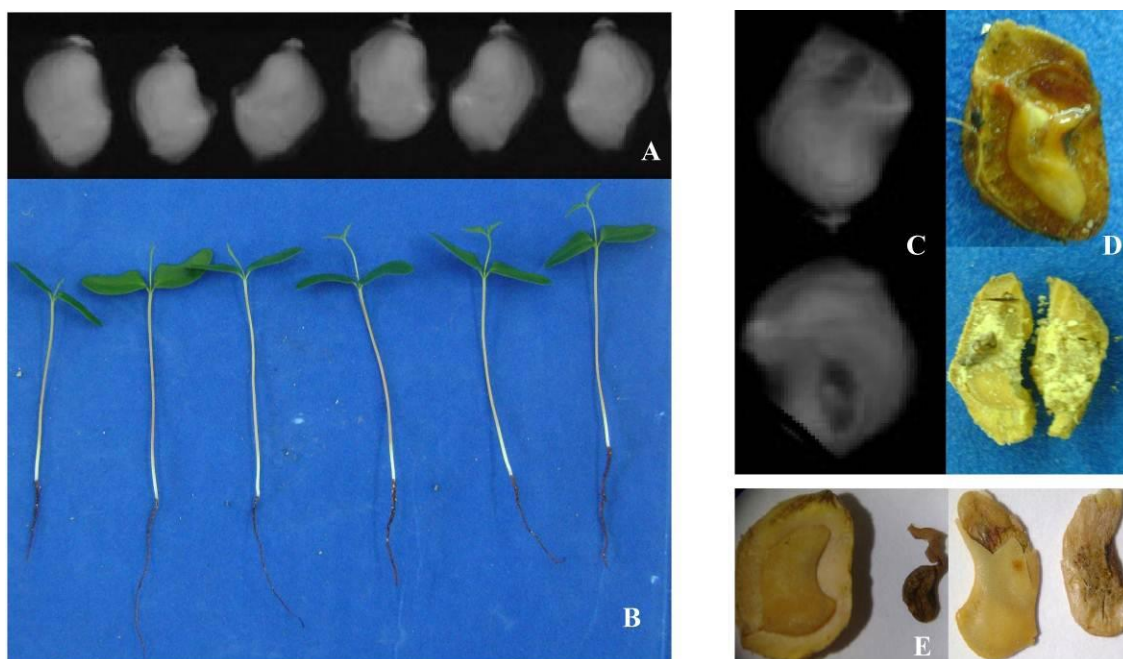


Figura 3. Sementes cheias radiografadas (A) e plântulas normais obtidas após teste de germinação (B), sementes danificadas por insetos (C), sementes abertas após teste de germinação demonstrando que os insetos consumiram as reservas (D) e sementes chochas após teste de germinação (E), sementes de 1 a 1,4 cm e plântulas de 6 a 8cm.

As sementes chochas não desenvolveram plântulas, pois os embriões se encontravam deformados ou mal estruturados e enrugados, dessa forma, verificou-se uma relação direta da morfologia interna dos embriões e a germinação (Figura 3E) resultados semelhantes foram identificados por Oliveira et al. (2004), os quais radiografaram sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e verificaram que os defeitos internos, afetaram a germinação. Em sementes de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec.) o teste de raios X foi eficiente para avaliar o nível de desenvolvimento das estruturas internas demonstrando uma relação direta da morfologia interna das sementes com os resultados do teste de germinação (PUPIM et al., 2008). Em sementes de acerola também constatou-se através de radiografia que os danos e anormalidades dos embriões afetam à germinação (NASSIF e CICERO, 2006).

Nas análises radiográficas observou-se no lote 4 maior quantidade de sementes cheias e menor quantidade de sementes danificadas por insetos e sementes chochas que também foi comprovado pelos testes fisiológicos, em que foram registradas sementes mais vigorosas com maiores índices de velocidade de germinação, comprimento de plântulas e maiores quantidades de massa seca de parte aérea e raiz (Tabela 4). Essa variação de resultados deve-se provavelmente às diferenças de maturação, pois aspectos visuais verificados nas sementes de baraúna durante a coleta não são precisos indicando que as sementes são coletadas em vários estádios de desenvolvimento do embrião.

A correspondência entre as imagens e as plântulas de baraúna originadas no final do período de germinação, demonstrou que a maior parte das sementes classificadas como cheias originaram plântulas normais e algumas anormais em cada lote avaliado. As sementes classificadas como chochas e danificadas por insetos não originaram plântulas. Em sementes de canafístula (*Pelthophorum dubium*) Oliveira et al. (2003), verificaram que os danos na morfologia interna, visualizados em radiografias, apresentando mais de 50% de danos na área do embrião, afetam drasticamente a germinação. Danos internos, independentemente da causa, afetam a viabilidade das sementes (CARVALHO et al., 2009).

Conforme Gomes Júnior (2010) a avaliação da morfologia interna de sementes é imprescindível tanto para a caracterização de espécies pouco estudadas quanto para a classificação de lotes de sementes, no que diz respeito ao seu atributo físico e fisiológico, visto que a informação sobre a existência de sementes defeituosas e vazias é desejável porque pode influenciar nos resultados de germinação. Dessa forma, de

acordo com os resultados identificados no presente trabalho, o teste de raios X pode ser considerado uma técnica adequada para avaliação da qualidade de sementes de baraúna, possibilitando a melhoria da qualidade dos lotes pelo descarte de sementes com danos internos.

4. CONCLUSÕES

O teste de raios X é eficiente para avaliar os danos causados por insetos no interior das sementes de baraúna (*S. brasiliensis*) e classificar de forma automática as sementes de baraúna quanto a viabilidade de germinação;

A potência de 26kv e o tempo de exposição de aproximadamente 16 segundos, possibilita a visualização de alterações morfológicas internas das sementes e também a identificação de danos provocados por insetos no interior das sementes de baraúna.

Danos internos detectados pela análise radiográfica, independentemente da causa, afetam a germinação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A.F.; ALVES, A.F.; GUERRA, M.E.C.; MEDEIROS FILHO, S. Superação de dormência de sementes de braúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.74-77, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 2009. 395p.
- BREWER, M.T; LANG, L.K.; DUJMOVIC, N.; GRAY, M.; VAN DER KNAAP, E. Development of a controlled vocabulary and software application to analyze fruit shape variation in tomato and other plant species. **Plant Physiology**, Waterbury, v.141, n.1, p.15-25, 2006.
- CARVALHO, M.L.M. Utilização da análise de imagem-conceitos, metodologias e usos. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n.3, 2010.
- 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**, Londrina, v.31, n.4, p.57-66, 2009.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v.3, 2008, 604p.
- CARVALHO, M.L.M.; OLIVEIRA, L.M. Raios X na avaliação da qualidade de sementes. **Informativo Abrates**, Brasília, v.16, n.1, 2006.
- CICERO, S.M. Aplicação de imagens radiográficas no controle de qualidade de sementes. **Informativo Abrates**, Brasília, v.20, n.3, 2010.
- CICERO, S.M.; HEIJDEN, G.W.A.M.; BURG, W.J.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damage in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X-ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.26, n.3, p.603-612, 1998.
- CRAVIOTTO, R.M.; ARANGO, M.R.; SALINAS, A.R.; GIBBONS, R.; BERGMANN, R.; MONTERO, M.S. A device for automated digital x-ray imaging for seed analysis. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.32, n.3, p.867-871, 2004.
- DANIELSON, S.; WRIGHT, R.; HEIN, G.; PETERS, L.; KALISCH, J. Insects That Attack Seeds and Seedlings of Field Crops. **Neb Guide**, p.1-4, Nebraska, 2006.

- FLOR, E.P.O.; CICERO, S.M.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, p.68-76, 2004.
- GOMES JUNIOR, F.G. Aplicação da análise de imagens para avaliação da morfologia interna de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v.20, n.3, 2010.
- GRENHA, V.; MACEDO, M.V.; MONTEIRO, R.F. Predação de sementes de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O’Kuntze(Arecaceae) por *Pachymerus nucleorum* Fabricius (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 52, n.1, p.50-56, 2008.
- ISTA - INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. **Seed Science and Technology**, Zurich, 2009. 333 p. Supplement.
- LOPES, A.C.A.; NASCIMENTO, W.M. **Análise de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009, 9p. (Circular Técnica 83).
- MACHADO, C.F.; CICERO, S.M. Aroeira-branca. [*Lithraea molleoides* (vell.) Engl. Anacardiaceae] seed quality evaluation by the x-ray test. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.2, p.393-397, 2003.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.
- MASETTO, T.E.; FARIA, J.M.R.; QUEIROZ, S.E.E. Avaliação da qualidade de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* - meliaceae) pelo teste de raios X. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras,v.32, n.6, 2008.
- NASSIF, D.S.P.; CICERO, S.M. Avaliação da viabilidade de sementes de acerola por meio de raios X. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.542-545, 2006.
- OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, A.C. Utilização do teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Pelthophorum dubium*). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.1, p.116-120, 2003.
- OLIVEIRA, L.M.; CARVALHO, M.L.M.; DAVIDE, A.C. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de

Candolle) Standley- (Bignoniaceae) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.2, p.138-143, 2004.

OLIVEIRA-PRADO, M.C.; OLIVEIRA, G.J. Superação da dormência em sementes de *Schinopsis brasiliensis*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 251-254, 2008.

PINTO, T.L.F.; CICERO, S.M.; FRANÇA NETO, J.B.; FORTI, V.A. An assessment of mechanical and stink bug damage in soybean seed using X-ray analysis test. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.37, p.110-120, 2009.

