



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

CARLA CAROLINE MAGALHÃES FARIAS

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL
DE MUDAS DE *Enterolobium maximum* Ducke**

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2014

CARLA CAROLINE MAGALHÃES FARIAS

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL
DE MUDAS DE *Enterolobium maximum* Ducke**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Recursos Florestais.
Orientador: José Carlos Lopes

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

F224q Farias, Carla Caroline Magalhães, 1989-
Qualidade física e fisiológica de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium maximum* Ducke / Carla Caroline Magalhães Farias. – 2014.
128 f. : il.

Orientador: José Carlos Lopes.
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Dormência em plantas. 2. Plantas – efeito da luz. 3. Tamborilda-mata. 4. Substratos. 5. Sementes – vigor. 6. Estresse. I. Lopes, José Carlos. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 630

**QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL
DE MUDAS *Enterolobium maximum* Ducke**

CARLA CAROLINE MAGALHÃES FARIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 22 de Julho de 2014.

Prof. Dr. José Carlos Lopes
Centro de Ciências Agrárias – UFES
(Orientador)

Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre
Centro de Ciências Agrárias – UFES
(Membro externo)

Prof^a. Dra. Marcia Flores da Silva Ferreira
Centro de Ciências Agrárias – UFES
(Membro externo)

Dedico este trabalho, bem como todas as minhas demais conquistas, aos meus amados pais, Ademir e Maria Ester, que são verdadeiros anjos, sempre me guiando e ensinando a ser uma pessoa justa, amiga e compreensiva nas várias instâncias da vida. Sobretudo, à minha mãe, exemplo de força e coragem.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por continuar me dando a oportunidade de viver, forças para suportar todas as adversidades do meio. Confiei e confio em ti meu Deus, pois nunca me abandonaste, me carregaste em teu colo sempre que precisei.

Aos meus pais, Ademir Apolinario Farias e Maria Ester de Melo Magalhães Farias, pelo amor, pelo esforço dispensado aos meus estudos e pela presença nos momentos de alegria, ansiedade e também nos de tristeza.

À minha irmã Cyntia Beatriz Magalhães Farias pelas palavras de carinho e amizade nos momentos difíceis que me encorajam e estimulam a atingir meus objetivos, e ao meu cunhado Bruno Renan Krause pelo apoio.

Ao meu sobrinho Nicolas Gabriel Farias Mampumbu, pelo carinho. Espero ser lembrada como um bom exemplo de vida.

Ao meu namorado, Francis Carlos Benetti, pelo amor, respeito e compreensão que me fizeram amadurecer e ser mais feliz.

Aos meus familiares que sempre acreditaram nessa minha conquista, tendo sempre uma palavra de conforto e carinho.

À Universidade Federal do Espírito Santo, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais por tornar possível a realização do Mestrado.

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

Ao Prof. Dr. José Carlos Lopes pela orientação, apoio, amizade e, principalmente pelo conhecimento transmitido durante o curso, possibilitando a minha formação profissional na área de sementes.

Aos professores que contribuíram com seus ensinamentos para a minha formação acadêmica e profissional.

Ao meu amigo e “irmão” Carlos Eduardo de Moraes, pelo apoio e companheirismo de todas as horas e, sobre tudo por me aturar e incentivar nos momentos difíceis.

À Khétrin Maciel, pela colaboração nos trabalhos e pelo acolhimento em sua casa, juntamente com a sua família, proporcionando momentos de descontração, alegria e amizade.

Aos amigos do Laboratório de Análise de Sementes, Allan Rocha, Ludmila Brandão, Pedro Ramom, Carlos Eduardo Costa Paiva, Rômulo Beltrame, Paula

Aparecida, Nathália Fávaris, Márcia Paulucio, Melissa de Oliveira e Fabiana Baleeiro. Agradeço em especial à colaboração dos amigos Liana Hilda Golin Mengarda e Rafael Zanotti, pois sem a ajuda dos mesmos em todas as etapas, este trabalho não teria sido realizado.

Ao Laboratorista José Maria pelos ensinamentos e apoio.

À Regina técnica do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal do Espírito Santo, pela identificação dos fungos.

À Elizangela Pereira C. de Almeida secretária do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela colaboração e sempre pelo bom atendimento sendo sempre prestativa e pelo carinho.

À Ediellen Mayara, minha companheira de casa, pela amizade.

Aos amigos do Mato Grosso, pelo companheirismo tanto nos momentos de alegrias e descontrações, quanto nos momentos difíceis de saudade da família. Obrigada pelo conforto.

Aos meus amigos de vida que sempre me apoiaram, em especial minhas amigas, Daiane Lopes de Matos e Mislene Alexandra dos Santos, que mesmo longe demonstraram sempre carinho e amizade.

Obrigada a todos que, mesmo não estando citados aqui, tanto contribuíram para a conclusão desta etapa e para a Carla Caroline que sou hoje.

“Dentro de uma simples e minúscula semente encerra uma árvore inteira, passarinhos, abelhas, gosto de fruta madura, riso de criança, borboletas, sombra, minhocas, e mais sementes...”

Mutirão Agroflorestal

“O que realmente conta na vida não é apenas o fato de termos vivido; é a diferença que fizemos nas vidas dos outros que determina importância da nossa própria vida.”

Nelson Mandela

BIOGRAFIA

Carla Caroline Magalhães Farias, nasceu na cidade de Alta Floresta – MT em 11 de setembro de 1989. É filha de Ademir Apolinario Farias e Maria Ester de Melo Magalhães Farias. Terminou o ensino fundamental na Escola Estadual Jayme Veríssimo de Campos Junior em 2003. Concluiu o ensino médio na mesma instituição de ensino, em dezembro de 2006 na cidade de Alta Floresta – MT. Em agosto de 2007 ingressou no curso de Bacharelado em Engenharia Florestal da Universidade do Estado de Mato Grosso, no campus de Alta Floresta, obtendo o grau de Engenheira Florestal em agosto de 2011. Em agosto de 2012, iniciou o curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Ciências Florestais, na linha de pesquisa Silvicultura, da Universidade Federal do Espírito Santo, em Jerônimo Monteiro - ES, submetendo-se à defesa da dissertação em julho de 2014.

RESUMO

FARIAS, Carla Caroline Magalhães. **Qualidade física e fisiológica de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium maximum* Ducke.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lopes.

Enterolobium maximum Ducke é uma Fabaceae (Mimosoideae) de grande porte, típica da Floresta Amazônica. Objetivou-se com este estudo analisar a qualidade física e fisiológica de sementes e o crescimento inicial de mudas de *Enterolobium maximum*. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes e em casa de sombra no CCA/UFES em Alegre-ES. As sementes foram coletadas em matrizes no município de Alta Floresta-MT. Foram determinados e/ou avaliados o comprimento, largura, espessura, umidade inicial, massa de 1000 sementes e número de sementes por quilograma. Foi feita a curva de embebição das sementes intactas e escarificadas, por submersão em água destilada, sobre papel e rolo de papel, e volume de sementes em água comum, destilada e tipo I. Para avaliar a superação de dormência das sementes, foram utilizados os tratamentos: 1) Sementes intactas (controle); 2) escarificação mecânica; 3) escarificação mecânica + GA₃; 4) escarificação mecânica + KNO₃; 5) GA₃; 6) H₂SO₄/10'; 7) H₂SO₄/10' + GA₃; 8) H₂SO₄/10' + KNO₃; 9) H₂SO₄/15'; 10) H₂SO₄/15' + GA₃; 11) H₂SO₄/15' + KNO₃. Foram avaliados emergência, índice de velocidade de emergência, diâmetro do coleto, comprimento da parte aérea e das raízes, área foliar, massas seca da parte aérea e das raízes. Para o estudo do crescimento inicial das mudas de *Enterolobium maximum* em diferentes substratos e luminosidade, as sementes foram escarificadas mecanicamente e semeadas em sacolas contendo os substratos: solo+biossólido, solo+esterco+areia e solo+substrato comercial (HS Florestal[®])+areia. As intensidades luminosas utilizadas foram: 1165; 417,4; 140,32 e 57,82 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, obtidas com auxílio de tela sombrite preta de 50% (poliolefina). Foram avaliados: emergência, tempo médio de emergência, sobrevivência, altura, comprimento da raiz, diâmetro do coleto, área foliar, massa seca da parte aérea e da raiz, índice de qualidade de Dickson, clorofila total e razão clorofila a/b. No estudo da qualidade fisiológica de sementes submetidas ao estresse hídrico e salino foram

utilizados os agentes osmóticos CaCl_2 , KCl, NaCl e manitol, nos potenciais 0,0 (controle), -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa. Foram avaliados a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação, o tempo médio de germinação, a frequência relativa da germinação, a porcentagem de plântulas normais e anormais, o comprimento da parte aérea e da raiz. De acordo com os resultados as sementes apresentam em média 19,03 mm de comprimento, 11,53 mm de largura, 6,43 mm espessura e 1,05 g de massa. A umidade inicial foi de 8,68%, a massa de 1000 sementes é de 964,59 g contendo em média 1037 sementes kg^{-1} . As sementes apresentam dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento. A escarificação mecânica com lixa é um método eficiente para a superação da dormência tegumentar das sementes. O crescimento inicial de mudas é favorecido em ambiente com luminosidade de $417,4 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. O substrato solo+substrato comercial (HS Florestal[®])+areia é o mais recomendado para o desenvolvimento das mudas sob regime de luminosidade de $417,4 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A variação na luminosidade altera o índice de clorofila total e a relação do índice de clorofila *a/b* das folhas das plantas. O vigor das sementes reduz com a redução dos potenciais osmóticos das soluções a partir de -0,2 MPa. O estresse hídrico induzido com manitol é menos severo que o estresse salino com CaCl_2 , KCl e NaCl. As soluções de NaCl e CaCl_2 determinam toxidez nas sementes de *Enterolobium maximum* a partir de -0,6 MPa.

Palavras chave: tamboril-da-mata, dormência, luminosidade, substrato, estresse, vigor.

ABSTRACT

FARIAS, Carla Caroline Magalhães. **Physical and physiological quality seed and seedling growth of *Enterolobium maximum* Ducke**. 2014. Dissertation (Master of Forest Science) – Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Advisor: Prof. Dr. José Carlos Lopes.

Enterolobium maximum Ducke is a Fabaceae (Mimosoideae) large size, typical of the Amazon Forest. The objective of this study was to investigate the physical and physiological seed quality and seedling growth of *Enterolobium maximum*. The work was conducted at the Laboratory of Seeds and in the greenhouse at CCA/UFES in Alegre-ES. Seeds were collected from matrices in the municipality of Alta Floresta, MT. Were measured and / or assessed the length, width, thickness, initial moisture content, weight of 1000 seeds and number of seeds per kilogram. The imbibition curve of intact seeds and scarified by soaking in distilled water, on paper and roll paper, and volume of seeds in common, distilled and type I water was taken. To evaluate the overcoming of dormancy, the treatments were used: 1) intact seeds (control); 2) mechanical scarification; 3) mechanical scarification + GA₃; 4) mechanical scarification + KNO₃; 5) GA₃; 6) H₂SO₄/10'; 7) H₂SO₄10'+GA₃; 8) H₂SO₄/10'+KNO₃; 9) H₂SO₄/15'; 10) H₂SO₄/15'+GA₃; 11) H₂SO₄/15'+KNO₃. Emergence, index of germination speed, stem diameter, shoot length and roots, leaf area, dry masses and were evaluated roots. To study the initial growth of seedlings in different substrates *Enterolobium maximum* brightness and the seeds were mechanically scarified and sown in bags containing substrates: soil+biosolid, manure+soil+sand and soil+sand+substrate business (HS Forest[®]). The light intensities used were: 1165; 417.4; 140.32 and 57.82 micromol photons m⁻² s⁻¹, obtained with the aid of black shading screen 50% (polyolefin). Were evaluated: emergence, mean emergence time, survival, height, root length, stem diameter, leaf area, dry weight of shoot and root, Dickson quality index, chlorophyll content and ratio of chlorophyll *a/b*. In the study of the physiological quality of seeds subjected to water and salt stress osmotic agents CaCl₂, KCl, NaCl and mannitol were used for potential 0.0 (control), -0.2; -0.4; -0.6; -0.8 and -1.0 MPa. The percentage of

germination were evaluated, the rate of germination rate, the germination time, the relative frequency of germination, the percentage of normal and abnormal seedlings, the length of the shoot and root. According to the results of the seeds had an average length of 19.03 mm, 11.53 mm wide, 6.43 mm thick and 1.05 g of dough. The initial moisture content was 8.68% mass of 1000 seeds is 964.59 g, and containing on average 1037 seeds kg^{-1} . The seeds show dormancy imposed by the impermeability of the integument. Mechanical scarification with sandpaper is an efficient method to overcome the tegumentary seed dormancy. The seedling growth is favored in an environment with luminosity of 417.4 micromol photons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. The substrate soil+commercial substrate (HS Forest[®])+sand is the most recommended for the development of seedlings under scheme luminosity of 417.4 micromol photons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. The variation in brightness changes the index of total chlorophyll and the ratio of the rate of chlorophyll a / b of the plants leaves. Seed vigor decreased with reduced water potential of solutions from -0.2 MPa. The mannitol induced water stress is less severe than the salt stress with CaCl_2 , KCl and NaCl. The solutions of NaCl and CaCl_2 determine toxicity in *Enterolobium maximum* seeds from -0.6 MPa.

Keywords: tamboril-da-mata, dormancy, luminosity, substrate, stress, vigor.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Aspecto geral (A) e posição onde foram obtidas as medidas biométricas (B, C e D) das sementes de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014.....46

Figura 2. Distribuição da frequência do comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa de sementes (D) de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014.....50

Figura 3. Teor de água (%) de sementes escarificadas (A, B) e intactas (C, D) de *Enterolobium maximum* submetidas aos três métodos de embebição: sementes submersas em água destilada (A), sobre papel (SP) e rolo de papel (RO). Período de 0 a 12 horas (A, C), período de 12 a 72 horas (B, D). A seta (PR) indica protrusão da raiz primária. Alegre/ES, 2014.....53

Figura 4. Teor de água (%) de sementes escarificadas de *Enterolobium maximum* submetidas à embebição em diferentes tipos de água. Período de 0 a 12 horas (A), período de 12 a 72 horas (B). A seta (PR) indica protrusão da raiz primária. Alegre/ES, 2014.....55

Figura 5. Volume de sementes escarificadas de *Enterolobium maximum* submetidas à embebição em diferentes tipos de água. Período de 0 a 12 horas (A), período de 12 a 72 horas (B). A seta (PR) indica protrusão da raiz primária. Alegre/ES, 2014..56

Figura 6. Germinação (%) de sementes escarificadas e intactas de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014.....57

CAPÍTULO II

Figura 1. Curvas de emergência de sementes de *Enterolobium maximum* em função de tratamentos pré-germinativos. Alegre/ES, 201479

Figura 2. Tempo médio de emergência – TME (A) de sementes, diâmetro do coleto – DC (B), altura – A (C), comprimento de raiz – CR (D), massa seca da parte aérea – MSPA (E) e raiz – MSR (F) de *Enterolobium maximum* em função da intensidade luminosa e substratos. S1 = solo + bio sólido; S2 = solo + esterco bovino + areia; S3 = solo + substrato comercial + areia. Alegre/ES, 2014.....83

Figura 3. Índice de qualidade de Dickson – IQD (A), área foliar – AF (B) e relação do índice clorofila a/b – Clor. a/b (C) de mudas *Enterolobium maximum* em função da intensidade luminosa e substratos. S1 = solo + bio sólido; S2 = solo + esterco bovino + areia; S3 = solo + substrato comercial + areia. Alegre/ES, 2014.....88

CAPÍTULO III

- Figura 1. Germinação (%) de sementes de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.....111
- Figura 2. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.....112
- Figura 3. Frequência relativa de germinação e tempo médio de germinação de sementes de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.....113
- Figura 4. Porcentagem de plântulas normais (A) e plântulas anormais (B) de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.....115
- Figura 5. Plântulas anormais de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.....116
- Figura 6. Comprimento da parte aérea (A) e da raiz (B) de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.....117
- Figura 7. Desenvolvimento das plântulas de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.....128

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Morfometria de sementes de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014...49

Tabela 2. Teor de água em função do tratamento físico no tegumento e dos métodos na absorção de água em sementes de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014...55

CAPÍTULO II

Tabela 1. Dados meteorológicos médios, para o município de Alegre-ES, obtidos na estação meteorológica automática do INMET (INCAPER). Alegre/ES, 2014.....70

Quadro 1. Tratamentos pré-germinativos para a superação de dormência de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014.....71

Tabela 2. Análise química dos substratos. Alegre/ES, 2014.....76

Tabela 3. Emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plantas oriundas de sementes de *Enterolobium maximum*, em função de tratamentos pré-germinativos. Alegre/ES, 2014.....77

Tabela 4. Diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) de plantas oriundas de sementes de *Enterolobium maximum*, em função de tratamentos pré-germinativos. Alegre/ES, 2014.....80

Tabela 5. Valores médios de tempo médio de emergência (TME), diâmetro do coleto (DC), altura (A), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de mudas de *Enterolobium maximum* em função da intensidade luminosa e substratos. Alegre/ES, 2014.....84