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

SILVA, A.; PIÑA-RODRIGEUS, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Manual técnico de sementes florestais**. São Paulo: Instituto Florestal, n.14, p.49-53, 1995.

CAPÍTULO 6: MICROPROPAGAÇÃO DE BARAÚNA (*S. brasiliensis* ENGLER) SUBMETIDAS A DIFERENTES MEIOS DE CULTIVO

RESUMO: O estudo da micropropagação de espécies em risco de extinção, a exemplo da baraúna é de fundamental importância para o desenvolvimento de protocolos padrões no intuito de conservação dos recursos genéticos da espécie. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver um protocolo de micropropagação para a baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler) usando tratamentos pré-germinativos e diferentes doses de sacarose, diferentes meios de cultivo, posição de semeio e multiplicação de explantes. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biotecnologia (Biomassa) da Universidade Federal da Paraíba em Areia-PB. As sementes foram provenientes de árvores matrizes da zona rural do município de Boa Vista-PB. A desinfestação seguiu os procedimentos de lavagem das sementes em água corrente por 10 minutos, imersão em álcool 70% por um minuto e imersão em hipoclorito de sódio a 2,5% por 10 minutos com posterior lavagem em água destilada, deionizada e autoclavada. No experimento 1 realizou-se tratamentos pré-germinativos (testemunha, remoção total do endocarpo, escarificação com lixa e desponte com auxílio de alicate) e adição de diferentes doses de sacarose (0, 10, 20, 30 e 40 g.L⁻¹) no meio de cultivo, o qual foi ajustado para pH 5,7±0,1 e solidificado com 2,8 g.L⁻¹ de phytigel. Os procedimentos de cultivo foram realizados em câmara de fluxo laminar com posterior transferência para sala de crescimento, com avaliações após 30 dias de cultivo. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (4x5) totalizando 20 tratamentos com 12 repetições, sendo os dados qualitativos submetidos ao teste de Tukey à 5% de probabilidade e os dados quantitativos à análise de regressão. Para a realização dos demais experimentos utilizou-se os mesmos procedimentos de desinfestação e formulação do meio com exceção da adição de sacarose que foi 20 g.L⁻¹ a qual foi definida no experimento 1. No experimento 2, utilizou-se cinco tipos de meios: MS, MS1/2, B5, White e WPM com delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos e cinco parcelas contendo 10 tubos de ensaios. No experimento 3, avaliou-se a posição de semeio das sementes no meio de cultivo contendo quatro tratamentos (T1: imersão total da semente no meio de cultivo, T2: hilo para cima, T3: hilo para baixo, T4: semente sobre o meio de cultivo). Para a realização do experimento 4 extraiu-se gemas apicais e axilares de plântulas cultivadas *in vitro* com diferentes doses de benzilaminopurina, (BAP): 0; 0,5; 1,0 e 2,0 mg.L⁻¹ e doses de ácido naftaleno acético (ANA): 0; 0,25; 0,50 e 0,75 mg.L⁻¹). O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 com 4 parcelas contendo 5 explantes. Pelos resultados encontrados foi possível afirmar que a remoção do endocarpo e a concentração de 20g.L⁻¹ elevam a germinação e o vigor das plântulas de baraúna *in vitro*. O meio de cultivo recomendado para a germinação *in vitro* da baraúna é o B5. A posição de semeio das sementes influencia na germinação sendo o semeio sobre o meio de cultivo é o mais recomendado para essa espécie. A fase de multiplicação e regeneração *in vitro* são afetadas pela liberação de compostos fenólicos dos explantes.

Palavras-Chave: Sacarose, germinação *in vitro*, oxidação

ABSTRACT- The study of micropropagation of endangered species such as the baraúna is of fundamental importance for the development of standard protocols in order to conserve genetic resources of the species . Thus , the aim of this study was to develop a micropropagation protocol for baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler) using pre-germination treatments and different levels of sucrose , different culture media , seeding position and multiplication of explants . The experiments were conducted at the Laboratory of Biotechnology (Biomass), Federal University of Paraíba, Areia -PB . The seeds were from arrays of trees rural municipality of Boa Vista -PB . The disinfection procedures followed washing the seed in running water for 10 minutes immersion in 70% alcohol for one minute and soaking in sodium hypochlorite 2.5 % for 10 minutes, with subsequent rinsing in distilled , deionized water and autoclaved . In experiment 1 were pre -germination treatments (control , total removal of the endocarp , scarification with sandpaper and cutting with the help of pliers) and adding different doses of sucrose (0 , 10 , 20 , 30 and 40 g.L⁻¹) in culture medium , which was adjusted to pH 5.7 ± 0.1 and solidified with 2.8 g.L⁻¹ phytagel . The culture procedures were performed in a laminar flow with subsequent transfer to a growth chamber with reviews after 30 days of cultivation chamber. The statistical design was a completely randomized factorial (4 x 5) totaling 20 treatments with 12 replications, and the qualitative data submitted to the Tukey test at 5% probability and the quantitative analysis of regression data. For the realization of other experiments we used the same procedures for disinfection and medium formulation with the exception of the addition of sucrose was 20 g.L⁻¹ which was defined in experiment 1. In experiment 2 , we used five different types of media : MS , MS1/2 , B5 , and White WPM with completely randomized design with five treatments and five plots containing 10 test tubes . In Experiment 3 , we evaluated the position of sowing seeds in culture medium containing four treatments (T1: Total immersion of seed in the culture medium, T2: hilo upward T3: hilum down, T4: seed about the middle cultivation). To perform the experiment 4 extracted apical and axillary buds of seedlings cultivated in vitro with different doses of benzylaminopurine (BAP) : 0 , 0.5, 1.0 and 2.0 mg l⁻¹ and acid doses naphthalene acetic acid (NAA): 0 , 0.25, 0.50 , and 0.75 mg L⁻¹). The statistical design was a completely randomized factorial 4 x 4 with 4 parcels containing 5 explants. The results was possible to say that the removal of the endocarp and the concentration of 20g.L⁻¹ raise the germination and seedling vigor of baraúna in vitro. The medium recommended for germination in vitro baraúna is B5. The position of sowing seeds influences the germination and seeding on the culture medium is most recommended for this species. The multiplication phase and regeneration in vitro are affected by the release of phenolic compounds of explants.

Keywords: Sucrose, germination *in vitro*, oxidation

INTRODUÇÃO

A baraúna é uma espécie da família Anacardiaceae, destacando-se em áreas de caatinga com importantes propriedades medicinais, comprovadas na farmacologia. Algumas espécies de Anacardiaceae apresentam problemas de compatibilidade nos cruzamentos e baixa produtividade de frutos e sementes, a exemplo da baraúna, que segundo Almeida et al. (1998) essa baixa produção é decorrente da alta proporção entre flores estaminadas e dióicas, isso dificulta a sua propagação e conservação.

A cultura de tecidos é uma das técnicas biotecnológicas de maior êxito, visto que envolve um grupo heterogêneo de técnicas que abrange métodos de propagação e conservação de germoplasma. A manutenção de coleções *in vitro* tem sido considerada como um método alternativo à conservação de germoplasma, especialmente para espécies propagadas vegetativamente e para espécies que não podem ter suas sementes conservadas a baixa temperatura e umidade (SANTOS et al., 2011).

A micropropagação é uma técnica que consiste na manipulação e produção de novas plantas a partir de um único indivíduo e pode servir como estratégia para a conservação de espécies nativas ameaçadas de extinção, para estabelecer matrizes, para a produção de sementes sintéticas, bem como para a produção de mudas em larga escala (ROUT, 2005; ROCHA et al., 2007; GUO e LIU, 2007).

O sucesso da tecnologia depende das exigências das células e tecidos cultivados, ou seja da otimização de protocolos que permitirão a propagação em larga escala da espécie de interesse. Seu estabelecimento está diretamente relacionado à diversos fatores: genótipo estudado, a concentração endógena de hormônios e exógena dos reguladores vegetais, a condição nutricional e fitossanitária da planta matriz de onde obteve-se os explantes, o tipo de meio de cultura a ser utilizado em laboratório, dentre outros (SOUZA e SANTOS, 2012).

Na literatura existem estudos sobre desenvolvimento de protocolos de micropropagação de algumas espécies da caatinga, a exemplo de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), desenvolvido por Andrade et al. (2000), *Melocactus oreas* (SOUZA e SANTOS, 2012), *Syngonanthus mucugensis* (BRITO et al., 2011), alecrim pimenta, *Lippia sidoides* (COSTA et al., 2007), angico, *Parapiptadenia rigida* (KIELSE et al., 2009) e quixabeira, *Sideroxylon obtusifolium* (BELTRÃO et al., 2008).

Contudo, até o presente momento, não existe protocolo para a propagação *in vitro* da baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler), a referida espécie possui propriedades medicinais de interesse na farmacologia (CHAVES et al., 2011), possui importância ecológica para recuperação de áreas degradadas, além de possuir madeira de excelente qualidade e resistente a fungos xilófagos (PAES et al., 2009). Com relação a germinação da baraúna, essa apresenta características anatômicas e morfológicas referentes a adesão do endocarpo à semente que dificulta o processo de germinação (CARVALHO, 2008) além de possuir uma grande quantidade de sementes infestadas por insetos e sementes chochas.

As condições ambientais apropriadas para o processo da germinação podem ser fornecidas em laboratórios, por meio da germinação *in vitro* tendo em vista que os processos permitem uma maior germinação em comparação com os viveiros (GOMES, 2003), pois as condições da sala de crescimento são mais adequadas aos processos de germinação e desenvolvimento inicial da plântula (NOLETO e SILVEIRA, 2004).

Então, ao se realizar a germinação de sementes *in vitro*, um dos fatores essenciais para o desenvolvimento das plântulas é a utilização de uma fonte de carboidrato, devido à baixa capacidade fotossintética das plantas cultivadas *in vitro*, essas requerem a adição de carboidratos para suprir suas necessidades metabólicas, quer participando na geração de energia ou como fonte de esqueletos carbônicos para vários processos biossintéticos implicados na diferenciação e crescimento celular (LEIFERT et al., 1995). Segundo Souza (2003), dependendo da espécie, não há necessidade de suplementação de sacarose no meio de cultivo, no entanto, Nogueira et al., 2004 informam que a adição de sacarose favoreça a permanência da plântula *in vitro* por um período de tempo maior, devido a plântula necessitar de carboidratos para o seu desenvolvimento.

Os níveis de sacarose no cultivo *in vitro* influenciam vários processos metabólicos nas culturas, apresentando efeito sobre o crescimento e diferenciação dos tecidos (SKREBSKY et al., 2004). Os referidos autores, informaram ainda, que o maior crescimento de plantas de *P. glomerata*, foi proporcionado pelas concentrações de 45g.L⁻¹ e 60g.L⁻¹ de sacarose no meio de cultivo.

Na micropropagação de diversas espécies o meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) tem sido utilizado com sucesso, porém em espécies lenhosas diversos pesquisadores obtiveram resultados mais satisfatórios com a utilização do meio WPM

(LLOYD e MCCOWN, 1981). O meio WPM apresenta 25% das concentrações de íons nitrato e amônia do meio MS, além de mais potássio e um alto nível de íons sulfato, tendo sido amplamente utilizado para a micropropagação de espécies lenhosas (PASQUAL, 2001).

O meio de White foi um dos primeiros meios de cultivo desenvolvido, apresenta formulação com baixa concentração em sais, principalmente nitrogênio e fósforo, não possui cobalto nem mio-inositol, no entanto, tem o sulfato de magnésio ($MgSO_4$) em maior concentração, chegando a 3 vezes superior a concentração encontrada nos meios B5, MS e WPM. O meio de White também possui em sua composição o cloreto de potássio (KCl), o qual não é encontrado na formulação dos demais meios de cultivo (GEORGE, 1993).

Para o desenvolvimento de algumas espécies de solanaceae o meio B5 é requerido como afirma Jacob e Malpathak (2005), que verificaram o aumento de metabólitos secundários em *Solanum khasianum* Clarke *in vitro*. O meio B5 apresenta menor concentrações de sais (GAMBORG, 1968) e na formulação das vitaminas tem maior concentração de tiamina e ácido nicotínico e não há a presença de glicina (GEORGE, 1993). Segundo Linsmaier e Skoog (1965), a presença de tiamina em maior concentração e ausência de glicina pode ser favorável ao desenvolvimento de determinadas espécies, ou seja, dependendo da espécie pode haver efeito inverso ou não, só através de análises com diferentes meios é que se pode ter a resposta adequada para cada espécie.

Com o desaparecimento de espécies vegetais de relevante importância socioeconômica pela ação do homem, exige-se com urgência, o estabelecimento de tecnologias voltadas para a conservação de genes para as futuras gerações (MEDEIROS, 2000). Assim, o estudo da micropropagação de espécies em risco de extinção, como é o caso da baraúna, é de fundamental importância para o desenvolvimento de protocolos padrões e também no sentido de conservação dos recursos genéticos dessa espécie.

Diante do exposto, o objetivo no presente estudo foi desenvolver um protocolo de micropropagação para a baraúna (*Schinopsis brasiliensis*) usando tratamentos pré-germinativos e diferentes doses de sacarose, diferentes meios de cultivo, posição de semeio e multiplicação de explantes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material vegetal e assepsia

Os frutos de *S. brasiliensis* foram coletados de árvores matrizes localizadas na zona rural do município de Boa vista, Paraíba, tendo em vista a maior oferta de frutos e sementes nessa área para a realização dos experimentos *in vitro*. Os frutos foram encaminhados ao Laboratório de Biotecnologia Vegetal (Biomassa) da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB) em Areia, Paraíba. Os frutos foram submetidos a uma prévia secagem ao sol por 5 horas, numa temperatura de 30°C em ambiente telado, onde os mesmos foram beneficiados manualmente para a remoção do epicarpo, mesocarpo e extração das sementes.

2.1.2 Teor de água

A determinação do teor de água dos diásporos foi realizada através do método da estufa a $105\pm 3^\circ\text{C}$ por 24 h (BRASIL, 2009), utilizando-se 4 subamostras de 10 sementes.

2.2.2 Desinfestação

As sementes foram lavadas em água corrente (10 minutos) e posteriormente desinfestadas em câmara de fluxo laminar, onde foram imersas em álcool comercial a 70% (v/v) durante um minuto e em seguida em solução de hipoclorito de sódio [NaOCl a 2,5% de cloro ativo], com duas gotas de detergente neutro, durante 10 minutos. Em seguida, foram lavadas três vezes em água destilada, deionizada e autoclavada (DDA).

2.2 EXPERIMENTO 1. Tratamentos pré-germinativos e doses de sacarose

No Experimento 1 realizou-se tratamentos pré-germinativos pelo fato dos diásporos recém colhidos apresentarem impermeabilidade do endocarpo a água (SANTOS, 2010); os tratamentos pré-germinativos encontram-se expostos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos pré-germinativos aplicados para a superação de dormência em sementes de *S. brasiliensis*.

Descrição dos tratamentos pré-germinativos
T1 - Remoção total do endocarpo
T2 - Escarificação com lixa
T3 - Desponte com alicate
T4 - Testemunha – diásporos

O tratamento referente à testemunha consistiu da utilização de diásporos contendo o endocarpo e a semente intacta contida em seu interior (Figura 1A). O tratamento de remoção do endocarpo consistiu na extração das sementes por meio de uma mini-morsa (Figura 1B).

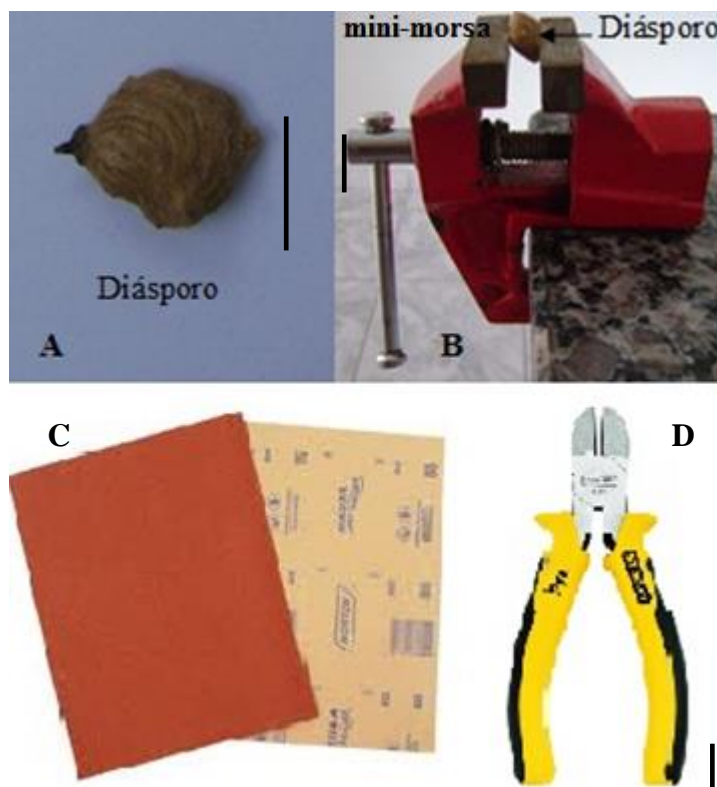


Figura 1. Diásporo intacto (A) com 1,5cm de comprimento e torno com o diásporo sobre a prensa para remoção da semente (B), lixa (C) e alicate (D), (Barra = 1cm).

O tratamento com escarificação mecânica foi realizado através da fricção dos diásporos entre lixas de nº 80 (Figura 1C) por 2 minutos, realizando-se movimentos

circulares para uma melhor uniformização da escarificação nas sementes. O desponte foi realizado com o auxílio de um alicate de corte (Figura 1D), removendo-se parte do endocarpo do lado oposto ao hilo.

Após os tratamentos de superação de dormência os diásporos foram submetidos à desinfestação com álcool à 70% por um minuto e hipoclorito de sódio (NaOCl a 2,5% de cloro ativo) contendo duas gotas de detergente neutro (Tween 20) por 10 minutos e enxaguado três vezes em água destilada, deionizada e autoclavada (DDA). Todos os procedimentos para o cultivo *in vitro* foram realizados sob condições assépticas em câmara de fluxo laminar. Os materiais utilizados foram previamente autoclavados (tais como pinças, placas de Petri, béquer e tubos de ensaios).

O meio de cultivo utilizado foi o MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) sendo suplementado com 5 doses de sacarose: (0, 10, 20, 30 e 40 g.L⁻¹) e solidificado com 2,8 g.L⁻¹ de phytigel.

O pH do meio de cultura foi aferido para 5,7±0,1 com hidróxido de sódio (NaOH) ou ácido clorídrico (HCl) a 0,1 N, antes da autoclavagem à temperatura de 121°C e pressão de 1atm por 20 minutos.