Tabela 6. Valores médios de índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF), clorofila total (Clor.T) e relação clorofila *a/b* (Clor. *a/b*) de mudas de *Enterolobium maximum* em função da intensidade luminosa e substratos. Alegre/ES, 2014.....89

CAPÍTULO III

Tabela 1. Concentrações (g L^{-1}) dos agentes osmóticos CaCl_2 , KCl, NaCl e Manitol nos diferentes potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.....108

Tabela 2. Valores médios (%) de germinação (G), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) de plântulas oriundas de sementes de *Enterolobium maximum*, em função dos agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.....110

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVO	20
2.1	OBJETIVO GERAL	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3	REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1	À ESPÉCIE <i>Enterolobium maximum</i> Ducke	21
3.2	BIOMETRIA E QUALIDADE FÍSICA DE SEMENTES	22
3.3	GERMINAÇÃO E DORMÊNCIA	24
3.4	QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES	26
3.5	CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS	28
4	REFERÊNCIAS	31
CAPÍTULO I		40
BIOMETRIA, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ABSORÇÃO DE ÁGUA DE SEMENTES DE <i>Enterolobium maximum</i> DUCKE		40
RESUMO		41
ABSTRACT		42
1	INTRODUÇÃO	43
2	MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1	COLETA E BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES	45
2.2	BIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SEMENTES	45
2.3	PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA	46
2.4	TESTE DE GERMINAÇÃO	48
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
3.1	BIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SEMENTES	49
3.2	PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA	51
3.3	TESTE DE GERMINAÇÃO	56
4	CONCLUSÕES	58
5	REFERÊNCIAS	59
CAPÍTULO II		64
SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE <i>Enterolobium maximum</i> DUCKE EM DIFERENTES CONDIÇÕES		64
RESUMO		65

ABSTRACT	66
1 INTRODUÇÃO	67
2 MATERIAL E MÉTODOS	70
2.1 TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS.....	71
2.2 CRESCIMENTO INICIAL	73
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
3.1 TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS.....	77
3.2 CRESCIMENTO INICIAL	82
4 CONCLUSÕES	93
5 REFERÊNCIAS	94
CAPÍTULO III	102
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>Enterolobium maximum</i> DUCKE EM FUNÇÃO DE ESTRESSE INDUZIDO POR AGENTES OSMÓTICOS	102
RESUMO	103
ABSTRACT	104
1 INTRODUÇÃO	105
2 MATERIAL E MÉTODOS	107
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	110
4 CONCLUSÃO	120
5 REFERÊNCIAS	121
APÊNDICES	125

1 INTRODUÇÃO

Na região Amazônica o desmatamento vem ocorrendo acentuadamente para a utilização de novas áreas em atividades agropecuárias e exploração madeireira. A falta ou reduzida reposição de espécies acometidas na exploração madeireira faz com que aumentem as possibilidades de esgotamento de espécies e também da variabilidade genética dessas áreas (BARBOSA et al., 2004).

Contudo, tem-se intensificado nos últimos anos o interesse na propagação de espécies florestais nativas, em virtude da ênfase dada aos problemas ambientais, tais como a degradação e fragmentação, associadas à exigência do cumprimento da lei na manutenção dos recursos naturais (ARAÚJO NETO et al., 2003; LIMA-JUNIOR, 2010; PIÑA-RODRIGUES et al., 2007)

A baixa capacidade de reposição florestal atrelada às poucas informações das técnicas silviculturais de produção de sementes e mudas das espécies nativas (BARBOSA et al., 2004), são obstáculos no sucesso das atividades de florestamento ou reflorestamento. São escassos os conhecimentos disponíveis para o manejo e análise de sementes florestais nativas, de maneira a fornecer dados que possam caracterizar seus atributos físicos e fisiológicos. Da mesma maneira, necessita-se de informações básicas sobre germinação, cultivo e potencialidade do uso dessas espécies (ARAÚJO NETO, 2003).

As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) estabelecem metodologias para a análise das qualidades física, fisiológica, genética e sanitária de sementes de diversas espécies. As recomendações são mais limitadas às espécies de maior interesse agrícola, que estão associadas à produção de sementes certificadas e fiscalizadas, havendo poucas informações sobre espécies florestais. Para espécies florestais, a Instrução para a análise de sementes florestais (BRASIL, 2013) contempla um número reduzido de espécies nativas. Embora, muitas espécies apresentem grande potencial de utilização, não são contempladas com trabalhos de pesquisa envolvendo a avaliação da qualidade física e fisiológica de suas sementes.

Dentre estas espécies o *Enterolobium maximum* Ducke, pertencente à família Fabaceae e subfamília Mimosoideae. É conhecida popularmente como tamboril-da-mata, uma espécie nativa, típica da Floresta Amazônica com ocorrência nos estados do Pará, Amazonas, Acre e Mato Grosso. Um exemplar dessa espécie que pode

atingir até 50 metros de altura e 2,20 metros de diâmetro do tronco na altura do peito (DAP) (CAMPOS FILHO, 2012; FORZZA et al., 2010; MAGNANINI; MAGNANINI, 2003).

É uma espécie de terra firme, intolerante à sombra, isto é, pertencente ao grupo das espécies pioneiras, que apresenta crescimento rápido, podendo atingir mais de quatro metros em dois anos. Espécies com estas características são excelentes para o uso em reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (MOREIRA, 1997; PINHEIRO et al., 2007). A madeira do *Enterolobium maximum* é utilizada para a fabricação de embarcações, móveis, artigos decorativos, torneados, utilidades domésticas, brinquedos, chapas, entre outros, porém apresenta baixa durabilidade ao ataque de fungos, cupins e insetos de madeira seca (REMADE, 2014).

Apesar do conhecimento das características e uso de madeira da espécie, os estudos básicos de produção de sementes e mudas, bem como fatores como luminosidade, formas de semeadura, germinação e substratos são escassos ou inexistentes. Diante dessas lacunas existentes no conhecimento e do potencial de utilização da espécie são necessários estudos que corroborem para a análise e manejo de sementes e mudas de *Enterolobium maximum*.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Neste trabalho objetivou-se analisar a qualidade física e fisiológica de sementes e o crescimento inicial de plântulas de *Enterolobium maximum*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Realizar a biometria e a caracterização física de sementes;
- 2) Estudar a absorção de água através da curva de embebição;
- 3) Verificar a ocorrência de dormência nas sementes;
- 4) Analisar métodos de superação de dormência de sementes;
- 5) Estudar a germinação das sementes submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos;
- 6) Analisar o crescimento inicial de mudas submetidas a diferentes níveis de intensidade luminosa e substratos;
- 7) Identificar a melhor condição de luminosidade e o melhor substrato para produção de mudas *Enterolobium maximum*, e;
- 8) Estudar os efeitos do estresse hídrico e salino por diferentes agentes osmóticos na viabilidade e vigor de sementes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 À ESPÉCIE *Enterolobium maximum* Ducke

Fabaceae Lindl. é considerada a terceira maior família de angiospermas, com 727 gêneros e 19325 espécies, distribuídas nas subfamílias Caesalpinioideae, Papilionoideae e Mimosoideae (APG III, 2009; LEWIS et al., 2005). No Brasil, atualmente são conhecidos 210 gêneros e 2694 espécies, sendo 15 gêneros e 1457 espécies consideradas endêmicas (LIMA et al., 2010).

Enterolobium é uma palavra de origem grega, cujos radicais: enteron significa intestino, e lobium, do lobó, que significa vagem, e foi atribuída ao gênero devido à semelhança dos frutos a um intestino. O gênero *Enterolobium* Mart. pertence a tribo Ingea, considerada a mais derivada dentro da subfamília Mimosoideae, e apresenta 11 espécies com distribuição exclusivamente neotropical, sendo o Brasil o seu provável centro de distribuição (LEWIS et al., 2005), contando com nove espécies e destas três são endêmicas (FORZZA et al., 2010). Entre as espécies do gênero destaca-se *Enterolobium maximum* Ducke, popularmente conhecida como tamboril-da-mata, ainda apresenta como nomes comerciais: fava-bolacha, fava-orelha-de-negro, fava-tamboril, faveira-grande, monjobo e timbaúba (REMADE, 2014).

A espécie ocorre naturalmente em toda a região Amazônica, sendo típica das matas da região do Pará, Amazonas, Acre, Mato Grosso e, Pernambuco na região de Mata Atlântica (CAMPOS FILHO, 2012; FORZZA et al., 2010; LUCENA et al., 2007). Sendo considerada uma das árvores gigantescas do Brasil, um exemplar dessa espécie pode atingir até 50 metros de altura e diâmetro do tronco na altura do peito (DAP) de até 2,20 metros (MAGNANINI; MAGNANINI, 2003).

O tamboril-da-mata é uma espécie de terra firme, intolerante à sombra, ou seja, pertencente ao grupo das espécies pioneiras. Apresenta crescimento rápido, podendo atingir mais de quatro metros em dois anos. Espécies com estas características são excelentes para o uso em reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (CORRÊA, 1978; GAMA; PINHEIRO, 2010; MOREIRA, 1997; PINHEIRO et al., 2007).

A espécie apresenta madeira de cerne marrom-claro a cinza-rosado, distinto do alburno, de cor branca. Figura tangencial, causada por linhas vasculares bem destacadas e figura radial, causada por linhas vasculares e raios destacados. Apresenta anéis de crescimento pouco distintos, grã revessa, textura média a grossa, brilho moderado e cheiro imperceptível. Apresenta baixa durabilidade ao ataque de fungos, cupins e insetos de madeira seca. No entanto, é utilizada para a fabricação de embarcações, móveis, artigos decorativos, torneados, utilidades domésticas, brinquedos, chapas, entre outros (REMADE, 2014).

No Brasil, estudos comprovaram a intoxicação de diferentes animais por frutos do gênero *Enterolobium* em diferentes regiões. A intoxicação é causada pela ingestão de frutos principalmente em épocas de seca, devido à escassez de pastos, em condições de fome. As espécies *E. gummiferum*, *E. contortisiliquum* e *E. timbouva*, foram descritas como tóxicas para bovinos causando sinais digestivos, abortos e fotossensibilização (COSTA et al., 2009; GRECCO et al., 2002; TOKARNIA et al., 1999). *E. contortisiliquum* também foi descrita como tóxica em caprinos, causando de aborto e diarreia, sem fotossensibilização (doença que ocorre devido a uma sensibilização das camadas superficiais da pele, quando expostas à radiação solar intensa, devido à ação de certas drogas, plantas ou outras substâncias) (BENÍCIO et al., 2007).

3.2 BIOMETRIA E QUALIDADE FÍSICA DE SEMENTES

Os estudos biométricos de frutos e sementes apresentam grande importância como ferramenta para a compreensão e descrição do processo germinativo (OLIVEIRA et al., 2011; SILVA; MÔRO, 2008), para o armazenamento e a realização de testes de qualidade (ANDRADE et al., 2010; BEZERRA et al., 2004), e conhecimentos das características físicas e anatômicas do tecido de cobertura, no caso para a aplicação de tratamentos para promover a germinação de sementes (IVANI et al., 2008; MACEDO et al., 2009). As características biométricas das sementes são propriedades de cada espécie com intensa influência ambiental (ALVES et al., 2005).

A biometria de sementes está relacionada às características de dispersão e estabelecimento de plântulas (FENNER, 1993), podendo ser utilizada para

diferenciar espécies pioneiras de não-pioneiras, além de fornecer subsídios para a diferenciação de espécies do mesmo gênero (CRUZ et al., 2001). Em uma análise comparativa feita nas espécies do gênero *Hymenaea*, Cunha-Silva et al. (2012) relataram que os parâmetros biométricos das sementes podem ser utilizados na diferenciação de espécies do mesmo gênero de uma mesma região geográfica, destacando a espécie *H. martiana* Hayne, cujos parâmetros biométricos relacionados à sementes foram mais eficientes para a diferenciação entre as espécies.

A classificação das sementes por tamanho tem sido empregada na multiplicação das diferentes espécies vegetais com intuito de caracterizar a qualidade fisiológica das mesmas (ALVES et al., 2005). Assim, a classificação das sementes por tamanho ou por massa é uma estratégia que pode ser adotada para uniformizar a emergência de plântulas e produzir mudas de tamanho semelhante ou de maior vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Há grande variabilidade nas sementes de espécies florestais em relação ao tamanho e massa de sementes (CRUZ; CARVALHO, 2003). Popinigis (1985) afirma que o tamanho da semente, em muitas espécies, é indicativo de sua qualidade fisiológica. Sementes com maiores dimensões podem indicar a presença de bom suprimento metabólico durante o seu desenvolvimento, possuindo embrião bem formado e com maior quantidade de substâncias de reserva, conseqüentemente, mais vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A análise da qualidade física de sementes refere-se à composição do lote de sementes que está sendo comercializado. Para Peske e Barros (2006), os principais atributos da qualidade física das sementes incluem pureza física, umidade, danificações mecânicas, peso volumétrico, massa de mil sementes e aparência.

A caracterização física do lote permite inferir sobre o tamanho, maturidade e sanidade das sementes, informações indispensáveis para decidir a quantidade de frutos a serem colhidos/comprados, e de sementes necessárias para fins de semeadura, sendo imprescindível no planejamento de produção de mudas (REBOUÇAS et al., 2008). De acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), entendem-se como características físicas os resultados obtidos nos testes de pureza, teor de água, massa de mil sementes e número de sementes kg^{-1} .

O teor de água das sementes influencia diretamente o tamanho da semente e conseqüentemente, a massa de mil sementes e o número de sementes kg^{-1}

(BRASIL, 2009). Variações no teor de água das sementes são comuns em sementes armazenadas, principalmente nas armazenadas inadequadamente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; LIMA-JUNIOR, 2010). O peso de mil sementes e o número de sementes kg^{-1} são utilizados para calcular a densidade de semeadura e para estipular o número de sementes por embalagem (BRASIL, 2009).

3.3 GERMINAÇÃO E DORMÊNCIA

Os principais eventos que ocorrem na germinação de sementes são: embebição, ativação de enzimas, iniciação do crescimento do embrião, rompimento do tegumento, emergência da plântula (PINÃ-RODRIGUES, 1988). Na literatura existem muitos conceitos para germinação, no entanto, em tecnologia de sementes, em teste de laboratório, a germinação é a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma plântula normal sob condições ambientais favoráveis de campo. Esta conceituação é de cunho prático, levando em consideração o crescimento da plântula no processo (BRASIL, 2009; ISTA, 2004).

A primeira condição para a germinação de uma semente viável e não dormente é a reidratação, pois o aumento das atividades respiratórias da semente em um nível capaz de sustentar o crescimento do embrião, com fornecimento suficiente de energia e substâncias orgânicas, depende do grau de hidratação dos seus tecidos (POPINIGIS, 1985).

Segundo Bewley e Black (1994), a absorção de água é caracterizada por três fases, obedecendo a um padrão trifásico. A fase I, denominada de embebição, é rápida, pois a absorção de água ocorre como consequência do potencial matricial. Portanto, um processo físico independente da viabilidade ou dormência das sementes, desde que não esteja relacionada a impedimentos físicos à entrada de água. A fase II é estacionária, ocorre em função do balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão. Nesta fase, a semente absorve água lentamente e o eixo embrionário ainda não consegue crescer. Na terceira fase, a III, ocorre absorção ativa de água, devido à alongação do eixo embrionário, de maneira que as novas células em formação e crescimento exigem mais água. Dessa forma, a

embebição da semente desencadeia o início da germinação, que termina com a alongação do eixo embrionário levando à emissão da raiz primária.

A absorção de água pelas sementes depende do genótipo ou cultivar, da composição química, do teor de água da semente e de constituição do tegumento, além de fatores ambientais como disponibilidade de água, área de contato e temperatura (BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Para a maioria das espécies, a germinação ocorre prontamente em condições ambientais favoráveis, não ocorrendo se algum fator ambiental for desfavorável. Neste caso, as sementes são denominadas no estado quiescente, e quando o fator tornar-se favorável, a semente germina (POPINIGIS, 1985). Quando as sementes não germinam, mesmo em condições ambientais favoráveis, devido a fatores internos ou causas determinadas pela própria semente, são denominadas dormentes (MARCOS FILHO, 2005).

A dormência é um recurso pelo qual a natureza distribui a germinação no tempo. A habilidade das sementes de retardar a germinação até o momento e lugar apropriados é um importante mecanismo de garantir a sobrevivência e a continuidade da espécie (FOWLER; BIANCHETTI, 2000; MARCOS FILHO, 2005; POPINIGIS, 1985).

A dormência pode ser classificada quanto a sua origem, localização e mecanismos envolvidos (CARDOSO, 2009). Com base na origem, ela pode ser primária, sendo também classificada como tegumentar ou exógena, ou secundária, ou seja, embrionária ou endógena (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; FOWLER; BIANCHETTI, 2000; POPINIGIS, 1985).

A dormência primária é própria de uma semente madura. Este tipo de dormência é imposta pelo tegumento da semente ou por tecidos que o circunda, como endosperma, pericarpo ou órgãos extraflorais. A dormência secundária ocorre quando, a semente, após sua maturação, e sem apresentar dormência, é induzida a um estado de dormência por alguma condição desfavorável à germinação como, temperatura inadequada, falta de oxigênio ou luz (NEDEL, 2003; POPINIGIS, 1985).