Os diásporos que foram submetidos aos métodos de superação de dormência e desinfestados, foram inoculados em tubos de ensaios de 25 x 150mm contendo 10 ml do meio e transferidos posteriormente para sala de crescimento com fotoperíodo de 16/8h de luz/escuro. Após 30 dias de cultivo, avaliou-se as seguintes variáveis: germinação, comprimento do epicótilo, comprimento do hipocótilo e comprimento da raiz.

Para a germinação computou-se o número de sementes germinadas constituindo uma plântula normal com raiz e parte aérea e os cálculos foram obtidos em porcentagem. Para a variável comprimento, fez-se a medição com régua graduada em cm computando-se os dados em cm/planta em cada tratamento. Para o comprimento do epicótilo mediu-se desde a sua inserção aos cotilédones (transformados em folhas primárias) até a inserção das folhas do ápice. Quanto ao comprimento do hipocótilo mediu-se da inserção dos cotilédones até o ponto de inserção da raiz primária. Para o comprimento de raiz foi tomada a medida entre a inserção da raiz primária até a extremidade do hipocótilo.

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (4x5), totalizando 20 tratamentos, com 12 repetições, sendo os dados qualitativos submetidos ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade e os dados

quantitativos, submetidos a análise de regressão. Os dados foram transformados antes da análise estatística. O programa estatístico empregado foi o Genes (CRUZ, 2006).

2.3 EXPERIMENTO 2. Diferentes meios de cultivo na germinação *in vitro* de sementes de *S. brasiliensis*

Para a realização do experimento 2, utilizou-se 5 meios de cultivo: B5 (GAMBORG et al.,1968), WPM (Wood Plant Medium, elaborado por LLOYD e McCOWN, 1980), MS 1/2 e MS (MURASHIGE e SKOOG,1962); e o meio de cultivo de White (1962). Todos os meios foram suplementados com 20 g.L⁻¹ de sacarose e solidificado com 2,8 g.L⁻¹ de phytigel.

O pH dos meios de cultura foram aferidos para 5,7±0,1 com hidróxido de sódio (NaOH) e ácido clorídrico (HCl) a 0,1 mol/L antes da autoclavagem que foi realizada a temperatura de 121°C e pressão de 1atm por 20 minutos.

Todos os procedimentos foram realizados sob condições assépticas em câmara de fluxo laminar, sendo todos os materiais utilizados, tais como pinças, tubos de ensaio e béquer previamente esterelizados.

2.3.1 Estabelecimento *in vitro*

Para a obtenção de plantas assépticas, as sementes foram desinfestadas conforme descrito no item 2.2.

Após a desinfestação em câmara de fluxo laminar, as sementes foram inoculadas em tubos de ensaio (25 x 150 mm) contendo 15 mL de cada meio de cultivo. Os tubos foram vedados com filme de Poli Cloreto de Vinila (PVC) e mantidos em sala de crescimento com temperatura de 25±2°C, fotoperíodo de 16 horas, umidade relativa de 50-70%.

Após 30 dias de cultivo as variáveis analisadas foram: germinação, índice de velocidade de germinação, porcentagem de plântulas mortas, porcentagem de plântulas anormais, comprimento da parte aérea e comprimento da raiz. Computou-se o número de sementes germinadas constituindo uma plântula normal com raiz e parte aérea e os cálculos foram obtidos em porcentagem. Para a variável comprimento, fez-se a medição com régua graduada em cm computando-se os dados em cm/planta em cada tratamento. Para o comprimento do epicótilo mediu-se desde a sua inserção aos cotilédones (transformados em folhas primárias) até a inserção das folhas do ápice. Quanto ao

comprimento do hipocótilo mediu-se da inserção dos cotilédones até o ponto de inserção da raiz primária. Para o comprimento de raiz foi tomada a medida entre a inserção da raiz primária até a extremidade do hipocótilo.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos (diferentes meios de cultivo) com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por 10 tubos de ensaios.

2.4 EXPERIMENTO 3. Influência da posição de semeio das sementes no meio de cultivo

O experimento 3 foi realizado logo após a tabulação dos dados e análise estatística dos experimentos 1 e 2. Dessa forma, o meio de cultivo utilizado foi o meio B5, no qual ocorreu maior porcentagem de germinação *in vitro* de baráúna conforme resultados do Experimento 1 e 2.

As sementes foram submetidas a desinfestação em câmara de fluxo laminar e todos os procedimentos realizados de forma asséptica com os materiais esterilizados como descrito para o Experimento 1 e 2 respectivamente. Dessa forma, o meio de cultivo foi suplementado com 20 gL^{-1} de sacarose e com $2,8 \text{ gL}^{-1}$ de phytigel. O pH do meio de cultura foi aferido para $5,7 \pm 0,1$ com hidróxido de sódio (NaOH) ou ácido clorídrico (HCl) a $0,1 \text{ mol/L}$ antes da autoclavagem que foi realizada a temperatura de 121°C e pressão de 1 atm por 20 minutos.

As sementes foram submetidas a quatro tratamentos constando de T1 (sementes mergulhadas totalmente no meio de cultivo), T2 (sementes semeadas com hilo para cima), T3 (sementes semeadas com o hilo para baixo) e T4 (sementes semeadas deitadas sobre o meio de cultivo).

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado (DIC), totalizando quatro tratamentos com quatro repetições, sendo cada parcela composta por cinco tubos de ensaio.

Após 30 dias de cultivo, avaliou-se as seguintes variáveis: a porcentagem de germinação das sementes em cada posição no meio de cultivo, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e o número de folhas por plântula (NF).

2.5 Experimento 4. Multiplicação de brotações

A indução de brotações *in vitro* foi promovida pela utilização de explantes extraídos de plântulas dos experimentos anteriores, as quais foram cultivadas de forma asséptica. Utilizou-se dois tipos de explantes: ápices caulinares do epicótilo (gemmas apicais) e ápices da base do epicótilo (gemmas axilares) Figura 2. Os explantes foram retirados de forma asséptica em câmaras de fluxo laminar com auxílio de placas de petri, bisturís e pinças devidamente esterilizados. Tais explantes possuem tecidos jovens e com mais atividade metabólica, sendo competentes para estimular a morfogênese (PINTO et al., 1994; GRATAPLAGIA E MACHADO, 1998).



Figura 2. Parte aérea de plântula de baraúna (*S. brasiliensis*) cultivada *in vitro* (A) e explantes excisados axilar e apical (B), (Barra = 1cm).

Para remover as impurezas e diminuir a oxidação foi utilizada a lavagem dos explantes em solução de ácido cítrico (100 mg.L^{-1}) com posterior lavagem em água destilada, deionizada e autoclavada. O meio de cultivo utilizado foi o B5 suplementado com 20 g.L^{-1} de sacarose e $2,8 \text{ g}$ de phytigel, quatro doses de BAP (benzilaminopurina): $0; 0,5; 1,0$ e $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e quatro doses de ANA (ácido naftaleno acético): $0; 0,25; 0,50$ e $0,75 \text{ mg.L}^{-1}$. O experimento foi repetido três vezes tendo em vista a morte dos explantes pela liberação de compostos fenólicos. Na segunda tentativa de brotamento dos explantes utilizou-se carvão ativado no meio de cultivo (2 g.L^{-1}) e na terceira tentativa utilizou-se tubos de ensaios contendo furos nas tampas recoberto com papel filtro.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4×4 (doses de BAP e doses de ANA) com quatro parcelas contendo cinco explantes cada. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 EXPERIMENTO 1. Tratamentos pré-germinativos e doses de sacarose

As sementes de baraúna no início dos experimentos apresentavam 11,2% de teor de água. A partir do beneficiamento e extração das sementes verificou-se que 45% das sementes apresentavam em seu interior larvas de insetos broqueadores, tais insetos depositaram seus ovos durante a formação dos frutos. No momento da coleta dos frutos as larvas dos insetos estavam se desenvolvendo no interior do endocarpo consumindo a semente como identificado na Figura 3.



Figura 3. Larvas de inseto broqueador do gênero Bruchidae em sementes de *S. brasiliensis*, (Barra = 4 mm).

A associação dos insetos com espécies vegetais é de extrema importância, principalmente quando consideramos a danificação das sementes, pois a interação desses insetos com as plantas, afeta a germinação e a qualidade das sementes, sendo os insetos pertencentes a família Bruchidae os principais broqueadores de sementes (CARVALHO e FIGUEIRA, 1999).

A germinação *in vitro* iniciou-se a partir do quinto dia após a instalação do experimento, para as sementes que tiveram o endocarpo removido; e a partir do 9º dia, para as sementes submetidas aos demais tratamentos. Pelos resultados do resumo da análise de variância (Tabela 2) verificou-se que os métodos de superação de dormência exerceram influência significativa para todas as variáveis analisadas: germinação, comprimento do epicótilo, comprimento do epicótilo e comprimento de raiz. Já as dosagens de sacarose tiveram efeito significativo apenas para a germinação, não havendo efeito significativo para a variável comprimento.

Tabela 2. Resumo da análise de variância das variáveis: germinação, comprimento do hipocótilo, epicótilo e raiz.

Quadrados médios					
FV	GL	Germinação	Comprimento do Hipocótilo	Comprimento do Epicótilo	Comprimento de raiz
¹ MSD	3	425,72**	11,34 **	1,99 **	12,39 **
¹ DS	4	47,40 **	0,75 ns	0,53 ns	0,77 ns
MSD x DS	12	22,65 ns	0,72 ns	0,72 ns	0,69 ns
Resíduo	220	6,07	0,19	0,48	0,32
Total	239				
Média Geral		2,36	0,92	0,78	0,93
CV (%)		104,35	47,60	28,2	60,83

¹MSD: Métodos de superação de dormência, DS: doses de sacarose

** Significativo à 1% de probabilidade; * Significativo à 5% de probabilidade e ns não significativo.

A remoção do endocarpo foi o tratamento pré-germinativo que resultou na maior porcentagem de germinação *in vitro* referente à 62,6%, no entanto, as sementes que não foram submetidas a nenhum tratamento pré-germinativo (controle) obtiveram 6,6% de germinação (Tabela 3), esses dados em parte concordam com os resultados encontrados por Oliveira-Prado e Oliveira (2008), os quais afirmam que a melhor maneira de se obter uma germinação mais regular, rápida e completa das sementes de *S. brasiliensis*, é removendo-se o epicarpo e mesocarpo. Além disso, esses autores sugerem realizar a semeadura após 25 a 30 dias de armazenamento (pré-secagem) em areia úmida obtendo 63% e apenas 4% sem tratamento prévio.

Tabela 3. Germinação *in vitro* de sementes, comprimento do hipocótilo, epicótilo e raiz de plântulas de *S. brasiliensis* submetidas à diferentes tratamentos pré-germinativos.

Tratamentos	Germinação (%)	Compr.hipo	Compr.epi	Compr.raiz
T1(Remoção do endocarpo)	62,57 a	2,52 a	1,7 a	2,55 a
T2 (Escarificação com lixa)	11,66 b	1,70 b	1,1 b	1,05 b
T3 (Desponte)	8,56 c	1,53 c	1,02 b	1,02 b
T4 (Testemunha)	6,6 d	1,05 d	0,8 b	0,56 c

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
*Compr.hipo: Comprimento do hipocótilo, Compr.epi: Comprimento do epicótilo, Compr.raiz: Comprimento da raiz.

A ruptura do endocarpo que é muito aderido a semente, como também a ruptura do tegumento, em sementes que apresentam dormência por impermeabilidade à água, é essencial para propiciar uma germinação mais rápida e uniforme. Segundo Jeller e Perez (1999), a ruptura do tegumento pelos métodos de escarificação, além de aumentar a permeabilidade à água, pode induzir a um aumento da sensibilidade à luz e temperatura, da permeabilidade aos gases, da remoção de inibidores e promotores de germinação e da possibilidade de injúrias aos tecidos.

A impermeabilidade do endocarpo e tegumento das sementes à água é uma adaptação evolutiva da espécie que permite o prolongamento do tempo de vida das sementes, bem como a sobrevivência da espécie em condições naturais, uma vez que distribui a germinação ao longo do tempo ou permite que a germinação ocorra somente quando as condições forem favoráveis à sobrevivência das plântulas (GUEDES et al., 2011). Por outro lado, a dormência é prejudicial às atividades de viveiro, onde se deseja que grandes quantidades de sementes germinem em curto espaço de tempo, permitindo a produção de mudas uniformes (MEDEIROS FILHO et al., 2002). Dessa forma, o conhecimento das causas da dormência e da utilização de métodos para elevar a germinação são essenciais para se estabelecer o melhor tratamento pré-germinativo que permita maior porcentagem de germinação e de plântulas normais para a espécie *S. brasiliensis*.

A remoção total do endocarpo (T1) foi o tratamento que elevou a porcentagem de germinação de sementes e vigor das plântulas *in vitro*, destacando-se dos demais tratamentos, porém as desvantagens desse método são os danos ocasionados nas sementes durante a remoção do endocarpo, por este ser muito aderido à semente. Dessa maneira, perde-se algumas sementes na hora da remoção, pois ao serem pressionadas pela morsa, se rupturam, danificando totalmente o eixo embrionário.

No presente trabalho foi verificado a proporção de sementes que se danificaram ao liberar o endocarpo através do torno; verificou-se que cerca de 50% ficam totalmente danificadas e com estruturas aderidas ainda ao endocarpo. Outras sementes continuam vigorosas e liberam o endocarpo sem ocorrer danos numa média de 30% e outras ficaram pouco danificadas internamente (20%) e foram cultivadas, mas os danos interferiram no desenvolvimento e vigor das plântulas posteriormente, originando plântulas anormais, recurvadas e com desenvolvimento lento (Figura 4).



Figura 4. Plântulas anormais provenientes de sementes com danificações submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e doses de sacarose no meio de cultivo, (Barra = 1,0 cm).

A escarificação das sementes com lixa (T2) obtiveram apenas 11,7% e baixo índice de vigor das plântulas em relação ao tratamento de remoção do endocarpo, no qual obteve-se maiores comprimentos de hipocótilo (2,52cm), epicótilo (1,7cm) e raiz (2,55cm) Tabela 3. O despolimento (T3) das sementes promoveu baixa porcentagem de germinação, mas em relação ao comprimento de epicótilo e raiz foi igual aos resultados do tratamento das sementes com escarificação em lixa, tais resultados estão de acordo com as afirmativas de Oliveira-Prado e Oliveira (2008), os quais afirmam que a escarificação com lixa não foi satisfatória para a germinação e vigor de *S. brasiliensis*. No entanto, esse pré-tratamento com a escarificação mecânica do lado oposto ao da emissão da radícula foi eficiente para superar a dormência das seguintes espécies:

Peltophorum dubium (Spreng.) Taub., *Trifolium riograndense* Burkart, *Desmanthus depressus* Humb. e *Adenantha pavonina* L. (PIROLI et al., 2005, SUÑÉ e FRANKE, 2006, RODRIGUES et al., 2009; respectivamente).

Com relação a influência das doses de sacarose na germinação *in vitro* observou-se que a dose de sacarose de 20 g.L⁻¹, proporcionou a maior porcentagem de germinação 43,2% e à medida que as doses de sacarose adicionadas ao meio de cultivo aumentaram para 30 e 40 g.L⁻¹, a germinação diminuiu atingindo 33,3 e 7,6%, respectivamente (Figura 5).

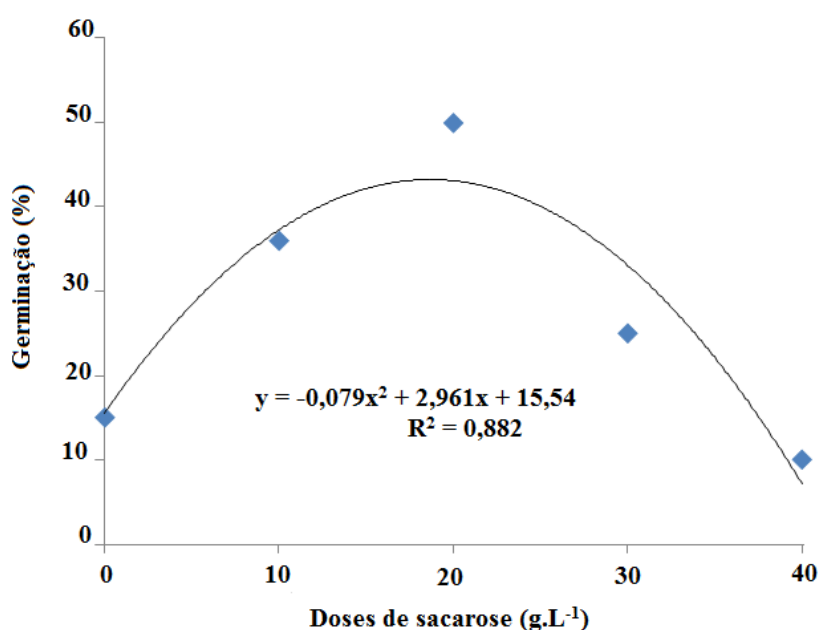


Figura 5. Germinação de sementes de *S. brasiliensis* submetidas a diferentes doses de sacarose *in vitro*.

Na ausência de sacarose ocorreu germinação *in vitro* demonstrando que a sacarose é mais requerida para o desenvolvimento e crescimento das plântulas e menos requerida na germinação das sementes dessa espécie. Pelo fato da sacarose ser um agente osmótico, reduz o potencial hídrico do meio de cultura e conseqüentemente, inibe a absorção de água e nutrientes pelos explantes (CALDAS, et al., 1998; LÉDO et al., 2007 e BRITO et al., 2011).

Em algumas espécies nativas a sacarose não é requerida para a germinação *in vitro*, a exemplo do murici-pequeno (*Byrsonima intermedia* A. Juss.) como constatado por Nogueira et al. (2004), os quais observaram que independentemente do meio de

cultivo utilizado MS e WPM a germinação do murici é mais elevada na ausência de sacarose.

O comprimento do hipocótilo variou de 0,5 a 1,8 cm; já o comprimento do epicótilo variou de 0,25 a 0,58 cm e o comprimento de raiz variou de 0,291 a 1,92 cm, verificou-se que a dose de 20 g.L⁻¹ proporcionou um acréscimo na produção da biomassa e os menores valores de biomassa foram identificados na ausência de sacarose e na dose de 40 g.L⁻¹ (Figura 6). A variação da dosagem de sacarose *in vitro* influencia diretamente a produção de biomassa, tanto na parte aérea como no sistema radicular, segundo Calvete et al. (2002).