Assim, sementes dormentes apresentam algum bloqueio interno à germinação, o qual deve ser superado por intermédio de processos de pós-maturação ou quebra de dormência, para que a semente fique apta a germinar (CARDOSO, 2009). São consideradas como principais causas da dormência em sementes a impermeabilidade do tegumento a água e/ou oxigênio, embrião

dormente, embrião fisiologicamente imaturo ou rudimentar, presença de substâncias inibidoras da germinação ou ainda, a combinação de causas (BEWLEY; BLACK, 1994; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989; POPINIGIS, 1985, VIEIRA; FERNANDES, 1997).

Um grande número de espécies florestais e arbóreas da família das leguminosas possui sementes com o tegumento impermeável à água, como *Erythrina variegata* (MATHEUS; LOPES, 2007), *Hymenaea courbaril* (ANDRADE et al., 2010), *Samanea tubulosa* (GIACHINI et al., 2010), *Adenanthera pavonina* (MANTOAN et al., 2012), *Mimosa caesalpinifolia* (NOGUEIRA et al., 2013), *Delonix regia* (LIMA et al., 2013; ZWIRTES et al., 2013), *Mimosa setosa* (SPERANDIO et al., 2013), *Hymenaea oblongifolia* e *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (FREITAS et al., 2013) e *schizolobium amazonicum* (DAPONT et al., 2014).

A eficiência do método de superação de dormência em sementes é muito variável. Para *Enterolobium contortisiliquum* muitos métodos foram descritos na literatura, entre os quais destacam-se: ácido sulfúrico (EIRA et al., 1993; LOPES et al., 2012) ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos (SCALON et al., 2006); ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos e acetona 60% por 15 minutos (AQUINO et al., 2009); escarificação mecânica (lixa) (ALEXANDRE et al., 2009; MALAVASI; MALAVASI, 2004; SANTOS; SANTOS, 2010), escarificação mecânica (corte) e escarificação mecânica (corte) seguida de imersão em água por 24 horas (SILVA; SANTOS, 2009).

3.4 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES

A qualidade das sementes é um somatório de todos os atributos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade da semente em originar plantas de alta produtividade (POPINIGIS, 1985). Para avaliação da qualidade fisiológica são realizados testes de germinação e vigor. O teste de germinação é o parâmetro mais utilizado para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes, e tem por objetivo determinar o potencial de germinação de um lote de sementes em condições favoráveis, para fins de semeadura e produção de mudas (BRASIL, 2009; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Os testes de vigor têm como objetivo básico avaliar diferenças na qualidade de lotes que possuem porcentagem de germinação semelhante. O vigor é a soma de todas as propriedades das sementes que determinam o nível de atividade e o desempenho da semente, ou do lote de sementes, durante a germinação e a emergência de plântulas. Estes testes avaliam o potencial para uma emergência rápida e uniforme com o desenvolvimento de plântulas normais em uma ampla faixa de condições ambientais (AOSA, 1983; BRASIL, 2009; ISTA, 2004; MARCOS FILHO, 2005; OLIVEIRA et al., 2009).

Os testes de vigor são classificados como diretos ou indiretos. Os diretos procuram simular as condições de campo, muitas vezes adversas. Os indiretos avaliam atributos que se relacionam indiretamente ao vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; POPINIGIS, 1985).

Não existe um teste universalmente aceito para avaliar o vigor de sementes de uma determinada espécie ou um conjunto de espécies. Além disto, nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) não há a padronização de uma metodologia. Entretanto, vários testes vêm sendo utilizados em pesquisas e por empresas privadas produtoras de sementes (MARCOS FILHO, 2005; OLIVEIRA et al., 2009). Segundo Marcos Filho (2011), há grande concentração de esforços de instituições públicas e privadas para a validação e inclusão nas Regras para Análise de Sementes de testes padronizados ou próximos da padronização de avaliação do vigor de sementes. Porém, as recomendações para espécies florestais nativas ainda ficam em segundo plano, com poucas as espécies relacionadas nas Instruções para as análises de sementes florestais (BRASIL, 2013). Embora algumas espécies apresentem grande potencial de utilização, ainda não foram contempladas com trabalhos de pesquisa envolvendo a avaliação da qualidade de suas sementes.

Na literatura existem estudos com diversas espécies florestais, em que há a utilização de metodologias que avaliam a capacidade germinativa das sementes sob algum tipo de estresse, sendo a salinidade e o déficit hídrico fatores que podem prejudicar a germinação e o desenvolvimento das mudas, entre os quais citam-se: Braga et al. (2008) em sementes de *Schizolobium amazonicum*; Rego et al. (2011) em sementes de *Anadenanthera colubrina*; Spadeto et al. (2012) em sementes de *Apuleia leiocarpa*; Pelegrini et al. (2013) em sementes de *Erythrina falcata* e Ferreira et al. (2013) em sementes de *Cedrela odorata*.

3.5 CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

O processo produtivo de mudas de espécies florestais nativas deve ser planejado e embasado em parâmetros técnicos consistentes e elaborados, com o compromisso de disponibilizar mudas com alto padrão de qualidade para o mercado consumidor (SCREMIN-DIAS et al., 2006).

Um dos grandes desafios da produção de mudas de essências florestais é a dificuldade de se trabalhar com várias espécies. O principal motivo é o fato de cada espécie apresentar características fisiológicas distintas, o que determina um conhecimento de procedimentos operacionais a serem aplicados em viveiro de produção de mudas (CRUZ, 2008; OLIVEIRA, 2010).

Segundo Oliveira et al. (2008), a formação de mudas de qualidade está relacionada ao nível de eficiência do substrato utilizado, que é o meio em que a raiz se desenvolve formando suporte estrutural, fornecendo água, oxigênio e nutrientes para o desenvolvimento da parte aérea das mudas (CARNEIRO, 1995). O substrato é composto pelas fases: sólida, líquida e gasosa. A sólida é constituída por partículas minerais e orgânicas; a líquida por água, na qual se encontram os nutrientes, sendo chamada de solução do solo ou do substrato e; a gasosa pelo ar (GOMES; PAIVA, 2011). Dependendo da estrutura do substrato, da qualidade de aeração, da capacidade de retenção de água e do seu grau de infestação por patógenos, haverá ou não sucesso na germinação das sementes e no desenvolvimento das plantas (POPINIGIS, 1985).

A escolha do substrato, com base na sua formulação, deve ser feita em função da disponibilidade de materiais, suas características físicas e químicas, peso e custo (TOLEDO, 1992). Os substratos mais utilizados na produção de mudas são: terra de subsolo, vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, moinha de carvão moída, palha de arroz carbonizada, serragem, bagaço de cana, acículas de *Pinus*, húmus de minhoca e o composto de resíduos sólidos urbanos (biossólido), em sua constituição original ou combinada (GOMES; PAIVA, 2011).

Para *Enterolobium contortisiliquum*, Afonso et al. (2012) relataram que o substrato comercial associado a areia é o mais adequado para a formação de mudas. No entanto, Gonçalves et al. (2013) estudando a mesma espécie, concluíram que a mistura 50% de vermiculita e 50% de composto orgânico é capaz de promover o crescimento inicial de mudas com melhor qualidade. Em

Enterolobium maximum, Lucena et al. (2007) observaram que a adição de matéria orgânica na composição dos substratos condicionou ao melhor desenvolvimento das mudas.

O bioossólido é uma alternativa viável como substrato, pois sua utilização traz benefícios no âmbito ecológico, com a minimização de problemas ambientais relacionados com a deposição dos resíduos gerados nas atividades humanas e ou industriais (MAGELA et al., 2012), além de ser uma fonte nutricional para as mudas, pois sua presença melhora a fertilidade do solo, com aumento dos teores de fósforo, matéria orgânica, potássio, cálcio e magnésio (MODESTO et al., 2009).

O bioossólido tem sido recomendado na produção de mudas de *Senna siamea* (FAUSTINO et al., 2005), *Schinus terebynthifolius* (NÓBREGA et al., 2007), *Jatropha curcas* (CAMARGO et al., 2010), *Toona ciliata* var. *australis* (CALDEIRA et al., 2012), *Sesbania virgata* (DELARMELENA et al., 2012) e *Acacia mangium* (CALDEIRA et al., 2014).

Outro fator determinante para produção de mudas é a luminosidade, que está diretamente ligada à fotossíntese e sua intensidade e quantidade podem alterar o metabolismo e crescimento das mudas (MARCOS FILHO, 2005). Exercendo papel de destaque sobre todos os estádios do desenvolvimento vegetal (SILVA et al., 2007). Os diferentes graus de luminosidade causam, em geral, mudanças morfológicas e fisiológicas na planta, sendo que o grau de adaptação é ditado por características particulares de cada espécie em interação com seu meio (SCALON et al., 2003).

Segundo Scalon e Alvarenga (1993), a amplitude de respostas das plantas à luminosidade, principalmente quanto ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea e à sobrevivência, é muito grande. Estudos sobre a capacidade de uma determinada espécie em adaptar-se a diferentes condições de luminosidade pode ser avaliado pelo crescimento inicial das plantas em diferentes condições, sendo que tem sido observado que a eficiência no crescimento da planta pode estar relacionada à sua habilidade de adaptação às condições luminosas do ambiente (SILVA et al., 2007; VALLADARES et al., 2000).

O sombreamento artificial com o uso de tela sombrite (poliolefinas) em estudos de avaliação do crescimento inicial de mudas tem sido amplamente utilizado, por ser uma prática capaz de isolar o efeito da intensidade luminosa e fornecer às parcelas experimentais condições uniformes de iluminação (REGO;

POSSAMAI, 2006). A influência da luminosidade na fase de crescimento inicial de mudas vem sendo estudada em espécies florestais como *Mabea fistulifera* (GOMES JÚNIOR, 2011), *Dipteryx alata* (MOTA et al., 2012), *Sclerolobium paniculatum* (FREITAS et al., 2012), *Erythina velutina* (SANTOS; COELHO, 2013), *Enterolobium contortisiliquum* (SOUZA et al., 2013) e *Joannesia principis* (2013).

4 REFERÊNCIAS

- AFONSO, M. V.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z. VILELA, F. A. Composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong). **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p.1019-1026, 2012.
- ALEXANDRE, R. S.; GONÇALVES, F. G.; ROCHA, A. P.; ARRUDA, M. P. de; LEMES, E. de Q. Tratamentos físicos e químicos na superação de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 156-159, 2009.
- ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; PAULA, R. C. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 877-885, 2005.
- ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. de L. A.; OLIVEIRA, L. S. B. de; SILVA, H. T. F. da. Aspectos biométricos de frutos e sementes, grau de umidade e superação de dormência de jatobá. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 293-299, 2010.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-202, 2009.
- AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing. 93p. 1983. (Contribution 32).
- AQUINO, A. F. M. A. G. de; RIBEIRO, M. C. C.; PAULA, Y. C. M.; BENEDITO, C. P. Superação de dormência em sementes de orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.). **Revista Verde**, v. 4, n. 1, p. 69-75, 2009.
- 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.
- BARBOSA, A. P.; SAMPAIO, P. de T. B.; CAMPOS, M. A. A.; VARELA, V. P.; GONÇALVES, C. de Q. B.; ILDA, S. Tecnologia alternativa para a quebra de dormência das sementes de pau-de-balsa (*Ochromalagopus* Sw., Bombacaceae). **Acta Amazônica**, v. 34, n.1, p. 107–110, 2004.
- BENÍCIO, T. M. A.; NARDELLI, M. J.; NOGUEIRA, F. R. B.; ARAÚJO, J. A. S.; RIET-CORREA, F. Intoxication by the pods of *Enterolobium contortisiliquum* in goats. In: PANTER K. E.; WIERENGA T. L.; PFISTER J. A. (Ed.), **Poisonous plants: global research and solutions**. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, p. 80-85, 2007.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 295-299, 2004.

BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; CESARO, A. S.; LIMA, G. P. P.; GONÇALVES, A. N. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 78, p. 157-163, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para a análise de sementes florestais**. Brasília: MAPA/ACS/CGAL, 2013. 98 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009, 399p.

CALDEIRA, M. V. W.; FAVALESSA, M.; GONÇALVES, E. de O.; DELARMELINA, W. M.; SANTOS, F. E. V.; VIERA, M. Lodo de esgoto como componente de substrato para a produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 34-43, 2014.

CALDEIRA, M. V. W.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. de O.; DELARMELINA, W. M.; SPERANDIO, H. V.; TRAZZI, P. A. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. *australis*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1009-1017, 2012.

CAMARGO, R. de; MALDONADO, A. C. D.; SILVA, P. A.; COSTA, T. R. Biossólido como substrato na produção de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1304-1310, 2010.

CAMPOS FILHO, E. M. (Org.) **Plante as árvores do Xingu e Araguaia**. Ed. rev. e ampl. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2012. 260p.

CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, v. 3, n. 4, p. 619-631, 2009.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

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

CORRÊA, M. P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1978.

COSTA, R. L. D.; MARINI, A.; TANAKA, D.; BERND'T, A.; ANDRADE de F. M. E. Um caso de intoxicação de bovinos por *Enterolobium contortisiliquum* (timboril) no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 313-316, 2009.

CRUZ, B. S. da. Influência da adubação fosfatada no incremento em altura de mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliensis*). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n. 11, Monografia, 2008.

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

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

CUNHA-SILVA, G. R.; RODRIGUES, C. M.; MIRANDA, S. do C. de. Dados biométricos de frutos e sementes de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y. T. Lee & Langenh e *H. martiana* Hayne. **Revista Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 121-127, 2012.

DAPONT, E. C.; SILVA, J. B.; OLIVEIRA, J. D.; ALVES, C. Z.; DUTRA, A. S. Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 598-605, 2014.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. de O. Uso do lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agroambiente**, v. 7, n. 2, p. 184-192, 2013.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

FAUSTINO, R.; KATO, M. T.; FLORÊNCIO, L.; GRAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, suple, p. 278-282, 2005.

FENNER, M. **Seed ecology**. London: Chapman & Hall, 1993.

FERREIRA, E. G. B. de S.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. de M.; OLIVEIRA, R. G. de; SALES, A. G. F. A. Processo germinativo e vigor de sementes de *Cedrela odorata* L. sob estresse salino. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 99-105, 2013.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO JÚNIOR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. (Ed.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. v. 2, 2010. 830p.

FREITAS, A. R.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T.; MENGARDA, L. H. G.; VENANCIO, L. P.; CALDEIRA, M. V. W. Superação da dormência de sementes de jatobá **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 85-90, 2013.

FREITAS, G. A. de; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M. A. B.; ANDRADE, C. A. O. de; LUCENA, G. N.; SILVA, R. R. da. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de áreas degradadas. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 3, p. 5-12, 2012.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: EMBRAPA-florestas, doc. 40. 2000. 28p.

GAMA, J. R. V.; PINHEIRO, J. C. Inventário florestal para adequação ambiental da Fazenda Santa Rita, município de Santarém, estado do Pará. **Floresta**, v. 40, n. 3, p. 585-592, 2010.

GIACHINI, R. M.; LOBO, F. de A.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e; ORTÍZ, C. E. R. Influência da escarificação e da temperatura sobre a germinação de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W. Grimes (sete cascas). **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p.75-80, 2010.

GOMES JÚNIOR, D. **Qualidade fisiológica de sementes e produção de mudas de *Mabea fistulifera* Mart.** 2011. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Jerônimo Monteiro-ES, 2011.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais: propagação sexuada – Série didática**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. 116p.

GONÇALVES, F. G.; ALEXANDRE, R. S.; SIVA, A. G. LEMES, E. Q.; ROCHA, A. P.; RIBEIRO, M. P. A. Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1125-1133, 2013.

GRECCO, F. B.; DANTAS, A. F. M.; RIET-CORREA, F.; LEITE, C. G. D.; RAPOSO, J. B. Cattle intoxication from *Enterolobium contortisiliquum* pods. **Veterinary and Human Toxicology**, v. 44, n. 3, p.160-162, 2002.

IVANI, S. de A.; SILVA, B. M. da S. e; OLIVEIRA, C. de; MÔRO, F. V. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de castanheira (*Terminalia catappa* L. – Combretaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 517-522, 2008.

INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. **ISTA**. Zürich, 2004,180p.

LEWIS, G. SCHRINE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the world**. Royal Botanic Gardens, Kew, 2005. 577p.

LIMA, J. S.; CHAVES, A. P.; MEDEIROS, M. A.; RODRIGUES, G. S. de O.; BENEDITO, C. P. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Verde**, v. 8, n.1, p. 104-109, 2013.

LIMA, H. C. de; QUEIROZ, L. P.; MORIM, M. P.; SOUZA, V. C.; DUTRA, V. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; IGANCI, J. R. V.; FORTUNATO, R. H.; VAZ, A. M. S. F.; SOUZA, E. R. de; FILARDI, F. L. R.; VALLS, J.F.M.; GARCIA, F.C.P.; FERNANDES,

J. M.; MARTINS-da-SILVA, R. C. V.; PEREZ, A. P. F.; MANSANO, V. F.; MIOTTO, S. T. S.; TOZZI, A. M. G. A.; MEIRELES, J. E.; LIMA, L. C. P.; OLIVEIRA, M. L. A. A.; FLORES, A. S.; TORKE, B. M.; PINTO, R. B.; LEWIS, G. P.; BARROS, M. J. F.; SCHÜTZ, R.; PENNINGTON, T.; KLITGAARD, B. B.; RANDO, J. G.; SCALON, V. R.; CARDOSO, D. B. O. S.; COSTA, L. C. da; SILVA, M. J. da; MOURA, T. M.; BARROS, L. A. V. de; SILVA, M. C. R.; QUEIROZ, R. T.; SARTORI, A. L. B.; CAMARGO, R. A.; LIMA, I. B.; COSTA, J. *Fabaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB115>>. Acesso em: 01 Jul. 2014.

LIMA-JUNIOR, M. J. V. **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. Manaus: UFAM, 2010, 146p.

LOPES, J. C.; BARBOSA, L. G.; CAPUCHO, M. T. Biometria, dormência e viabilidade de sementes de *Sena macranthera*. **Revista Nucleus**, v. 19, n. 2, p. 247-256, 2012.

LUCENA, A. M. A. de; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Desenvolvimento de mudas de cássia e tamboril em diferentes composições de substratos. **Revista Verde**, v. 2, n. 1, p. 78-84, 2007.

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

MAGELA, M. L. M.; CAMARGO, R. de; SOUZA, M. F. de; ALVES FILHO, A.; PAULA, C. O. de. Biossólido na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 166-178, 2012.

MAGNANINI, A.; MAGNANINI, C. **Árvores gigantes da terra e as maiores assinaladas no Brasil**. São Paulo: CNRBMA, 2002. Série Ciência e Pesquisa, n. 2. 25p.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M. Dormancy breaking and germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 851-854, 2004.

MANTOAN, P.; SOUZA-LEAL, T.; PESSA, H.; MARTELINE, M. A.; PEDROSO-DE-MORAES, C. Escarificação mecânica e química na superação de dormência de *Adenantha pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.

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

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: dimensão e perspectivas. **Seed News**, Ano XV, n. 1, 2011. Disponível em: <http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=92>. Acesso em: 01 Jul. 2014.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 08-17, 2007.

MAYER, A. C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. London: Pergamon Press, 1989. 270p.

MODESTO, P. T.; SCABORA, M. H.; COLODRO, G.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Alterações em algumas propriedades de um latossolo degradado com uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1489-1498, 2009.

MOREIRA, F. M. S. Nodulação e crescimento de 49 leguminosas arbóreas nativas da Amazônia em viveiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 21, p. 581-590, 1997.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 423-431, 2012.

NEDEL, J. L. Fundamentos da qualidade de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D´A.; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 1 ed. Pelotas: Ed. Universitária, 2003. p. 94-136.

NÓBREGA, R. S. A.; BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M. de; MOREIRA, F. M. de S. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebynthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 239-246, 2007.

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

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional**, v. 2, n. 4, p.1-21, 2009.

OLIVEIRA, M. T. R. de; BERBERT, P. A.; PEREIRA, R. de C.; VIEIRA, H. D.; CARLESSO, V. O. Características biométricas e físico-químicas do fruto, morfologia da semente e da plântula de *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 251-260, 2011.

OLIVEIRA, R. B. de; LIMA, J. S. de S.; SOUZA, C. AL. M. de; SILVA, S. de A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n.1, p. 122-128, 2008.

OLIVEIRA, S. S. C. de. **Caracterização morfométrica, germinação, conservação de sementes e produção de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.)**

Brenan em função de diferentes substratos orgânicos. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal e Proteção de Plantas) Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2010.

PELEGRINI, L. L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. S.; QUOIRIN, M. G. G. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 511-519, 2013.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Produção de sementes. In: PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos.** 1 ed. Pelotas: Ed. Universitária, 2003. p. 12-91.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M.; LELES, P. S. dos S.; BREIER, T. B. **Parâmetros técnicos para produção de Sementes Florestais**, Seropédica, EDUR/UFRJ, 2007, 188p.

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

PINHEIRO, K. A. O.; CARVALHO, J. O. P.; QUANZ, B.; FRANCEZ, L. M. B.; SCHWARTZ, G. Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da Amazônia: indicação de espécies para recuperação de áreas alteradas. **Floresta**, v. 37, n. 2, p. 175-187, 2007.

PORTAL NACIONAL DA MADEIRA (REMADE). Madeiras – Espécies – Madeiras Brasileiras e Exóticas/Tamboril. 2014. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/madeira_especies.php?num=240&title=Madeiras>. Acesso em: 30 jun. 2014.

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

REBOUÇAS, E. R.; GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Caracterização física de frutos e sementes de goiaba da Costa-Rica, produzidos em Manaus, Amazonas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 546-548, 2008.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim Pesquisa Florestal**, n. 53, p. 179-194, 2006.

REGO, S. S.; FERREIRA, M. M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. SOUZA, R. K. de; BRONDANI, G. E.; ARAUJO, M. A.; SILVA, A. L. L. da. Estresse hídrico de salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 2, n. 4, p. 37-42, 2011.

SANTOS, H. M. dos; SANTOS, G. A. dos. Superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 10, p. 1-11, 2010.

SANTOS, L. W. dos; COELHO, M. de F. B. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 571-577, 2013.

SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de pau-pereira (*Platygyamus regnelli* Benth). **Revista Árvore**, v. 17, n. 3, p. 265-270, 1993.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; WATHIER, F.; SCALON FILHO, H. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong): efeito de tratamentos químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 529-536, 2006.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condições de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SPADETO, C.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G.; MATHEUS, M. T.; BERNARDES, P. M. Estresse salino e hídrico na germinação de sementes de garapa (*Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 539-551, 2012.

SPERANDIO, H. V.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Superação de dormência de sementes de *Mimosa setosa* Benth. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 4, p. 385-390, 2013.

SCREMIM-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. dos R. H.; SOUZA, P. R. de. **Produção de mudas de espécies florestais: manual**. Série – Rede de Sementes do Pantanal. Campo Grande/MS:Editora UFMS. 2006. 62p.

SILVA, B. M. da; MÔRO, F. V. Aspectos morfológicos do fruto, da semente e desenvolvimento pós-seminal de faveira (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. – Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 195-201, 2008.

SILVA, B. M. da S. e; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. da S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, M. de S.; SANTOS, S. R. G. Tratamentos para superar dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang – tamboril. **IF Série Registro**, n. 40, p. 161-165, 2009.

SOUZA, A. S.; ABREU, S. C.; SILVA, C. M.; SANTOS, J. X.; REIS, A. R. S. Desenvolvimento inicial de plântulas de tamboril [*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang] em diferentes níveis de intensidade luminosa. **Informativo ABRATES**, v. 33, n. 3, p. 32-36, 2013.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; DUTRA, I. S.; BRITO, I. S.; CHAGAS, B. R.; FRANÇA, T. N.; BRUST, L. A. G. Experimentos em bovinos com favas de *Enterolobium contortisiliquum* e *Enterolobium timbouva* para verificar propriedades

fotossensibilizantes e/ou abortivas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 19, n.1, p. 39-45, 1999.

TOLEDO, A. R. M. **Efeito de substratos na formação de mudas de laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK cv. Pêra Rio) em vaso**. 1992. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

VALLADARES, F.; WRIGHT, S.J.; LASSO, E.; KITAJIMA, K.; PEARCY, R. W. Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a Panamanian rainforest. **Ecology**, v. 81, n. 7, p. 1925-1936, 2000.

VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. Tecnologia de sementes: Métodos de quebra de dormência de sementes. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. 1997. Disponível em: < <http://www.ipef.br/tecsementes/dormencia.asp>>. Acesso em: 30 jun. 2014.

ZWIRTES, A. L.; BARONIO, C. A.; CANTARELLI, E. B.; RIGON, J. P.; CAPUANI, S. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 469-473, 2013.

CAPÍTULO I

BIOMETRIA, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ABSORÇÃO DE ÁGUA DE SEMENTES DE *Enterolobium maximum* DUCKE

BIOMETRIA, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ABSORÇÃO DE ÁGUA DE SEMENTES DE *Enterolobium maximum* DUCKE

RESUMO

Enterolobium maximum Ducke é uma Fabaceae (Mimosoideae) de grande porte, típica da Floresta Amazônica, e que para a qual não é descrita na literatura a caracterização física e fisiológica das sementes. O trabalho objetivou realizar a biometria e a caracterização física e da absorção de água de sementes da espécie. Determinou-se o comprimento, largura, espessura e massa de sementes. Foram avaliados a umidade inicial, massa de 1000 sementes e número de sementes por quilograma. A curva de embebição foi realizada com sementes intactas e escarificadas submetidas a três métodos de embebição: água (sementes submersas em água destilada), sobre papel e rolo de papel. Para a determinação do volume das sementes durante a embebição utilizou-se o método rolo de papel avaliando três tipos de água: comum, destilada e tipo I. As sementes não apresentaram grande variação para o tamanho e peso, com média de 19,03 mm de comprimento, 11,53 mm de largura, 6,43 mm espessura e 1,05 g de massa. A umidade inicial das sementes foi de 8,68% em média, com massa de 1000 sementes de 964,59 g, correspondendo a 1037 sementes kg^{-1} . Nos métodos de embebição em água e sobre papel as sementes não apresentaram o padrão trifásico de absorção de água. O método de embebição em rolo de papel proporcionou a identificação da fase III da curva de embebição. As sementes de *Enterolobium maximum* apresentam dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento. O processo de absorção de água e o volume de sementes não são afetados com a utilização dos diferentes tipos de água durante a embebição.

Palavras chave: tamboril-da-mata, embebição, volume, dormência tegumentar, semente florestal.

BIOMETRICS, PHYSICAL CHARACTERISTICS AND WATER ABSORPTION OF SEEDS *Enterolobium maximum* Ducke

ABSTRACT

Enterolobium maximum Ducke is a Fabaceae (Mimosoideae) a tree of great load, typical of the Amazon forest, and to which is not described in the literature physical and physiological characterization of seed. This work aimed to make biometrics and physical absorption and seed *Enterolobium maximum* water characterization. It was determined the length, width, thickness and mass of seeds. The initial moisture content, weight of 1000 seeds and number of seeds per kilogram were evaluated. The imbibition curve was performed with intact and scarified seeds submitted to three methods of soaking: water (seeds submerged in distilled water) on paper and paper roll. For the determination of the volume of the seeds during the imbibition method used the scroll evaluating three types of water: common distilled and type I. The seeds did not show great variation in size and weight, with a mean of 19.03 mm long, 11.53 mm wide, 6.43 mm thick and 1.05 g of mass. The initial seed moisture content was 8.68% on average, with a mass of 1000 seeds of 964.59 g, corresponding to 1037 seed kg⁻¹. In the methods of soaking in water of paper and the seeds showed no phase pattern of the water absorption. The method of soaking into the paper roll provided the identification of phase III of the imbibition curve. The seeds have *Enterolobium maximum* dormancy imposed by the impermeability of the integument. The process of water absorption and the volume of seeds are not affected by the use of different types of water during soaking.

Keywords: tamboril-da-mata, imbibition, volume, tegumentar dormancy, forest seed.

1 INTRODUÇÃO

O tamboril-da-mata (*Enterolobium maximum* Ducke) pertence à família Fabaceae (Mimosoideae) e é uma arbórea típica das matas da região do Pará, Amazonas, Acre e Mato Grosso (CAMPOS FILHO, 2012; LUCENA et al., 2007). É uma espécie de terra firme, intolerante à sombra, que apresenta crescimento rápido, podendo atingir mais de quatro metros em dois anos, comportamento considerado excelente para a utilização em reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (MOREIRA, 1997; PINHEIRO et al., 2007), para a qual não é descrita na literatura a caracterização física e fisiológica das sementes.

O estudo das características biométricas de sementes e frutos é de fundamental importância para a diferenciação de espécies do mesmo gênero (CRUZ et al., 2001), e tem sido realizado em diversas espécies florestais, como: *Hymenaea courbaril* (ANDRADE et al., 2010); *Anadenanthera colubrina* e *Enterolobium contortisiliquum* (BARRETO; FERREIRA, 2011), *Anadenanthera macrocarpa* (OLIVEIRA et al., 2012), *Amburana cearensis* (SILVA et al., 2013) e *Stryphnodendron adstringens* (FREITAS et al., 2014). Além disto, Baskin e Baskin (2001) consideram as características biométricas fundamentais em estudos de dispersão, e estabelecimento de plântulas, bem como para diferenciar espécies pertencentes a grupos ecológicos distintos em florestas tropicais.

Com a utilização das características biométricas, como tamanho e peso, pode-se realizar a separação de sementes em classes e investigar a associação destas características com a qualidade fisiológica das sementes. Em geral, sementes maiores apresentam maior germinação e vigor, como para *Eugenia dysenterica* (NIETSCHKE et al., 2004), *Mimosa caesalpiniiifolia* (ALVES et al., 2005) e *Brosimum gaudichaudii* (Faria et al., 2013). Assim, a classificação por tamanho é um subsídio na produção de mudas, uniformizando a emergência de plântulas e a padronização das mudas em tamanho e vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A germinação caracteriza-se pela protrusão de uma das partes do embrião (geralmente da radícula), associada ao crescimento (BORGHETTI; FERREIRA, 2004). Esse crescimento corresponde ao aumento do volume das células do embrião e dos tecidos de reserva, o que ocorre devido ao processo de absorção de água pela semente, promovendo uma sequência de mudanças metabólicas.

Entretanto, isso somente ocorre quando as sementes são viáveis e não apresentam dormência fisiológica ou imposta pelo tegumento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Bewley e Black (1994) consideram que a absorção de água pelas sementes obedece a um padrão trifásico. A fase I é rápida, a fase II é estacionária e na fase III ocorre novamente absorção ativa de água devido à alongação do eixo embrionário. Ainda segundo os mesmos autores a absorção de água depende da espécie ou cultivar, composição química, teor de água da semente e constituição do tegumento, além dos fatores ambientais. Os estudos que buscam a caracterização da curva de embebição de água pelas sementes são particularmente importantes para espécies arbóreas florestais, auxiliando na determinação da dormência tegumentar nas sementes, como para *Cotinus coggygria* var. *cinerea* (DENG et al., 2010), *Adenantha pavonina* (MANTOAN et al., (2012) e *Erythrina velutina* (SILVA JUNIOR et al., 2013).

A ocorrência de dormência tegumentar (impermeabilidade do tegumento a água e/ou oxigênio) em sementes do gênero *Enterolobium* foi relatada por vários autores (MALAVASI; MALAVASI, 2004; SCALON et al., 2006; ALEXANDRE et al., 2009; SILVA; SANTOS, 2009; SANTOS; SANTOS, 2010; SILVA et al., 2012). Em sementes com tais características, o rompimento do tegumento torna-se necessário a fim de permitir a embebição das sementes, reativando as atividades metabólicas que culminam com a germinação.

Dessa forma, estudos relacionados à biometria e à absorção de água pelas sementes de espécies florestais, como o *Enterolobium maximum*, pode contribuir para a identificação correta da espécie e caracterizar seu processo de germinação, auxiliando na padronização dos testes para avaliação da qualidade fisiológica de suas sementes.

Pelo exposto, este trabalho teve como objetivo realizar a biometria e a caracterização física e da absorção de água de sementes de *Enterolobium maximum*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA E BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES

As sementes de *Enterolobium maximum* Ducke foram extraídas de frutos maduros coletados após a queda natural, no solo, entre os meses de setembro a novembro de 2012, de cinco matrizes existentes no município de Alta Floresta, Mato Grosso, localizado entre as coordenadas geográficas 10° 06' 53" S e 56° 12' 02" W, altitude de 284 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical chuvoso, com estação seca nítida de dois meses, com temperatura média anual de 26 °C, e precipitação total anual média de 2620 mm (UNEMAT/CAMPUS DE ALTA FLORESTA, 2014).

Após a coleta dos frutos foi realizado o beneficiamento, limpeza e separação das sementes intactas, eliminando-se as danificadas, imaturas, chochas e deterioradas. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos de polipropileno trançado e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, CCA/UFES, Alegre-ES, onde foram realizados os experimentos.

2.2 BIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SEMENTES

Para as avaliações biométricas foram utilizadas 100 sementes, retiradas aleatoriamente da amostra média. Foram determinados o comprimento, largura, espessura (Figura 1) e massa, com auxílio de paquímetro digital 6" (marca Zaspresicion), com precisão de 0,01 mm e balança analítica (0,0001 g). Foram calculadas as médias, os desvios-padrões, os coeficientes de variação e distribuição da frequência em classes para cada característica.

A umidade inicial das sementes foi determinada pelo método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se duas amostras de cinco sementes cortadas, por se tratarem de sementes com tegumento duro. A massa de mil sementes foi determinada utilizando-se oito amostras de 100 sementes em balança com precisão de 0,01 g. O resultado do peso médio foi expresso em gramas

semente⁻¹. O número de sementes kg⁻¹ foi calculado, a partir da massa de mil sementes (BRASIL, 2009).