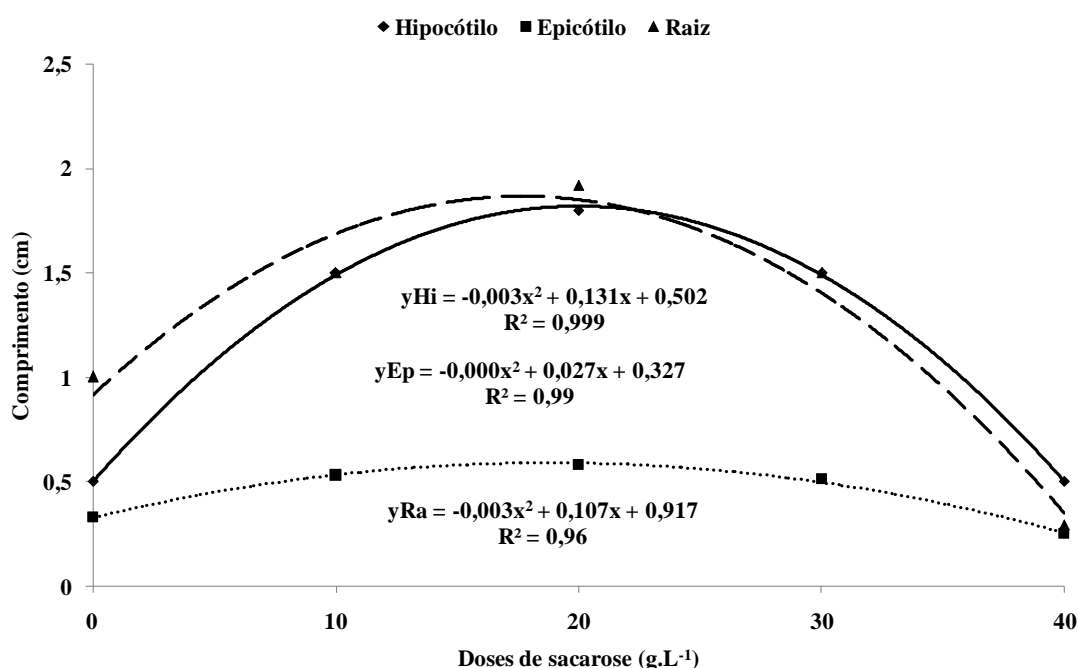


Figura 6. Comprimento do hipocótilo, epicótilo e raiz de plântulas de *S. brasiliensis* submetidas a diferentes doses de sacarose *in vitro*.

3.2 EXPERIMENTO 2. Diferentes meios de cultivo na germinação *in vitro* de sementes de *S. brasiliensis*

A germinação das sementes de baraúna, submetidas a diferentes meios de cultivo, teve início com a emissão da radícula a partir do quarto dia após a instalação dos experimentos para as sementes que foram cultivadas no meio B5; e, a partir do 12º dias para as sementes que foram cultivadas nos demais meios de cultivo.

Pelos resultados do resumo da análise de variância é possível observar que as variáveis: germinação e índice de velocidade de germinação, obtiveram efeito significativo, ocorreram diferenças significativas a 1% de probabilidade. Para a variável plântula anormal não houve efeito significativo, quanto a presença de plântula anormal, comprimento da parte aérea (Comp.PA) e comprimento da raiz (Comp.Raiz) foram variáveis estatisticamente significativas (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância da germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas anormais (P.A), plântulas mortas (P.M), comprimento da parte aérea (C.PA), comprimento da raiz (C.R).

FV	GL	Quadrado médio					
		*G	IVG	P.A	P.M	C.PA	C.R
Meios	4	2864**	0,02**	266 ns	122,85**	18,05**	5,56**
Resíduo	20	302	0,002	136	42,67	8,23	0,90

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade e ns: não significativo. *G = Germinação; IVG = Índice de velocidade de germinação; P.A = Plântulas anormais; P.M = Plântulas mortas; C.PA = Comprimento de parte aérea; C.R = Comprimento de raiz.

Os resultados do protocolo de germinação de *baraúna in vitro* com a utilização de diferentes meios de cultivo expostos na Tabela 5 demonstraram uma elevada taxa de germinação *in vitro* de 62% para as sementes que foram cultivadas em meio B5 diferenciando-se estatisticamente dos resultados de germinação obtidos nos demais meios de cultivo, onde as sementes permaneceram intactas.

Tabela 5. Influência dos meios de cultivo na germinação, plântulas mortas (PM), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e no índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas de baraúna (*S. brasiliensis*).

Meios de cultivo	Germinação (%)	PM (%)	CPA (cm.plântula)	CR (cm.plântula)	IVG
B5	62 a	0 b	4,84 a	2,78 a	0,168 a
WPM	10 b	2 b	0,3 b	0,4 b	0,007 b
MS1/2	14 b	11,63 a	0,5 b	0,6 b	0,007 b
MS	6 b	0 b	0,4 b	0,2 b	0,005 b
White	6 b	6 b	1,46 b	0,6 b	0,007 b

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

Para essa diferenciação da germinação deve-se levar em consideração as características da espécie e a composição do meio B5. Nesse sentido tendo em vista que a baraúna é uma espécie da caatinga que floresce ainda em épocas de estiagem e que é uma das espécies de maior grau de resistência à seca e não necessita de solo fértil para se desenvolver como relatado por Maia (2004), pode-se inferir que o comportamento dessa espécie *in vitro* seja diferente de acordo com o meio utilizado. Como o meio B5 apresenta menor concentração de sais que o MS, WPM e White (GAMBORG et al., 1968) e a baraúna não é exigente em campo quanto a fertilidade, pode-se inferir de acordo com os resultados que essa espécie tende a se desenvolver melhor em meios mais pobres em nutrientes como é o caso do meio B5 e em meios que contenham maior quantidade de nutrientes pode ocorrer efeito inibitório de germinação. Adicionalmente, Pasqual (2001) informa que as exigências nutricionais para o crescimento *in vitro* variam com a espécie e mesmo com o tipo de explante que requer meios de cultura distintos, por essa razão é recomendável testar diferentes meios de cultivo para verificar a capacidade morfogenética das espécies. Jacob e Malpathak (2005) fazem referência ao uso do meio MS e B5 enfocando que o meio MS se destacou no crescimento de *Solanum Khasianum* Clarke (Solanaceae) e o meio B5 foi essencial para o aumento de metabólitos secundários como a solasodina que é um composto esteroideal de importância farmacológica e medicinal.

Linsmaier e Skoog (1965) verificaram com relação às vitaminas dos meios de cultivo que a tiamina tinha um efeito estimulador para o crescimento, por essa razão recomendaram o aumento da tiamina e eliminação da piridoxina, ácido nicotínico e glicina que poderiam ter efeito inverso dependendo da espécie em estudo. Evidencia-se que na composição das vitaminas do meio B5 não há a presença da glicina, mas a presença da tiamina é mais elevada em comparação aos demais meios estudados, provavelmente essa relação da formulação das vitaminas do meio B5 associado a menor concentração de sais foi o fator estimulador da maior porcentagem de germinação de sementes baráúna.

Diante das observações realizadas ao longo do experimento verificou-se que nos demais meios de cultivo as sementes permaneciam sem germinar, chegavam a entumecer, mas não emitiam radícula nem parte aérea; então, após 30 dias foram removidas e colocadas para germinar em meio B5, no entanto, nenhuma chegou a germinar demonstrando perda de vigor ao longo do experimento. A porcentagem de plântulas mortas foi baixa, sendo a maior proporção identificadas no meio MS $\frac{1}{2}$ de 11,63% (Tabela 5).

Quanto as variáveis relacionadas ao vigor das plântulas: comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e índice de velocidade de germinação (IVG) observou-se que para todas as plântulas originadas no meio B5 apresentaram maior vigor do que as plântulas oriundas nos demais meios de cultivo.

Durante a realização dos experimentos 1 e 2 verificou-se que as plântulas de baráúna mantiveram crescimento lento e quando atingiam em média 5cm de altura paralisavam o desenvolvimento e o meio de cultivo tornava-se amarelado, então, por essa razão, a cada 21 dias o meio era renovado.

3.3 Influência da posição de semeio no meio de cultivo

A posição de semeio das sementes no meio de cultivo teve influência significativa na germinação e no vigor das plântulas *in vitro*, com exceção das plântulas anormais, para as quais não houve efeito significativo, como constatado pelos resultados obtidos da análise de variância representados pelos quadrados médios das variáveis analisadas na Tabela 6.

Tabela 6. Resumo da análise de variância da porcentagem de germinação, plântulas anormais (PA) índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) e número de folhas por plântula (NF).

Quadrado médio				
Fonte de Variação	GL	Germinação	PA	IVG
Tratamentos	3	1888,85**	91,66 ns	0,58**
Resíduo	12	138,88	175,0	0,03

Quadrado médio				
Fonte de Variação	GL	CPA	CR	NF
Tratamentos	3	6,52**	1,76*	3,96*
Resíduo	12	0,88	0,41	0,87

** Significativo à 1% de probabilidade; * Significativo à 5% de probabilidade e ns não significativo.

A posição de semeio das sementes no meio de cultivo influenciou os resultados de germinação e vigor das plântulas *in vitro* (Tabela 7). A imersão total das sementes no meio de cultivo (T1) juntamente com a semeadura sobre o meio de cultivo (T4) proporcionou a maior porcentagem de germinação das sementes pelo fato de haver um direcionamento da raiz no meio de cultivo, já para as posições hilo para cima (T2) e hilo para baixo (T3), as plântulas originadas se tornavam tortuosas ao se desenvolver havendo um direcionamento mais irregular da raiz e parte aérea. A posição da semente no substrato pode reduzir a germinação ou afetar negativamente o desenvolvimento inicial da plântula, como constatado por Nascimento et al., 2002. Pode também favorecer positivamente a germinação como constatado por Guedes et al., 2010 em sementes de cumarú *Amburana cearenses* (Allemão A.C.S.) e em sementes de mulungu, *Erythrina velutina* Willd. (CARDOSO et al., 2008).