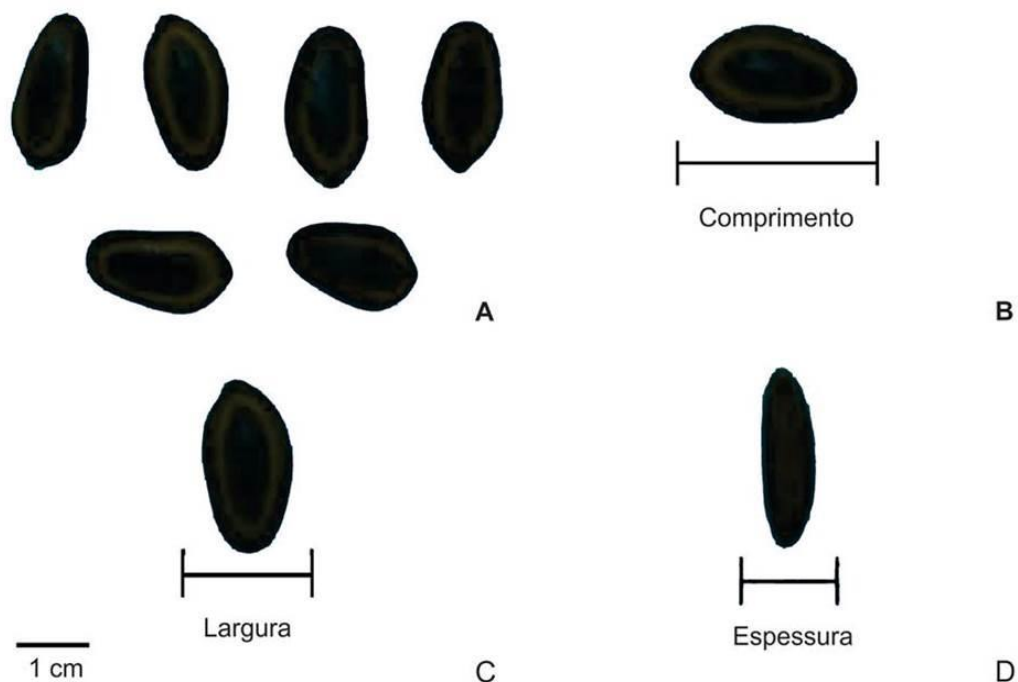


Figura 1. Aspecto geral (A) e posição onde foram obtidas as medidas biométricas (B, C e D) das sementes de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014.

2.3 PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes, em esquema fatorial 2 x 3, sendo duas condições das sementes: intactas e escarificadas (escarificação mecânica feita com lixa d' água nº 80); e três métodos de embebição: água (A) – as sementes foram submersas em um béquer contendo 200 mL de água destilada; sobre papel (SP) – as sementes foram mantidas em caixas tipo gerbox forradas com três folhas de papel germitest e rolo de papel (RP) - as sementes foram dispostas em rolo de papel germitest umedecido com volume de água destilada equivalente a três vezes a massa do papel seco.

Inicialmente, as sementes intactas e escarificadas foram pesadas, distribuídas nos tratamentos e acondicionadas em câmara de germinação tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), com temperatura de 30 °C e fotoperíodo de oito horas. Em todos os métodos de embebição, foram determinados intervalos de tempo para a

avaliação: a cada hora durante as 12 horas iniciais, e posteriormente, a cada 24 horas até que em média 50% das sementes apresentaram emissão de raiz primária. Nestes intervalos as sementes foram secas superficialmente com papel de filtro, pesadas, avaliadas quanto à germinação e aspecto físico e retornadas ao germinador nos respectivos tratamentos (BASKIN; BASKIN, 2001). O ganho de peso foi calculado de acordo com a fórmula:

$$GP = \left(\frac{Pf - Pi}{Pi} \right) \times 100$$

1

Em que: GP: ganho de peso.

Pf: peso final (ganho de umidade a cada período de embebição).

Pi: peso inicial das sementes antes da embebição.

A partir do ganho de peso das sementes foi possível calcular o teor de água nas sementes e determinar a curva de embebição, delimitando as fases de absorção de água pelas sementes de acordo com Bewley e Black (1994).

Após a determinação do método de embebição que melhor demonstrasse o padrão de absorção de água pelas sementes, realizou-se a determinação do volume da semente durante o processo de embebição. Para o teste foram utilizadas três diferentes tipos de água: água comum, água destilada e água tipo I (Utrapurificador de água – PURELAB ultra – marca ELGA). Foram utilizadas 40 sementes, distribuídas em quatro repetições de 10 sementes, adotando-se a mesma metodologia de embebição em rolo de papel. Para a determinação do volume, as sementes foram medidas com o auxílio de um paquímetro digital 6” (Zaasprecision), com precisão de 0,01 mm, nas dimensões comprimento, largura e espessura das sementes.

O delineamento foi inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância. Para a comparação de médias foi utilizado o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. O programa computacional estatístico utilizado foi o ASSISTAT (SILVA, 2014).

2.4 TESTE DE GERMINAÇÃO

O teste de germinação foi realizado concomitantemente a embebição, com sementes intactas e escarificadas, sendo utilizadas quatro repetições de 25 sementes por tratamento. As sementes foram dispostas em rolo de papel germitest umedecido com água destilada, com quantidade equivalente a três vezes a massa do papel seco e, mantidas em câmara de germinação tipo BOD, regulada à temperatura de 30 °C com fotoperíodo de oito horas. Realizou-se a contagem diária da germinação, caracterizada pela protrusão da raiz primária ≥ 3 mm, e o resultado foi expresso em porcentagem de germinação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 BIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SEMENTES

As sementes apresentaram em média 19,03 mm de comprimento; 11,35 mm de largura; 6,43 mm de espessura e 1,05 g de massa (Tabela 1).

Tabela 1. Morfometria de sementes de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014

Variáveis	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV (%)
Comprimento (mm)	14,57	19,03	21,35	1,36	6,91
Largura (mm)	9,29	11,35	14,00	0,76	6,7
Espessura (mm)	4,57	6,43	7,37	0,48	7,46
Massa semente (g)	0,54	1,05	1,44	0,16	14,80

DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação.

Na Figura 2 são apresentados histogramas de frequência de ocorrência de sementes quanto ao comprimento, largura, espessura e massa de semente, em seis classes formadas a partir da amplitude de variação individual destas características em 100 sementes. Para o comprimento, a maioria das sementes (33%) pertence à classe de frequência de 19,1 a 20,22 mm; para a largura, a maioria (42%) das sementes pertence à classe de frequência de 10,87 a 11,65 mm, enquanto para a espessura, a maioria (37%) pertence à classe de frequência 5,98 a 6,44 mm. Com relação à massa de semente, a maior parte (44%) pertence à classe de frequência de 1,00 a 1,14 g. O desvio padrão para comprimento, largura, espessura e massa de semente foram 1,36; 0,76; 0,48 e 0,16, respectivamente (Tabela 1). Os valores de coeficiente de variação registrados foram de 6,91% para o comprimento; 6,7% para largura; 4,46% para espessura e 14,8% para massa de semente. Coeficiente de variação inferior a 10% é considerado baixo; entre 10 e 20% é considerado médio, e de 20 a 30% é considerado alto, quanto o maior o CV, menor a precisão experimental (PIMENTEL GOMES, 2000). Verifica-se, portanto, elevada precisão experimental, sugerindo homogeneidade nos aspectos biométricos avaliados nas sementes de *Enterolobium maximum*.

Para a diferenciação de espécies dentro de um mesmo gênero a caracterização biométrica de sementes e frutos pode fornecer subsídios importantes (CRUZ et al., 2001). Como não foram encontradas na literatura informações sobre

as características biométricas das sementes desta espécie, estes dados são importantes para contribuir com o reconhecimento da espécie em levantamentos florísticos e identificação em banco de sementes (ARAÚJO et al., 2004).

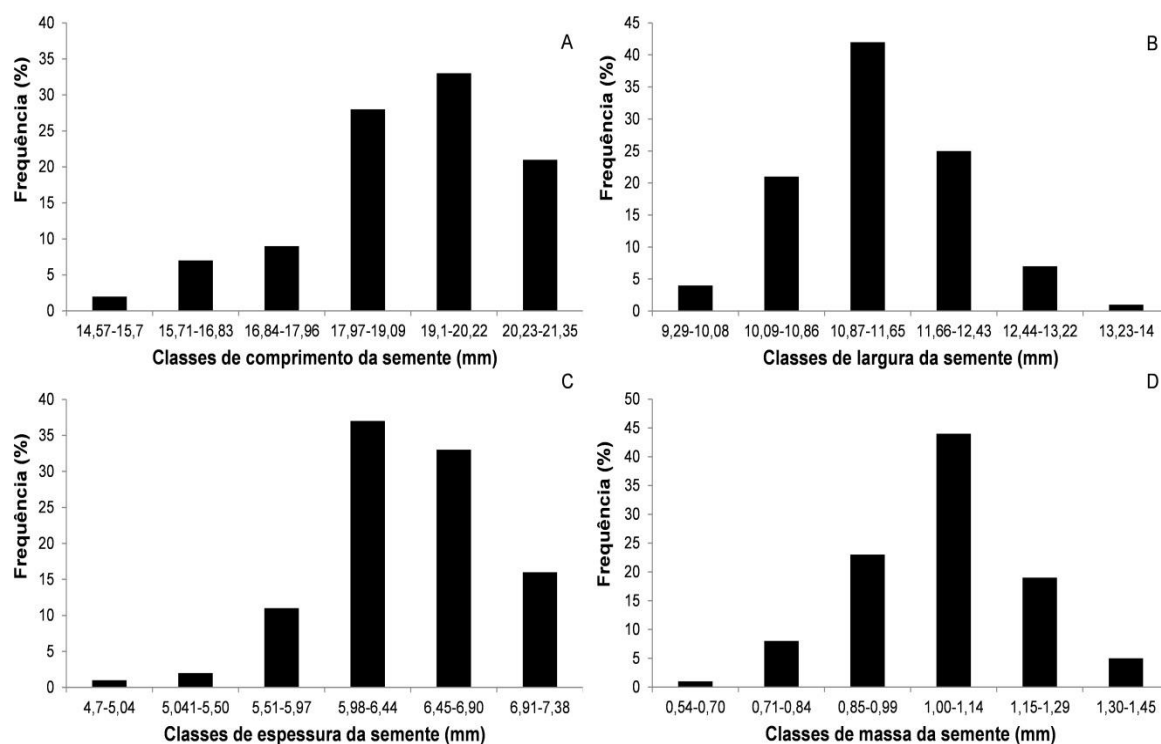


Figura 2. Distribuição da frequência do comprimento (A), largura (B), espessura (C) e massa de sementes (D) de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014.

Em estudo com sementes de *Enterolobium schomburgkii*, coletadas ao longo de quatro anos, Ramos e Ferraz (2008) obtiveram maiores frequência para as dimensões de 7,8 a 8,2 mm de comprimento; 3,7 a 3,9 mm de largura e 2,4 a 2,5 mm de espessura. No entanto, analisando os aspectos morfológicos de sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, Barreto e Ferreira (2011) obtiveram comprimento médio das sementes de $13,5 \pm 1,27$ mm (com variação de 10,5 a 16,4 mm), largura média de $9,5 \pm 0,93$ mm (com variação de 6,4 a 11,0 mm) e espessura média de $6,6 \pm 0,76$ mm (variando de 5,0 a 8,3 mm). O que indica que as sementes de *Enterolobium maximum* deste lote estudado apresentam dimensões maiores que as sementes de espécies do mesmo gênero.

A umidade inicial das sementes foi de 8,68%. O teor de água das sementes é elevado na maturação, decrescendo a partir do momento que a semente se desliga da planta mãe, sendo que a planta mãe não exerce mais controle sobre a umidade

da semente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). As sementes são classificadas quanto ao seu comportamento durante o processo de dessecação e armazenamento, sendo sementes ortodoxas quando o teor de umidade pode chegar entre 2-5% e podendo ser armazenadas a baixas temperaturas sem perderem a viabilidade, recalcitrantes as que não toleram a dessecação a baixos teores de água (<12%) nem o armazenamento a baixas temperaturas (ROBERTS, 1973), e sementes intermediárias as que toleram a dessecação entre 10–12% de umidade, mas não o armazenamento a baixas temperaturas (ELLIS et al., 1990). Marcos Filho (2005) cita que o teor de água das sementes, decresce até que seja atingido o equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar, com isso mudanças internas ocorrem de acordo com as variações do ambiente, influenciando na umidade das sementes e, conseqüentemente no peso das mesmas.

O peso médio de 1000 sementes foi de 964,59 g, correspondendo a 1037 sementes por quilograma ou 0,96 g por semente, discordando dos resultados citados nas instruções para análise de sementes florestais, na qual para *Enterolobium maximum* o número de sementes por quilograma foi de 3600 sementes (BRASIL, 2013). Esta variação pode estar associada a fatores genéticos, condições ambientais climáticas onde a planta se desenvolve, estágio de maturação dos frutos, teor de água das sementes, dentre outros, que podem afetar diretamente a qualidade das sementes (FIGLIOLIA; AGUIAR, 1993).

As sementes de *Enterolobium maximum* estão inseridas na categoria de sementes grandes, pois, apresentam menos que 5000 unidades kg^{-1} (ISTA, 2004; BRASIL, 2009). Entre as repetições, para determinação do peso das sementes, o desvio padrão foi de 3,15 e o coeficiente de variação de 3,26%, considerada como pequena variação entre as sementes. A pequena variação entre as sementes pode ser explicada devido às sementes serem de um mesmo lote, provenientes de matrizes próximas, ou seja, existindo variação ambiental e genética.

3.2 PADRÃO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA

Análise de variância do teor de água das sementes (Apêndice A), que evidenciou interação significativa entre os fatores escarificação e métodos de embebição ($p > 0,05$).

Estudos vêm sendo realizados com espécies arbóreas e florestais demonstrando a relevância do conhecimento do comportamento do padrão de absorção de água e caracterização da curva de embebição, como para sementes de *Adenantha pavonina* (MANTOAN et al., 2012); *Erythrina velutina* (SILVA JUNIOR et al., 2012); *Jatropha curcas* (LOUREIRO et al., 2013) e *Moringa oleifera* (RABBANI et al., 2013).

Com os métodos de embebição de submersão das sementes em água (A) e sobreposição em papel embebido em água (SP), as sementes escarificadas apresentaram aumento de 3,31 e 5,32% de água, respectivamente, (Figura 2A), entrando na fase I a partir da primeira hora. Houve acréscimo de 44% de água durante as 12 horas iniciais da embebição, atingindo, valores de 56,62 e 58,73% de água nas sementes, respectivamente, caracterizando a fase II. No entanto, as sementes permaneceram nesta fase, não atingindo a fase III e, após 48 horas de embebição, atingiram valor máximo de teor de água, 68,01 e 69,46%, respectivamente. Posteriormente, observou-se decréscimo no teor de água das sementes, atingindo valores de 66,87 e 67,91%.

Ao final da avaliação constatou-se que as sementes encontravam-se visivelmente deterioradas, possivelmente pelo baixo suprimento de oxigênio, corroborando com os resultados encontrados por Pinedo e Ferraz (2008), em sementes de *Parkia pendula* hidrocondicionadas. Durante o processo de embebição há a reidratação das macromoléculas e organelas celulares, proporcionando o aumento das atividades respiratórias. Esse aumento é rápido, e a velocidade respiratória é maior. Dessa forma, as sementes necessitam de maior quantidade de oxigênio. No entanto, em condições de grande disponibilidade de água, pode ocorrer o baixo suprimento de oxigênio, prejudicando a semente (POPINIGIS, 1985). Dessa forma, as sementes que foram submetidas aos métodos água (A) e sobre papel (SP) não germinaram, possivelmente por conta da deterioração. O método de embebição em rolo de papel (RO) permitiu que as sementes ingressassem na fase III, o que ocorreu após 48 horas de embebição. Este resultado corrobora com os resultados obtidos em estudo sobre a absorção de água em sementes vivas e mortas de *Jatrophas curcas*, no qual se verificou que somente as sementes vivas apresentam o padrão trifásico de absorção de água, ingressando na fase III após 60 horas de embebição (EVENCIO et al., 2011).

Para o método rolo de papel (RO) as sementes também entraram na fase I a partir da primeira hora de embebição (Figura 3A), porém, com um aumento mais lento no teor de água (1,83%). Houve acréscimo de 12,37% de água durante as 12 horas iniciais do processo de absorção, atingindo 22,88% de água nas sementes. Somente nas sementes submetidas a este método de embebição observou-se a fase III (Figura 3B), a qual teve início a partir de 12 horas, atingindo valores de 62% de água após 48 horas, culminando com a protrusão da raiz primária.

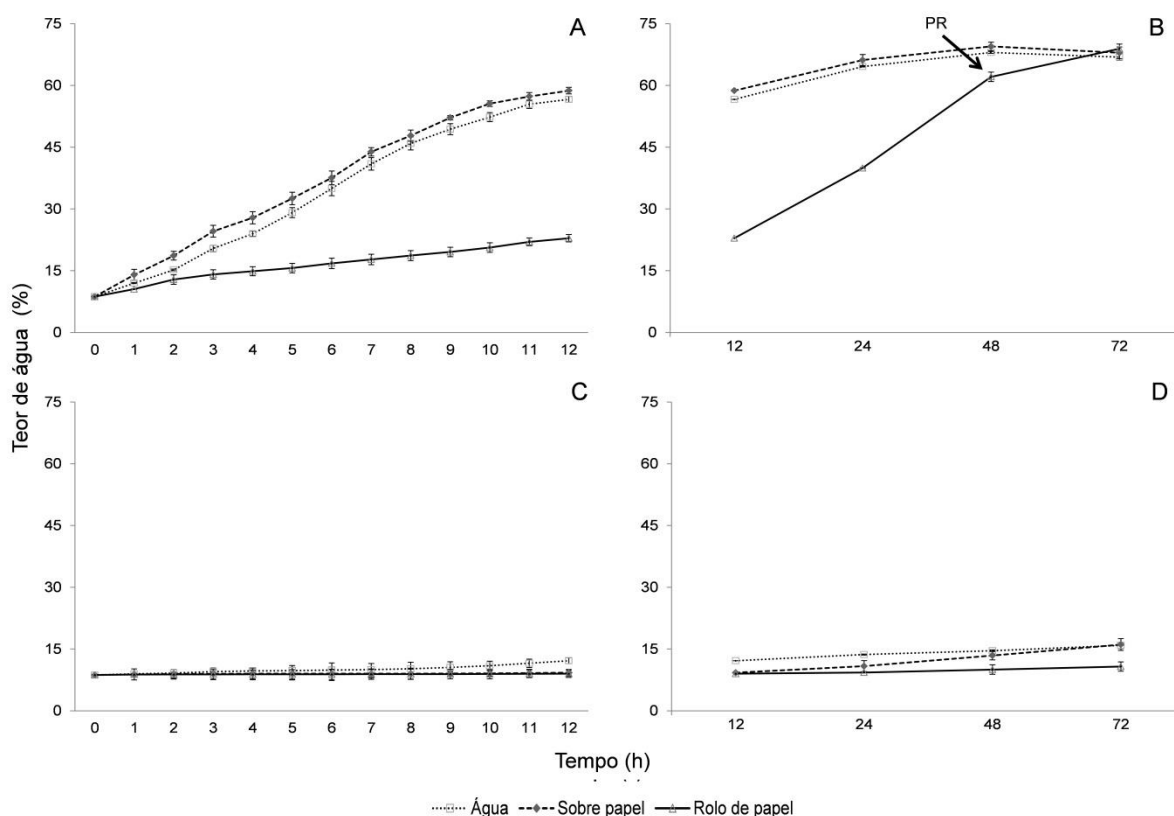


Figura 3. Teor de água (%) de sementes escarificadas (A, B) e intactas (C, D) de *Enterolobium maximum* submetidas aos três métodos de embebição: sementes submersas em água destilada (A), sobre papel (SP) e rolo de papel (RO). Período de 0 a 12 horas (A, C), período de 12 a 72 horas (B, D). A seta (PR) indica protrusão da raiz primária. Alegre/ES, 2014.

Quando submetidas aos métodos de submersão em água (A) e sobre papel (SP) a área de contato das sementes foi maior, o que pode favorecer a velocidade de absorção de água pelas sementes. No entanto, estas sementes apresentaram deterioração e não germinaram. No método rolo de papel (RO) a área de contato das sementes com a água proporcionou absorção suficiente para que germinassem, sem que houvesse deterioração. Logo, o rolo de papel foi o método que melhor

proporcionou a identificação do padrão de absorção de água. Este padrão foi similar ao observado por Ferreira et al. (2006), em sementes de atemóia.

Segundo Bewley e Black (1994), a embebição se inicia com o rápido ganho de água sendo um processo puramente físico que ocorre independentemente da semente ser viável ou inviável, a não ser que se trate de dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento. Após a fase I, observa-se uma estabilização na absorção (fase II) e, posteriormente, a semente volta a ganhar água como consequência da germinação (fase III). No presente estudo, quando submetidas ao método do rolo de papel (RO), as sementes de *Enterolobium maximum* absorveram água gradativamente sem cessar, não sendo possível observar a fase estacionária (fase II) conforme o modelo proposto por Bewley e Black (1994). No entanto, concomitante a constante absorção de água, as sementes iniciaram a emissão da raiz primária. Logo, as atividades metabólicas necessárias ao processo germinativo ocorreram sem paralisar a absorção de água.

Em sementes intactas de *Enterolobium maximum*, todos os métodos mostraram-se ineficientes para a absorção de água (Figura 3C, D), atingindo teor de água máximo em torno de 16%, após 72 horas para o método sobre papel. Estes dados sugerem que, provavelmente, por apresentarem tegumento rígido e na ausência de escarificação, estas não conseguiram absorver água suficiente para dar início as atividades metabólicas da germinação. A fase inicial de germinação tem início com a embebição da água, reidratando as sementes e ativando o metabolismo do tecido embrionário (POPINIGIS, 1985), que ocorre ao atingir teor de água próximo a 40% para as sementes cotiledonares (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), como é caso de *Enterolobium maximum*. Logo, confirma-se que as sementes desta espécie apresentam dormência tegumentar. A resposta observada condiz com os resultados observados em avaliações da curva de embebição em sementes intactas e escarificadas de outras espécies, como *Caesalpineia ferrea* var. *leiostachya*, *Cassia grandis*, *Samanea saman* (LOPES et al., 1998); *Caesalpineia ferrea* (LIMA et al., 2006); *Parkia discolor* (PEREIRA; FERREIRA, 2010) e de *Gleditschia amorphoides* (BORTOLINI et al., 2011).

Observando o teor de água final em função das condições de escarificação e dos métodos na absorção de água das sementes (Tabela 2), verifica-se que a escarificação promoveu maior absorção de água em qualquer método adotado em relação às sementes intactas.

Tabela 2. Teor de água em função do tratamento físico no tegumento e dos métodos na absorção água em sementes de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014

Escarificação	Métodos		
	A	SP	RP
Escarificado	66,87 aA*	67,91 aA	68,90 aA
Intacto	15,90 bA	16,08 bA	10,75 bB

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao tipo de água utilizado (Figura 4) não houve diferença no padrão de absorção de água das sementes. Ao final do processo de embebição (72 horas) as sementes apresentavam 68, 66 e 68% de umidade para água tipo I, água destilada e água comum, respectivamente.

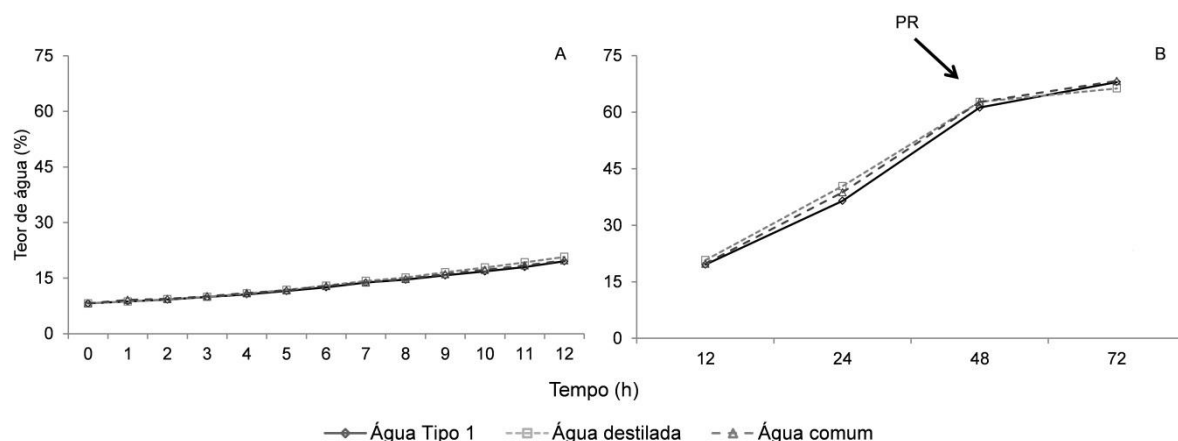


Figura 4. Teor de água (%) de sementes escarificadas de *Enterolobium maximum* submetidas à embebição em diferentes tipos de água. Período de 0 a 12 horas (A), período de 12 a 72 horas (B). A seta (PR) indica protrusão da raiz primária. Alegre/ES, 2014.

Considerando o aumento de volume das sementes (Figura 5) durante a embebição não houve diferença quanto os tipos de água testados. Os volumes para água tipo I, água destilada e água comum, após 72 horas do início da embebição, foram respectivamente 41, 43 e 44 cm³. As repostas obtidas a partir do volume de sementes apresentaram o mesmo padrão observado no teor de água. Quando houve aumento significativo no teor de água das sementes a partir de 12 horas do início do processo, similarmente, houve aumento no volume.

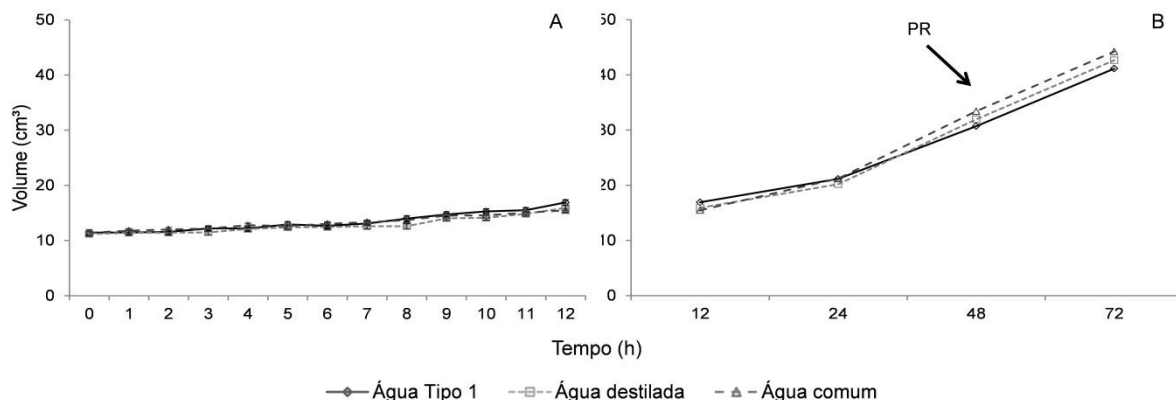


Figura 5. Volume de sementes escarificadas de *Enterolobium maximum* submetidas à embebição em diferentes tipos de água. Período de 0 a 12 horas (A), período de 12 a 72 horas (B). A seta (PR) indica protrusão da raiz primária. Alegre/ES, 2014.

O aumento do volume de sementes foi rápido após 12 horas do início da embebição, apresentando em média 16 cm³; após 24 horas apresentaram 21 cm³, após 48 horas houve aumento de aproximadamente 11 cm³, atingindo 32 cm³, e quando houve protrusão da raiz primária, após 72 horas, as sementes apresentaram 43 cm³.

3.3 TESTE DE GERMINAÇÃO

Após 72 horas do início da embebição, em média 85% das sementes apresentavam protrusão da raiz primária, e que as sementes intactas não apresentaram embebição durante o período avaliado (Figura 6). A impermeabilidade do tegumento à água, conforme verificado é uma das causas mais comuns de dormência nas leguminosas (POPINIGIS, 1985). Este fenômeno também foi verificado em sementes de *Hymenaea courbaril* (FREITAS et al., 2013); *Delonix regia* (LIMA et al., 2013); *Mimosa setosa* (SPERANDIO et al., 2013) e de *Schizolobium amazonicum* (DAPONT et al., 2014).

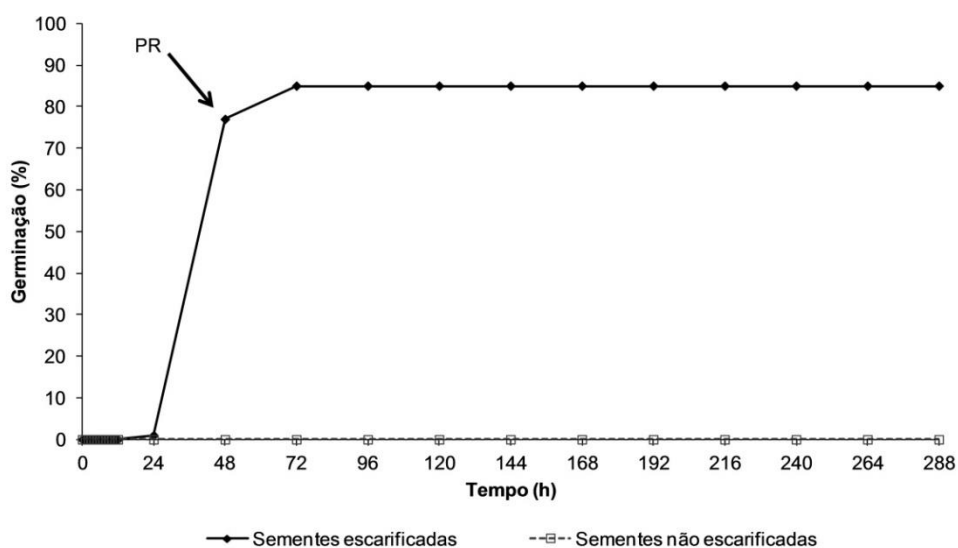


Figura 6. Germinação (%) de sementes escarificadas e intactas de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014.

Para as sementes de *Enterolobium maximum* a protrusão da raiz ocorreu somente escarificadas. A escarificação é necessária para a superação de dormência para espécies do gênero *Enterolobium* (AZEREDO et al., 2003; SANTOS; SANTOS, 2010; SILVA; SANTOS, 2009; VARELA; LIZARDO, 2010), e também por outras espécies de leguminosas que apresentam impermeabilidade do tegumento como *Schizolobium amazonicum* (CRUZ; CARVALHO, 2006; DAPONT et al., 2014), *Adenantha pavonina* (MANTOAN et al., 2012; PELAZZA et al., 2011), *Cassia grandis* (SILVA et al., 2012), *Hymenaea courbaril* (BUSATTO et al., 2013; FREITAS et al., 2013), *Delonix regia* (LIMA et al., 2013; ZWIRTES et al., 2013) e *Mimosa caesalpiniiifolia* (NOGUEIRA et al., 2013). Nestes casos, a ruptura do tegumento faz-se necessária para que ocorra a absorção de água pelas sementes até um nível adequado de hidratação, reiniciando suas atividades metabólicas, e dando início assim ao processo germinativo.

4 CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo permitiram concluir em relação à *Enterolobium maximum*:

As sementes apresentam homogeneidade de suas características físicas e biométricas, com média de 19,03 mm de comprimento, 11,35 mm de largura, 6,43 mm espessura e 1,05 g de massa;

Com os métodos de semente submersa em água destilada e sobre papel, as sementes escarificadas não exibiram o padrão trifásico de absorção de água, além de apresentarem deterioração;

O método do rolo de papel em sementes escarificadas proporcionou a protrusão da raiz primária e identificação da fase III da germinação;

As sementes apresentam dormência imposta por impermeabilidade do tegumento, sendo a escarificação necessária para a superação da dormência;

O processo de embebição e o volume de sementes não são afetados com a utilização de diferentes tipos de água.

5 REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R. S.; GONÇALVES, F. G.; ROCHA, A. P.; ARRUDA, M. P.; LEMES, E. Q. Tratamento físicos e químicos na superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 156-159, 2009.

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

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

ARAÚJO, E. C.; MENDONÇA, A. V. R.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; SILVA, R. F. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Brasileira de sementes**, v. 26, n. 1, p. 105-110, 2004.

AZEREDO, G. A.; BRUNO, R. de L. A.; ANDRADE, L. A.; CUNHA, A. O. Germinação em sementes de espécies florestais da mata atlântica (Leguminosae) sob condições de casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 1, p. 11-16, 2003.

BARRETO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press, 2001. 666p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-222.

BORTOLINI, M. F.; KOEHLER, H. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MALAVASI, M. de M.; FORTES, A. M. T. Superação de dormência em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. **Ciência Rural**, v. 4, n. 5, p. 823-827, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para a análise de sementes florestais**. Brasília: MAPA/ACS/CGAL, 2013, 98 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BUSATTO, P. C.; NUNES, A. S.; COLMAN, B. A.; MASSON, G. L. Superação de dormência de sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Revista Verde**, v. 8, n. 1, p. 154-160, 2013.

CAMPOS FILHO, E. M. (Org.) **Plante as árvores do Xingu e Araguaia**. Ed. rev. e ampl. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2012. 260p.

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

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Methods of overcoming dormancy in *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Leguminosae – Caesalpinioideae) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 108-115, 2006.

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

DAPONT, E. C.; SILVA, J. B.; OLIVEIRA, J. D.; ALVES, C. Z.; DUTRA, A. S. Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 598-605, 2014.

DENG, Z. J.; CHENG, H. Y.; SONG, S. Q. Effects of temperature, scarification, dry storage, stratification, phytohormone and light on dormancy-breaking and germination of *Cotinus coggygia* var. *Cinerea* (Anacardiaceae) seeds. **Seed Science and Technology**, v. 38, n. 3, p. 572-584, 2010.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. Intermediate category of seed storage behavior?: I., Coffe. **Journal Experimental Botany**, v. 41, p. 1167-1174, 1990.

ESTAÇÃO METEREOLÓGICA DE ALTA FLORESTA. **Dados climáticos**. Alta Floresta: UNEMAT/INMET, 2014. Disponível em <<http://afl.unemat.br/>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

EVENCIO, T.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; NEVES, J. M. G; BRANDÃO, A. A.; MAGALHÃES, H. M.; CÂNDIDOM A. C.; MARTINS, E. R. Curva de absorção de água em sementes de pinhão-manso (*Jatrophas curcas* L.). **Revista Árvore**, v. 35, n. 2, p. 193-197, 2011.

FARIA, R. A. P. G.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B. Tamanho da semente e sombreamento no desenvolvimento inicial de *Brosimum gaudichaudii* Trécul. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 1, p. 09-15, 2013.

FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V. F.; PINHO, S. Z.; OLIVEIRA, M. C.; RICHART, A.; BRAGA, J. F; DIAS, G. B. Curva de absorção de água em sementes de atemóia (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) cv. Gefner. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 121-124, 2006.

FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. Colheita de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, 1993. 275 p.

FREITAS, A. R.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T.; MENGARDA, L. H. G.; VENANCIO, L. P.; CALDEIRA, M. V. W. Superação de dormência de sementes de jatobá. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 85-90, 2013.

FREITAS, V. L. O.; VIEGAS, F. P.; LOPES, R. M. F. Biometria de frutos e sementes, germinação e desenvolvimento inicial de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). **Floresta**, v. 44, n. 1, p. 21-32, 2014.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **ISTA**. Zürich, 2004, 180p.

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia férrea* Mart. extul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

LIMA, J. S.; CHAVES, A. P.; MEDEIROS, M. A.; RODRIGUES, G. S. O.; BENEDITO, C. P. Métodos de superação de dormência de sementes de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Verde**, v. 8, n. 1, p. 104-109, 2013.

LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; KROHLING, B.; ZANOTTI, P. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamentos para superar a dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 1, p. 80-86, 1998.

LOUREIRO, M. B.; TELES, C. A. S.; COLARES, C. C. A.; ARAÚJO, B. R. N.; FERNANDE, L. G.; CASTRO, R. D. Caracterização morfoanatômica e fisiológica de sementes e plântulas de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1093-1101, 2013.

LUCENA, A. M. A.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Desenvolvimento de mudas de cássia e tamboril em diferentes composições de substratos. **Revista Verde**, v. 2, n. 1, p. 78-84, 2007.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Dormancy breaking and germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 851-854, 2004.

MANTOAN, P.; SOUZA-LEAL, T.; PESSA, H.; MARTELIE, M. A.; PEDROSO-DE-MORAES, C. Escarificação mecânica e química na superação de *Adenanthera pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.

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

MOREIRA, F. M. S. Nodulação e crescimento de 49 leguminosas arbóreas nativas da Amazônia em viveiro. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, v. 21, p. 581-590, 1997.

NIETSCHE, S.; GONÇALVES, V. D.; PEREIRA, M. C. T.; SANTOS, F. A.; ABREU, S. C.; MOTA, W. F. Tamanho da semente e substrato na germinação e crescimento inicial de mudas de cagaiteira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1321-1325, 2004.

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

OLIVEIRA, S. S. C.; ARAÚJO NETO, J. C.; CRUZ, S. J. S.; FERREIRA, V. M. Caracterização morfológica de sementes e plântulas e germinação de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 643-653, 2012.

PELAZZA, B. B.; SAGATO, S. V.; ROMANATO, F. N. Quebra de dormência de sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Nucleus**, v. 8, n. 1, p. 305-314, 2011.

PEREIRA, S. A.; FERREIRA, S. A. N. Superação da dormência em sementes de visgueiro-do-igapó (*Parkia discolor*). **Revista Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 151-156, 2010.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Ed. F. P. Gomes, 2000. 477 p.

PINHEIRO, K. A. O.; CARVALHO, J. O. P.; QUANZ, B.; FRANCEZ, L. M. B.; SCHWARTZ, G. Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da Amazônia: indicação de espécies para recuperação de áreas alteradas. **Floresta**, v. 37, n. 2, p. 175-187, 2007.

PINEDO, G. J. V; FERRAZ, I. D. K. Hidrocondicionamento de *Parkia pendula* (Benth. ex. Walp): sementes com dormência física de árvore da Amazônia. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 39-49, 2008.

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

RABBANI, A. R. C.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A.; VASCONCELOS, M. C. Pré-embebição em sementes de moringa. **Scientia Plena**, v. 9, n. 5, p.1-8, 2013.

RAMOS, M. B. P.; FERRAZ, I. D. K. Estudos morfológicos de frutos sementes e plântulas de *Enterolobium schomburgkii* Benth, (Leguminosae - Mimosoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 2, p. 227-235, 2008.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, p. 499-514, 1973.

SANTOS, H. M.; SANTOS G. A. Superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 10, p. 1-11, 2010.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; WATHIER, F.; SCALON FILHO, H. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong): efeito de tratamentos químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 529-536, 2006.

SILVA, A. C. F.; SILVEIRA, L. P.; NUNES, I. G.; SOUTO, J. S. Superação de dormência de *Enterolobium contortisiliquum* Mor. (Vell.) Morong. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-6, 2012.

SILVA, A. G.; COSTA, L. G; GOMES, D. R.; BROCCO, V. F. Testes para quebra de dormência de sementes de *Cassia grandis* L. f. e, morfologia de sementes, frutos e plântulas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 907-916, 2012.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT**: Programa de Análises Estatísticas. Versão 7.7 beta (2014). UAEG-CTRN-UFCG, Campina Grande, Paraíba. Acessado em: <<http://www.assistat.com>>. Atualizado em: 01 de abr. de 2014.

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

SILVA, G. L.; MEDEIROS FILHO, S.; ZANDEVALLI, R. B.; PEREIRA, D. S.; SOUZA, G. G. Biometria e emergência de *Amburana cearensis* (Allemão (A.C. Smith) em função da coloração do fruto. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 635-642, 2013.

SILVA, M. de S.; SANTOS, S. R. G. Tratamentos para superar dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang – tamboril. **IF Série Registro**, n. 40, p. 161-165, 2009.

SPERANDIO, H. V.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Superação de dormência de sementes de *Mimosa setosa* Benth. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 4, p. 385-390, 2013.

VARELA, O.; LIZARDO, G. Seed viability and effect of scarification with sulphuric acid on germination of *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae) seeds. **Seed Science and Technology**, v. 38, n. 2, p. 528-531, 2010.

ZWIRTES, A. L.; BARONIO, C. A.; CANTARELLI, E. B.; RIGON, J. P.; CAPUANI, S. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 469-473, 2013.

CAPÍTULO II

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE *Enterolobium maximum* DUCKE EM DIFERENTES CONDIÇÕES

SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE *Enterolobium maximum* DUCKE EM DIFERENTES CONDIÇÕES

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar métodos de superação de dormência, e o efeito do sombreamento e diferentes substratos no crescimento inicial de *Enterolobium maximum*. O trabalho foi conduzido em laboratório e em casa de vegetação. Os tratamentos utilizados foram: 1) Sementes intactas (controle); 2) escarificação mecânica; 3) escarificação mecânica + GA₃; 4) escarificação mecânica + KNO₃; 5) GA₃; 6) H₂SO₄/10'; 7) H₂SO₄/10' + GA₃; 8) H₂SO₄/10' + KNO₃; 9) H₂SO₄/15'; 10) H₂SO₄/15' + GA₃; 11) H₂SO₄/15' + KNO₃. Foram avaliados emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (CPA) e raízes (CR), área foliar (AF), massas seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes. Para o crescimento inicial de mudas as sementes foram semeadas em sacolas contendo os substratos: solo+biossólido; solo+esterco+areia e solo+substrato comercial (HS Florestal[®])+areia. As intensidades luminosas utilizadas foram: 1165; 417,4; 140,32 e 57,82 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Foram avaliados: E, tempo médio de emergência (TME), sobrevivência (SO), altura (A), CR, DC, AF, MSPA, MSR, índice de qualidade de Dickson (IQD), clorofila total e razão clorofila *a/b*. O delineamento experimental foi em DIC, em parcelas subdivididas, com quatro repetições de 25 sementes. Sendo o sombreamento as parcelas e os diferentes substratos as subparcelas. A escarificação mecânica com lixa é um método eficiente para a superação tegumentar das sementes. O crescimento inicial de mudas é favorecido em ambiente moderadamente sombreado. O substrato solo+substrato comercial+areia é o mais recomendado para o crescimento das mudas sob regime de sombreamento. A variação na luminosidade altera o índice de clorofila total e a relação clorofila *a/b* das mudas.

Palavras-chave: espécie florestal, escarificação, agentes promotores de germinação, intensidade luminosa, substrato.

OVERCOMING DORMANCY OF SEEDS AND INITIAL GROWING OF *Enterolobium maximum* DUCKE IN DIFFERENT CONDITIONS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate methods of overcoming dormancy, and the effect of shading and different substrates on initial growth of *Enterolobium maximum*. The study was conducted in a green house. The treatments were: 1) intact seeds (control); 2) mechanical scarification; 3) mechanical scarification + GA₃; 4) mechanical scarification + KNO₃; 5) GA₃; 6) H₂SO₄/10'; 7) H₂SO₄/10'+GA₃; 8) H₂SO₄/10'+KNO₃; 9) H₂SO₄/15'; 10) H₂SO₄/15'+GA₃; 11) H₂SO₄/15'+KNO₃. Emergence (E), emergence rate index (IVE), collar diameter (DC), shoot length (CPA) and roots (CR), leaf area (AF), dry masses (MSPA) and roots were evaluated (MSR). The experimental design was completely randomized design (CRD) with four replications of 25 seeds. For seedling growth, seeds were sown in bags containing substrates: soil + biosolids; soil + manure + sand and soil + sand + commercial substrate (HS Forest[®]). The light intensities used were: 1165; 417.4; 140.32 and 57.82 micromol photons m⁻² s⁻¹. Were evaluated: E, mean emergence time (TME), survival (SO), height (A), CR, DC, AF, MSPA, MSR, Dickson quality index (IQD), chlorophyll content and ratio of chlorophyll *a/b*. The experimental design was completely randomized split plot design with four replications. Being the shading plots and subplots different substrates. Mechanical scarification with sandpaper is an efficient method for overcoming cutaneous seeds. The seedling growth is favored in moderately shaded environment. The soil substrate + commercial + sand substrate is the most recommended for the growth of the plants under shading scheme. The change in the brightness changes the index of total chlorophyll and chlorophyll *a/b* seedling.

Keywords: forest species, scarification, promoters of germination, luminous intensity, substrate.

1 INTRODUÇÃO

Enterolobium maximum Ducke, (Fabaceae - Mimosoideae) conhecida popularmente como tamboril-da-mata, é uma espécie nativa, típica da Floresta Amazônica com ocorrência nos estados do Pará, Amazonas, Acre e Mato Grosso, um exemplar dessa espécie pode atingir até 50 metros de altura e diâmetro do tronco na altura do peito (DAP) de até 2,20 metros (CAMPOS FILHO, 2012; FORZZA et al., 2010; MAGNANINI; MAGNANINI, 2003). É uma espécie de terra firme, intolerante à sombra, ou seja, pertencente ao grupo das espécies pioneiras, que apresenta crescimento rápido, podendo atingir mais de quatro metros em dois anos. Espécies com estas características são excelentes para o uso em reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (MOREIRA, 1997; PINHEIRO et al., 2007).

Um grande número de espécies florestais e arbóreas da família das leguminosas possuem sementes com o tegumento impermeável à água, como *Hymenaea courbaril* (ANDRADE et al., 2010), *Samanea tubulosa* (GIACHINI et al., 2010), *Adenantha pavonina* (MANTOAN et al., 2012), *Mimosa caesalpinifolia* (NOGUEIRA et al., 2013), *Delonix regia* (LIMA et al., 2013; ZWIRTES et al., 2013), *Schizolobium amazonicum* (DAPONT et al., 2014).

A impermeabilidade do tegumento impede a absorção de água e impõe uma restrição mecânica ao crescimento do embrião, retardando o processo de germinação (MARCOS FILHO, 2005). Existem vários métodos de superação da dormência tegumentar, cujo objetivo é acelerar o processo, aumentar e uniformizar a germinação. Dentre os métodos mais utilizados estão a escarificação mecânica como abrasão, corte e trincagem; escarificação química com ácido sulfúrico e imersão em água quente (FOWLER; BIANCHETTI, 2000; SCREMIN-DIAS et al., 2006; BRASIL, 2013).

A escarificação mecânica tem sido efetiva na superação de dormência em sementes de *Hymenaea courbaril* (ANDRADE et al., 2010), *Caesalpinia ferrea* (COELHO et al., 2010), *Acacia caven* (ESCOBAR et al., 2010), *Schizolobium amazonicum* (SHIMIZU et al., 2011), *Adenantha pavonina* (MANTOAN et al., 2012), *Tachigali vulgaris* (PILON et al., 2012), *Senna macranthera* (LOPES et al., 2012) e *Delonix regia* (ZWIRTES et al., 2013). A escarificação com o uso de ácidos

também é relatada como um eficiente método de superação de dormência, em sementes de tegumento duro como *Stryphnodendron adstringens* (MARTINS; NAKAGAWA, 2008), *Senna macranthera* (LOPES et al., 2012), *Hymenaea oblongifolia* (FREITAS et al., 2013) e *Mimosa setosa* (SPERANDIO et al., 2013).

Para *Enterolobium contortisiliquum*, espécie do mesmo gênero do *Enterolobium maximum*, os métodos descritos para a superação da dormência tegumentar de suas sementes são: ácido sulfúrico (EIRA et al., 1993) ácido sulfúrico concentrado por 10 minutos (SCALON et al., 2006); ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos e acetona 60% por 15 minutos (AQUINO et al., 2009); escarificação mecânica (lixa) (ALEXANDRE et al., 2009; MALAVASI; MALAVASI, 2004; SANTOS; SANTOS, 2010), escarificação mecânica (corte) e escarificação mecânica (corte) seguido de imersão em água por 24 horas (SILVA; SANTOS, 2009).

A dormência é considerada benéfica ao processo de sobrevivência das espécies vegetais, pois é um mecanismo que distribui a germinação no tempo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Entretanto, apresenta desvantagem na produção de mudas, por causar grande desuniformidade na emergência e entre o tamanho das mudas, e muitas vezes perda de sementes por deterioração no solo. Dessa maneira a dormência necessita ser superada, a fim de se obter emergência uniforme (EIRA et al., 1993; ANDRADE et al., 2010).

Uma vez superada a dormência com o uso de métodos eficientes, as sementes estão prontas para germinar e iniciar seu desenvolvimento normal. No entanto, essa nova etapa que se inicia apresenta grande importância os estudos relativos ao crescimento e qualidade de mudas em viveiros, de forma que sejam fornecidas informações básicas sobre o desenvolvimento de cada espécie (PINTO et al., 1993).

Os fatores ambientais que mais influenciam a produção de mudas florestais são o substrato e a luminosidade. O substrato é o meio no qual o sistema radicular se desenvolve, formando um suporte estrutural, e deve, portanto, possibilitar a formação de um torrão firme, fornecer água, oxigênio e nutrientes para que a parte aérea das mudas se desenvolva (FACHINELLO et al., 2005; LOPES; ALEXANDRE, 2010; OLIVEIRA et al., 2005). Muitos são os materiais utilizados para a composição de um substrato de maior qualidade para a produção de mudas em viveiro. Dentre eles o biossólido destaca-se como uma alternativa viável, pois sua utilização traz benefícios no âmbito ecológico, com a minimização de problemas ambientais

relacionados com a deposição dos resíduos gerados nas atividades humanas e ou industriais (MAGELA et al., 2012), além de ser uma fonte nutricional para as mudas, pois sua presença melhora a fertilidade do solo, com aumento dos teores de fósforo, matéria orgânica, potássio, cálcio e magnésio (MODESTO et al., 2009)

O esterco bovino é outro material muito utilizado para melhoria da fertilidade do substrato, todavia, sua eficiência depende do grau de decomposição, da origem do material, da dosagem empregada e até da forma de colocação do adubo (SILVA et al., 2005). Araújo e Paiva Sobrinho (2011) verificaram efeito positivo no desenvolvimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* em substratos que continham esterco bovino.

O substrato comercial amplamente utilizado em viveiros na produção de mudas de *Pinus* e *Eucalyptus* em escala comercial pode ser uma alternativa para a produção de mudas nativas por ter em sua formulação casca de *Pinus*, vermiculita, turfa, calcário e adubo químico (MARTINS et al., 2012). Entretanto, se for utilizado em sua composição original torna-se oneroso quando usado em recipientes grandes, necessitando sua utilização ser feita em misturas com outros materiais.

A luminosidade é outro fator determinante na produção de mudas, pois a luz está diretamente ligada à fotossíntese e sua intensidade e quantidade podem alterar o metabolismo e crescimento das mudas (MARCOS FILHO, 2005). O uso de tela sombrite (poliolefinas) para a avaliação do crescimento inicial de mudas tem sido amplamente utilizado.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar métodos de superação de dormência e o efeito do sombreamento e de diferentes substratos no crescimento inicial de *Enterolobium maximum*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) e em casa de sombra do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado na cidade de Alegre, Espírito Santo, coordenadas geográficas 20° 45' S e 41° 48' W. Os dados meteorológicos durante o período de realização dos experimentos estão na Tabela 1.

As sementes de *Enterolobium maximum* Ducke foram extraídas de frutos maduros coletados após a queda natural, no solo, entre os meses de setembro a novembro de 2012, de cinco matrizes existentes no município de Alta Floresta, Mato Grosso, localizado entre as coordenadas geográficas 10° 06' 53" S e 56° 12' 02" W, altitude de 284 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical chuvoso, com estação seca nítida de dois meses, com temperatura média anual de 26 °C, e precipitação total anual média de 2620 mm (UNEMAT/CAMPUS DE ALTA FLORESTA, 2014).

Após a coleta dos frutos foi realizado o beneficiamento, limpeza e separação das sementes intactas, eliminando-se as danificadas, imaturas, chochas e deterioradas. Posteriormente as sementes foram acondicionadas em sacos de polipropileno trançado e encaminhadas ao LAS.