Tabela 7. Germinação, Índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de radícula (CR) e número de folhas por plântulas (NF).

Tratamentos	Germinação (%)	IVG	CPA	CR	NF
T1 (Imersas no meio)	53,33 a	0,37 b	2,62 b	2,15 a	2,91 a
T2 (hilo para cima)	25 b	0,19 b	1,81 b	0,82 ab	1,37 b
T3 (hilo para baixo)	15 b	0,21 b	1,69 b	0,75 b	1,30 b
T4 (sobre o meio)	60 a	1,0 a	4,46 a	1,58 ab	3,25 a

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

A semeadura com o hilo voltado para cima torna a semente uma barreira para a germinação das plântulas, pois o epicótilo precisa contorná-la para emergir, aumentando o tempo médio de emergência exigido, especialmente, em camadas profundas de substrato (GUEDES et al., 2010).

3.4 EXPERIMENTO 4. Multiplicação de brotações

Os experimentos de multiplicação de brotações foram repetidos três vezes pelo fato dos explantes terem declínio de vigor. No primeiro ensaio, após 10 dias de cultivo, os explantes apresentavam-se menos vigorosos (Figura 7A) e com pontuações escuras provocando oxidação nos locais de abscisão (Figura 7B), a partir desse período foi se prolongando a oxidação com subsequente morte dos explantes após 21 dias de cultivo (Figura 7C). No segundo experimento, além dos aspectos acima mencionados, o meio de cultivo começou a ficar amarelado após 15 dias da instalação, então os explantes foram removidos para meios contendo carvão ativado, tendo em vista que o carvão ativado adicionado ao meio de cultura adsorve substâncias tóxicas liberadas pelos explantes ou impurezas de outros componentes (GRATTAPLAGIA e MACHADO, 1998). Entretanto, mesmo com a presença de carvão ativado os explantes oxidaram, liberando compostos amarelados no meio de cultivo. Na terceira tentativa de brotamento com novos explantes, utilizou-se tubos de ensaio com tampas perfuradas e recobertas com filtro no intuito de haver a saída de gases, a exemplo do etileno, no meio de cultivo.

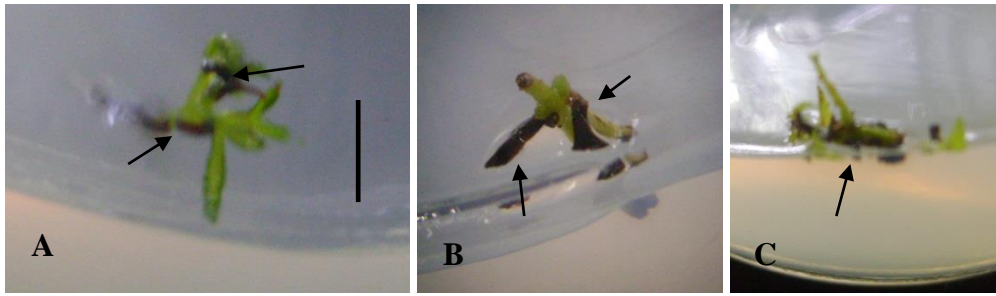


Figura 7. Explantes com indícios de oxidação, escurecimentos no ápice e na base, (Barra = 1cm).

A medida que se realizaram os experimentos, ocorreu declínio de vigor, no qual as brotações tornaram-se amareladas e escurecidas mesmo no meio contendo carvão ativado, não sendo possível eliminar os compostos liberados pelas brotações em desenvolvimento *in vitro*. Esse declínio de vigor deve-se provavelmente a liberação de compostos oxidativos liberados pelas brotações. De acordo com Santos et al. (2001) esse tipo de escurecimento é consequência da liberação de fenóis dos ferimentos ocasionados no processo de extração dos explantes. A regeneração *in vitro* de *Semecarpus anacardium* L., representante da família Anacardiaceae também demonstrou a liberação de substâncias oxidativas interferindo no desenvolvimento das brotações. Marinho et al. (2011) também não conseguiram sucesso na regeneração *in vitro* da espécie *Lippia gracilis* Schauer, espécie nativa do Nordeste Brasileiro, a qual foi submetida a dosagens de antibióticos, ácido cítrico, ácido ascórbico e carvão ativado sem resultados satisfatórios.

As brotações isoladas e sub-cultivadas não sobreviveram, possivelmente quando foram excisadas foram estimuladas a produzir exudações que favoreceu a total oxidação e escurecimento do meio de cultivo; provavelmente liberaram compostos fenólicos no meio de cultivo, pois Correia et al., (2006), informaram que as espécies da família Anacardiaceae apresentam em grandes quantidades compostos fenólicos ou compostos mistos principalmente em folhas jovens em processo de formação. Cardoso et al. (2005) identificaram através de cromatografias sucessiva em extratos do caule de *Schinopsis brasiliensis* compostos de n-alkil e n-alkenil fenóis metoxilados em excesso.

Estudos demonstraram ainda que as cascas do caule e as folhas de baraúna possuem em elevada quantidade uma diversidade de compostos de interesses farmacológicos, dentre eles se destacam compostos antioxidantes e compostos fenólicos

(CHAVES et al., 2011). Os referidos autores relatam ainda que os compostos identificados são encontrados em quantidades diferentes nas plantas da mesma espécie e que a maioria das plantas avaliadas apresentaram elevadas taxas de flavonoides e taninos.

Ahmad et al. (2013) informaram que os compostos fenólicos ou metabólitos secundários são produzidos nas plantas devido a estresses bióticos e abióticos. Essa afirmativa contribui para entender o comportamento das plantas de baraúna, pois as mesmas são adaptadas as condições de estresse hídrico e a mudanças climáticas no decorrer dos anos e isso provavelmente contribui para o desenvolvimento dos compostos mistos em cascas e folhas jovens de baraúna, em proporções variadas, afetando conseqüentemente, o seu desenvolvimento *in vitro*.

A exudação de compostos oxidativos pode ser minimizada pela utilização de antioxidantes como o ácido cítrico. Entretanto, esse efeito do antioxidante e o efeito deletério da oxidação de fenol no cultivo *in vitro* nem sempre é eficiente para espécies arbóreas tropicais (ROUT et al., 2000). Baseando-se nas literaturas citadas pode-se afirmar que a oxidação de compostos fenólicos afetou de forma deletéria o desenvolvimento das brotações de baraúna *in vitro*.

4. CONCLUSÃO

A remoção do endocarpo é o tratamento pré-germinativo recomendado para elevar a germinação e o vigor *in vitro* das plântulas de *S.brasiliensis*.

A concentração de 20 g.L⁻¹ de sacarose proporciona maior porcentagem de germinação e vigor das plântulas *in vitro*. Em concentrações acima de 20 g.L⁻¹ a germinação e o vigor diminuem.

O meio de cultivo recomendado para a germinação *in vitro* das sementes de baraúna é o meio B5.

A posição de semeio das sementes influencia na germinação, sendo o semeio sobre o meio de cultivo o mais recomendado para essa espécie.

A fase de multiplicação e regeneração *in vitro* são afetadas possivelmente pela liberação de compostos fenólicos dos explantes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciados na pesquisa permitiram esclarecer algumas peculiaridades referentes a propagação, fenologia e micropropagação de sementes de baraúna, contribuindo para a conservação da espécie e manutenção sustentável do ecossistema.

Os trabalhos referenciados na literatura enfocam a dormência tegumentar imposta pelo endocarpo como sendo o único problema de propagação da baraúna. Entretanto, além da dormência outros fatores como a infestação dos diásporos no período de frutificação e a quantidade de sementes chochas também condicionam a desuniformidade de germinação das sementes de baraúna. Em trabalhos realizados com a propagação de baraúna não foram relatados métodos para remoção do endocarpo nem aspectos relacionados à infestação e quantidade de sementes chochas. Dessa forma, a presente pesquisa teve importância para o estudo da propagação da baraúna, interpretação dos eventos fenológicos, qualidade fisiológica dos diásporos e aspectos relacionados ao estabelecimento de ensaios de micropropagação.

A partir dessa pesquisa, propõe-se como proposta para trabalhos subsequentes, estudos fenológicos com períodos de tempo superior ao estabelecido nesse trabalho, verificação de métodos complementares para remoção do endocarpo de forma a não danificar o embrião e estudo da embriogênese somática com embriões imaturos correlacionando com a maturação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; Ribeiro, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. EMBRAPA-CPAC, 1998.464p.il.

AHMAD, I.; HUSSAIN, T.; ASHRAF, I.; MARYAM, M. N.; RAFAY, M.; IQBAL, M. Lethal effects of secondary metabolites on plant tissue culture. **Journal Agriculture & Environment Science**, Euroasian, v.13, n.4, p.539-547, 2013.

ANDRADE, M.W.; LUZ, J.M.Q.; LACERDA, A.S.; MELO, P.R.A. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr.All). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n.1, p. 174 - 180, 2000.

BELTRÃO, A.E.S.; TOMAZ, A.C.A.; BELTRÃO, F.A.S.; MARINHO, P. *In vitro* biomass production of *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult.) **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.18, p.696-698, suplemento, 2008.

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

BRITO, A.L. ALBUQUERQUE, M.M.S.; ALVIM, B.F.M.; RESENDE, S.V.; BELLINTANI, M.C.; SANTANA, J.R.F. Agentes osmóticos e temperatura na conservação *in vitro* de sempre-viva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, 2011.

CALDAS, L.S.; HARIDASAN, P.; FERREIRA, M.E. Meios nutritivos. In: TORRES, A.C. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa-CNPQ, 1998. p.87-132.

CALVETE, E.O.; KAMPF, A.N.; SUZIN, M. Concentração de sacarose no enraizamento *in vitro* do morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p.186-191, 2002.

CARDOSO, E. A.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; SILVA, K. B. Emergência de plântulas de *Erythrina velutina* em diferentes posições e profundidades de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2618-2621, 2008.

CARDOSO, M.P.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. A new alkyl phenol from *Schinopsis brasiliensis*. **Natural Products Research**, v.19, n.5, p.431-433, 2005.

CARVALHO, G., A. de, FIGUEIRA, K. L. Biologia de *Pygiopachimerus lineola* (Chevrolat,1871) (Coleoptera: Bruchidae) em frutos de *Cassia javanica* L. (Leguminosae: Caesalpinioideae). **Revista Floresta e Ambiente**, v 6, n. 1, p. 83-87, 1999.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v.3; 2008.

CHAVES, T.P.; DANTAS, I.C.; FELISMINO, D.C.; VIEIRA, K.M.; CLEMENTINO, E. L. C.; COSTA, L. S. Atividade antimicrobiana das folhas de *Schinopsis brasiliensis* Engler. **Revista de Biologia e Farmácia**, Campina Grande, v.5, n. 2, p. 11-17, 2011.

CORREIA, S. J.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. **Química Nova**, v.29, n.6, p. 1287-1300, 2006.

COSTA, A.S.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; BLANK, A.F.; MENDONÇA, A.B.; AMANCIO, V.F.; LEDO, A.S. Estabelecimento de alecrim-pimenta *in vitro*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, p.68-72, 2007.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Biometria**. 1. ed. Viçosa.MG: Editora UFV. 2006. v. 1. 382 p.

GEORGE, E.F. **Plant propagation by tissue culture: The technology**. 2ed, Exegetics, England, 1993, 574p.

GAMBORG, O.L.; MILLER, R.A.; OJIMA, K. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. **Experimental Cell Research**, Lendahl, v.50, p.151-158, 1968.

GOMES, G. A. C.; PAIVA, R.; PAIVA, P. D. O.; SANTIAGO, É. J. A. Plant regeneration from callus culture of *Maclura tinctoria*, an endangered woody species. **In vitro Cellular and Developmental Biology Plant**, Wallingford, v.39, n.3, p.293-295, 2003.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; VIANA, J.S.; GONÇALVES, E.P.; SANTOS, S.R.N.; COSTA, E.G. Tratamentos pré-germinativos e temperaturas para a germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.33, n.1, p. 131 – 140, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; MOURA, M. F.; COSTA, E. G. Emergência e vigor de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith em função da posição e da profundidade de sementeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 843-850, 2010.

GUO, B.; LIU, C.Z. *In vitro* propagation of endangered medicinal plant *Saussurea involucrata* Kar. Et Kir. **Plant Cell Reports**, New York, v. 26, n.3, p. 261–265, 2007.

GRATTAPLAGLIA, D.; MACHADO, M.A. Micropropagação. In: TORRES, A.C.; CLADAS, L.S.; BUSO, J.A. (Eds.) **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**, Brasília, EMBRAPA-SPI, EMBRAPA-CNPQ, 1998, v.1, p.183-260.

JACOB, A.; MALPATHAK, N. Manipulation of MS and B5 components for enhancement of growth and solasodine production in hairy root cultures of *Solanum khasianum* Clarke. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v.80, n.3, p. 247-257, 2005.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estudo da superação da dormência e da temperatura em sementes de *Cassia excelsa* Schrad. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.32-40, 1999.

KIELSE, P.; FRANCO, E.T.H.; PARANHO, J.T.; LIMA, A.P.S. Regeneração *in vitro* de *Parapiptadenia rígida*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p.1098-1104, 2009.

LÉDO, A. S.; SECA, G. S. V.; BARBOZA, S. B. S. C; SILVA JUNIOR, J. F. Crescimento inicial de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em diferentes meios de germinação *in vitro*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p. 989-993, 2007.

LEIFERT, C.; MURPHY. K. P.; LUMSDEN, P. J. Mineral and carbohydrate nutrition of plant cell and tissue cultures. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v.14, n.2, p.83-109, 1995.

LINSMAIER, E.M; SKOOG, F. Organic growth factor requirements of tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, v.18, n.1, p.100-127. 1965.

LLOYD, G.; MCCOWN, B. Commercially feasible micropropagation of montain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. **Com. Proc. Int. Plant Prop. Soc.**, Cornell, v.30, p.421-327, 1981.

LLOYD, G.; MCCOWN, B. Use of microculture for production and improvement of *Rhododendron* ssp. **Hort Science**, Prague, v.15, p.415, 1980.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.

MARINHO, M.JM.; ALBUQUERQUE, C.C.; MORAIS, M.B.; SOUZA, M.C.G.; SILVA, K.M.B. Estabelecimento de protocolo para micropropagação de *Lippia gracilis* Schauer. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.2, p. 246-252, 2011.

MEDEIROS FILHO, S.; FRANÇA, E.A.; INNECCO, R. Germinação de Sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Farwel e *Operculina alata* (Ham.) Urban. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p.102-107, 2002.

MEDEIROS, A. C. S.; SMITH, R.; PROBERT, R.; SADER , R. Comportamento fisiológico de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em condições de armazenamento. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 40, p.85-98, 2000.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 473-497, Mar. 1962.

NASCIMENTO, W. M. O.; OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H. Influência da posição de semente na germinação, vigor e crescimento inicial de

plântulas de bacabinha (*Oenocarpus mapora* Karsten – Arecaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 179-182, 2002.

NOLETO, L. G.; SILVEIRA, C. E. S. Micropropagação de copaíba. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v.33, p.109-120, 2004.

NOGUEIRA, R.C.; PAIVA, R.; CASTRO, A.H.; VIEIRA, C.V.; ABBADE, L.C.; ALVARENGA, A.A. Germinação *in vitro* de murici-pequeno (*Byrsonima intermedia* A. Juss.). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1053-1059, 2004.

OLIVEIRA-PRADO, M. C.; OLIVEIRA, G. J. Superação da dormência em sementes de *Schinopsis brasiliensis*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 251-254, 2008.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R.; SANTOS, G.J.C. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.3, p.511-520, 2009.

PASQUAL, M. **Cultura de tecidos vegetais: tecnologia e aplicações, meios de cultura**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 74 p.

PINTO, J.E.B.P.; ARELLO, E.F.; PINTO, C.A.B.P.; BARBOSA, M.H.P. Uso de diferentes explantes e concentrações de benzilaminopurina na multiplicação *in vitro* de brotos de *Kielmeyera coriacea*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 6, p. 867-873, 1994.

PIROLI, E. L.; CUSTÓDIO, C. C.; ROCHA, M. R. V.; UDENAL, J. L. Germinação de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. tratadas para superação da dormência. **Colloquium Agrariae**, São Paulo, v.1, n.1, p.13-18, 2005.

ROCHA, S.C.; QUORIM, M.; RIBAS, L.L.F.; KOEHLER, H.S. Micropropagação de *Cabrlea canjerana*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.1, p.43-50, 2007.

RODRIGUES, A. P. D. C.; OLIVEIRA, A. K. M.; LAURA, V. A.; YAMAMOTO, C. R.; CHERMOUTH, K. S.; FREITAS, M. H. Tratamentos para superação da dormência de sementes de *Adenantha pavonina* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.4, 2009.

ROUT, G.R. Micropropagation of *Clitoria ternatea* Linn. (Fabaceae) – an important medicinal plant. **In vitro Cell Developmental Biology – Plant**, Wallingford, v.41, p.516-519, 2005.

ROUT, G. R.; SAMANTARY, S.; DAS, P. In vitro manipulation and propagation of medicinal plants. **Biotechnology Advanced**, Scotland, v.18, p.91-120, 2000.

- SANTOS, M.C.; LÉDO, A.S.; LÉDO, C.A.S.; SOUZA, F.V.D.; SILVA JUNIOR, J.F. Efeito da sacarose e do sorbitol na conservação *in vitro* de segmentos nodais de mangabeira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.3, p. 735-741, 2011.
- SANTOS, S. R. **Qualidade de diásporos de *Schinopsis brasiliensis* engl. de uma área da caatinga paraibana**. 2010. 97f. Dissertação. (Mestrado em agronomia) Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- SANTOS, R. B.; PAIVA, R.; PAIVA, P. D. O.; SANTANA, J. R. F. **Problemas no cultivo in vitro**: cultura de tecidos. Paiva e Paiva, UFLA, Lavras, M.G. 9:73-79. 2001.
- SKREBSKY, E. C.; NICOLOSO, F. T.; FERRAO, G. E. Sucrose and duration of *in vitro* growth on *ex vitro* acclimatization of Brazilian ginseng (*Pfaffia glomerata* Spreng. Pedersen). **Ciencia Rural**, Santa Maria, 2004, v.34, n.5, p.1471-1477, 2004.
- SOUZA, A.V.V.; SANTOS, M.C. Propagação *in vitro* de espécies da caatinga. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.22, n.3, p.47-50, 2012.
- SOUZA, A.V. **Propagação in vitro e aspectos anatômicos de arnica [*Lychnophora pinaster* (Mart.)]**. 2003. 126 p. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- SUÑÉ, A.D.; FRANKE, L.B. Superação de dormência e metodologias para testes de germinação em sementes de *Trifolium riograndense* Burkart e *Desmanthus depressus* Humb. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.3, p.29-36, 2006.