Tabela 1. Dados meteorológicos médios, para o município de Alegre-ES, obtidos na estação meteorológica automática do INMET (INCAPER). Alegre/ES, 2014

Período	Temperaturas					UR	Pe	Po	N	ETP
	Méd ¹	Máx	MaxABS	Mín	MinABS					
Mai/13	21,7	28,2	32,9	17,0	14,5	77	51,7	73,8	12	3,1
Set/13	22,9	29,4	36,6	17,6	14,3	68	25,9	37,0	10	4,2
Out/13	23,4	29,4	37,3	18,7	15,2	71	106,9	93,2	16	4,7
Nov/13	24,6	30,7	38,1	20,0	16,0	72	205,0	176	12	5,2

¹ Méd – temperatura média ocorrida no período (°C); Máx – temperatura média das máximas ocorridas no período (°C); Mín – temperatura média das mínimas no período (°C); MaxABS – valor máximo de temperatura observada no período (°C); MinABS – valor mínimo de temperatura observada no período (°C); UR – umidade relativa média do ar ocorrida no período (%); Pe – precipitação média esperada (mm); Po – precipitação média ocorrida (mm); N – número de dias chuvosos; ETP – evapotranspiração potencial média do período (mm/dia). Fonte: INCAPER (2014).

2.1 TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS

O estudo germinativo de *Enterolobium maximum* foi realizado utilizando-se sementes com coloração e tamanho homogêneos sem defeitos e sinais de injúrias por patógenos e insetos.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Foram utilizados 11 tratamentos (Quadro 1) e quatro repetições, de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento. As sementes passaram por tratamentos pré-germinativos de escarificação mecânica, química e com agentes promotores da germinação.

Quadro 1. Tratamentos pré-germinativos para a superação de dormência de sementes de *Enterolobium maximum*. Alegre/ES, 2014

Tratamento	Descrição
Testemunha	Semente intacta
Lixa	Escarificação mecânica
Lixa + GA ₃	Escarificação mecânica + ácido giberélico (GA ₃) na concentração de 250 mg L ⁻¹ por 24 horas
Lixa + KNO ₃	Escarificação mecânica + nitrato de potássio 1% por 24 horas
GA ₃	Ácido giberélico (GA ₃) na concentração de 250 mg L ⁻¹ por 24 horas
H ₂ SO ₄ 10'	Ácido sulfúrico concentrado (95%) por 10 minutos
H ₂ SO ₄ 10' + GA ₃	Ácido sulfúrico concentrado (95%) por 10 minutos + ácido giberélico (GA ₃) na concentração de 250 mg L ⁻¹ por 24 horas
H ₂ SO ₄ 10' + KNO ₃	Ácido sulfúrico concentrado (95%) por 10 minutos + nitrato de potássio 1% por 24 horas
H ₂ SO ₄ 15'	Ácido sulfúrico concentrado (95%) por 15 minutos
H ₂ SO ₄ 15' + GA ₃	Ácido sulfúrico concentrado (95%) por 15 minutos + ácido giberélico (GA ₃) na concentração de 250 mg L ⁻¹ por 24 horas
H ₂ SO ₄ 15' + KNO ₃	Ácido sulfúrico concentrado (95%) por 15 minutos + nitrato de potássio 1% por 24 horas

A escarificação mecânica foi realizada na parte lateral das sementes com o auxílio de lixa d'água nº 80 até que atingisse o endosperma. A escarificação ácida foi feita com ácido sulfúrico na concentração de 95% por 10 e 15 minutos, e as sementes lavadas em água corrente até a completa eliminação dos resíduos. A imersão em ácido giberélico (GA₃) foi feita em solução com concentração de 250 mg L⁻¹, enquanto em nitrato de potássio (KNO₃), na concentração de 1%, realizados por

24 horas. Para os tratamentos associados à escarificação física e química, a imersão foi realizada posteriormente à escarificação.

A semeadura foi realizada em tubetes de 53 cm³, contendo substrato comercial (HS Florestal[®]), utilizando-se uma semente por tubete. Foram avaliadas as seguintes variáveis: emergência – as contagens foram realizadas diariamente até 25º dia. Foram consideradas como plântulas emergidas aquelas cujo hipocótilo estava presente sobre o substrato; índice de velocidade de emergência (IVE) – foi realizado concomitantemente com o teste de emergência, e o cálculo foi realizado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{D_i} \right) \quad (1)$$

em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

N₁, N₂ ... N_i = número de sementes emergidas na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente;

D₁, D₂ ... D_i = número de dias na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente; diâmetro do coleto – feito na região do coleto da planta, com o auxílio de um paquímetro digital (0,01 mm); comprimento da parte aérea e da raiz - foram medidas nas plantas, com o auxílio de régua graduada em mm, da distância entre o coleto da planta e o meristema apical; comprimento da raiz - foi medido o comprimento entre o coleto da planta e a ponta da maior raiz, com o auxílio de régua graduada em mm. Os resultados foram expressos em cm planta⁻¹; área foliar - obtida pela média da massa fresca de 10 discos foliares de 1,0 cm², coletados aleatoriamente nos tratamentos, estimando-se a área pela massa total das folhas de cada repetição, adaptado de Benicasa (2003); massa seca da parte aérea e sistema radicular – as mudas foram seccionadas na região do coleto separando-se a parte aérea da parte radicular. Em seguida foram acondicionadas em sacos de papel tipo kraft e mantidas em estufa com circulação de ar forçada, regulada com temperatura de 72 °C por 72 horas, e posteriormente pesadas em balança analítica (0,001 g), sendo os resultados expressos em g planta⁻¹.

Para a avaliação do diâmetro do coleto, comprimento da parte aérea e do sistema radicular, área foliar, massa seca da parte aérea e da raiz foram utilizadas aleatoriamente 10 plantas por repetição, e a partir destes valores foi obtida a média de cada repetição.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott em nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o software R com pacote de funções estatísticas ExpDes (FERREIRA et al., 2011).

2.2 CRESCIMENTO INICIAL

A partir dos resultados obtidos no teste de superação de dormência, o método de escarificação mecânica foi o mais eficiente, sendo, portanto, utilizado no tratamento das sementes antes da semeadura, que foi feita em sacos plásticos de polietileno contendo 600 cm³ dos substratos: S1 – solo + biossólido (80 t ha⁻¹); S2 – solo + esterco bovino + areia, na proporção 1:1:1 (v/v) e S3 – solo + substrato comercial (HS Florestal[®]) + areia, na proporção 1:1:1 (v/v).

Posteriormente, os sacos foram mantidos em quatro níveis de sombreamento obtidos pela sobreposição de telas sombrite (poliolefinas) de cor preta (50%), cujas radiações luminosas foram: sol pleno (1165 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ – 100%); cobertura com uma tela (417,4 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ – 35%); cobertura com duas telas (140,32 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ – 12%) e cobertura com tr\u00eas telas (57,82 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ – 5%). As radia\u00e7\u00f5es de fluxos de f\u00f3tons fotossint\u00e9ticos foram medidas com aux\u00edlio de um radi\u00f4metro marca LI-COR[®], modelo LI-250A, obtidas pela m\u00e9dia de doze medi\u00e7\u00f5es para cada n\u00edvel de sombreamento, em dias ensolarados, \u00e0s 12 horas.

O solo utilizado para composi\u00e7\u00e3o dos substratos foi o Latossolo Vermelho-Amarelo Distr\u00f3fico, coletado na camada de 10-30 cm. Foram realizadas an\u00e1lises qu\u00edmica e f\u00edsica dos substratos (Tabela 2). O bioss\u00f3lido (lodo de esgoto) utilizado neste experimento foi proveniente da lagoa anaer\u00f3bica da Esta\u00e7\u00e3o de Tratamento de Esgoto (ETE) da CESAN de Valpara\u00edso, munic\u00edpio da Serra-ES. As pl\u00e2ntulas foram irrigadas pela manh\u00e3 e \u00e0 tarde, \u00e0 exce\u00e7\u00e3o dos dias chuvosos, mantendo-se o substrato sempre umedecido.

Para a qualidade das mudas avaliou-se: emerg\u00eancia - verifica\u00e7\u00e3o do n\u00famero de pl\u00e2ntulas emergidas, que foi feita diariamente at\u00e9 que esse valor se tornasse

constante; tempo médio de emergência (TME) – foi calculado utilizando-se a fórmula proposta por Labouriau (1983):

$$TME = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (2)$$

em que:

TME = tempo médio de emergência;

k = último tempo de emergência das sementes;

n_i = número de sementes germinadas no tempo t_i (não o número acumulado, mas aquele referido para a i -ésima observação);

t_i = tempo entre o início do experimento e a i -ésima observação (em dias).

Ao final do experimento (60 dias) foram avaliados: sobrevivência das mudas; altura das mudas – foram obtidas com medições feitas do coleto à inserção do último par de folhas, com o auxílio de uma régua graduada em milímetros; comprimento das raízes – foi obtido pela medida tomada entre o coleto da planta e a ponta da maior raiz, e os resultados foram expressos em cm planta^{-1} ; diâmetro do coleto – foi medido o diâmetro do caule na região do coleto da planta com auxílio de um paquímetro digital; área foliar - foi obtida com o auxílio de um medidor de área foliar marca LI-COR[®], modelo LI-3100C; massas seca da parte aérea e das raízes – foram obtidas após a separação do sistema radicular na região do coleto, sendo, posteriormente, o material mantido em estufa a 72 °C por 72 horas, realizando-se a pesagem imediatamente após a retirada da estufa em balança analítica (0,001 g), os resultados foram expressos em g plântula^{-1} . A partir dos dados obtidos foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme proposto por Dickson et al. (1960):

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{ALT(cm)}{DIAM(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}} \quad (3)$$

em que:

IQD = índice de qualidade de Dickson;

MST = massa seca total;
ALT = altura da parte aérea;
DIAM = diâmetro do coleto;
MSPA = massa seca da parte aérea; e
MSR = massa seca das raízes.

Pigmentos fotossintéticos – foram avaliados o índice de clorofila total, clorofila *a* e clorofila *b*, e posteriormente foi determinada a razão do índice de clorofila *a/b*. Os teores de clorofila foram determinados com o auxílio do medidor eletrônico de teor de clorofila da marca Falker, modelo ClorofiLOG (CFL 1030).

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em parcelas subdivididas, com quatro repetições. O fator sombreamento foi colocado nas parcelas e os diferentes substratos nas subparcelas. Cada tratamento constou de 10 sementes por repetição. Para a avaliação do diâmetro do coleto, altura, comprimento do sistema radicular, área foliar, massa seca da parte aérea e da raiz foram utilizadas cinco plantas por repetição, e a partir destes valores foi obtida a média de cada repetição.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se o software R, e o pacote de funções estatísticas ExpDes (FERREIRA et al., 2011).

Tabela 2. Análise química dos substratos. Alegre/ES, 2014

Substratos	Determinações										
	pH	P	K	Ca	Mg	H + Al	CTC (T) ¹	SB ²	V ³	m ⁴	MO ⁵
	H ₂ O	mg dm ⁻³		Cmol _c dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³		%		dag kg ⁻¹
S1*	5,02	11,50	47,40	0,75	0,60	2,50	3,97	1,47	37,03	6,37	0,21
S2	7,35	167	969,6	2,50	2,10	0,00	7,08	7,08	100	0,00	2,03
S3	5,51	58,50	137,4	2,08	1,07	3,00	6,50	3,50	53,85	1,42	2,99

*S1 = solo + biossólido; S2 = solo + esterco bovino + areia; S3 = solo + substrato comercial + areia. ¹CTC – capacidade de troca catiônica; ²SB – soma de bases; ³V – saturação por bases; ⁴m – índice de saturação em alumínio; ⁵MO – matéria orgânica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS

Foram observadas diferenças significativas para porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e massa seca da parte aérea e da raiz (Apêndice B). Para as demais variáveis não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. A análise dos dados foi realizada separadamente: emergência e índice de velocidade de emergência, para os quais foram submetidos todos os tratamentos; diâmetro do coleto, comprimento da parte aérea, comprimento de raiz, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, para as quais foram submetidos apenas os tratamentos que apresentavam número de plantas adequado para as análises, sem que comprometesse os resultados.

O tratamento testemunha apresentou emergência de 4%, o que sugere que as sementes de *Enterolobium maximum* apresentam dormência por impermeabilidade do tegumento (Tabela 3).

Tabela 3. Emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas oriundas de sementes de *Enterolobium maximum*, em função de tratamentos pré-germinativos. Alegre/ES, 2014

Tratamento	E (%)	IVE
Testemunha	4 c*	0,06 c
Lixa	81 a	2,27 a
Lixa + GA ₃	14 c	0,39 d
Lixa + KNO ₃	6 c	0,16 d
GA ₃	67 b	1,28 c
H ₂ SO ₄ 10'	64 b	0,94 c
H ₂ SO ₄ 10' + GA ₃	55 b	1,05 c
H ₂ SO ₄ 10' + KNO ₃	3 c	0,07 d
H ₂ SO ₄ 15'	79 a	1,52 b
H ₂ SO ₄ 15' + GA ₃	74 a	1,71 b
H ₂ SO ₄ 15' + KNO ₃	67 b	1,57 b

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

De acordo com Rolston (1978), a dificuldade de entrada de água nas sementes se deve à presença de ceras e compostos graxos na superfície ou camada de células abaixo da cutícula, os macroesclerídeos. A dureza do tegumento é atribuída especialmente à camada de células em paliçada, que é constituída de

paredes espessas e recobertas externamente por uma camada cuticular cerosa (POPINIGIS, 1985).

Os resultados obtidos com os tratamentos para a superação da dormência das sementes feitos com escarificação mecânica, escarificações com ácido sulfúrico por 15 minutos, e por 15 minutos + GA₃, não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade, quanto à emergência (81, 79 e 74% respectivamente). Entretanto, estes resultados foram superiores aos obtidos nos demais tratamentos, caracterizando-se como mais eficazes em superar a dormência e promover a germinação destas sementes. Fowler e Bianchetti (2000) realizaram um levantamento para a superação de dormência de espécies florestais, e observaram que a utilização de ácido sulfúrico, assim como tratamentos mecânicos de retirada do tegumento, são procedimentos eficazes para espécies pertencentes à família Fabaceae.

Similarmente, a eficácia da escarificação mecânica também foi verificada com *Schizolobium amazonicum* (CRUZ; CARVALHO, 2006; SHIMIZU et al., 2011), com *Sesbania virgata* (CAMARGOS et al., 2008), com *Hymenaea courbaril* (ANDRADE et al., 2010), com *Caesalpinia ferrea* (COELHO et al., 2010) e com *Acacia caven* (ESCOBAR et al., 2010), cujas sementes apresentavam características em sua estrutura que impedem a entrada de água. No entanto, a utilização de materiais abrasivos ou cortantes exigem cuidados no manuseio, quanto à intensidade e a forma de aplicação, para que não seja afetada a qualidade fisiológica das sementes (DUTRA; MEDEIROS FILHO, 2009).

As sementes tratadas com lixa + GA₃, lixa + KNO₃ e H₂SO₄ 10' + KNO₃ apresentaram menores valores de porcentagens de germinação (14, 6 e 3% respectivamente), não diferindo estatisticamente da testemunha. Estes resultados sugerem que estes tratamentos não são eficientes para a superação da dormência das sementes de *Enterolobium maximum*. Resultados contrastantes aos deste estudo foram observados por Scalon et al. (2006) com sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, onde os autores utilizaram o GA₃ e KNO₃ como agentes estimuladores da germinação e obtiveram porcentagens de emergência superiores a 78%. Para a espécie *Muntingia calabura* o umedecimento do substrato com KNO₃ melhorou o desempenho germinativo das sementes (LOPES et al., 2002).

A baixa emergência das plântulas originadas de sementes escarificadas mecanicamente e embebidas em GA₃ e KNO₃ e, sementes escarificadas com H₂SO₄

10' embebidas em KNO_3 pode ser atribuída a hipóxia (falta de oxigênio), pois o contato dos tecidos internos das sementes com as soluções, por 24 horas, pode ter inibido ou reduzido o processo respiratório e metabólico, o que conduziu o embrião a morte (POPINIGIS, 1985).

A eficiência do ácido sulfúrico na superação da impermeabilidade do tegumento foi descrita por vários autores para espécies florestais tais como: *Stryphnodendron adstringens* (MARTINS; NAKAGAWA, 2008); *Samanea tubulosa* (GIACHINI et al., 2010); *Adenantha pavonina* (MANTOAN et al., 2012); *Parkia gigantocarpa* (OLIVEIRA et al., 2012); *Sideroxylon obtusifolium* (REBOUÇAS et al., 2012) e *Mimosa setosa* (SPERANDIO et al., 2013). Mesmo que o uso de ácido sulfúrico demonstre eficiência para o rompimento do tegumento de várias espécies, deve-se levar em consideração que este é um produto tóxico e corrosivo e, que apresenta perigo de queimaduras ao operador que executa o procedimento, devendo ser manuseado com muito cuidado e somente por pessoas capacitadas (POPINIGIS, 1985).

Na curva de emergência (Figura 1) observa-se que as sementes quando submetidas somente à escarificação mecânica apresentaram incremento na porcentagem de emergência e o processo se tornou mais rápido, e o índice de velocidade de emergência (Tabela 3) superou significativamente todos os tratamentos, apresentando a média de 2,27.

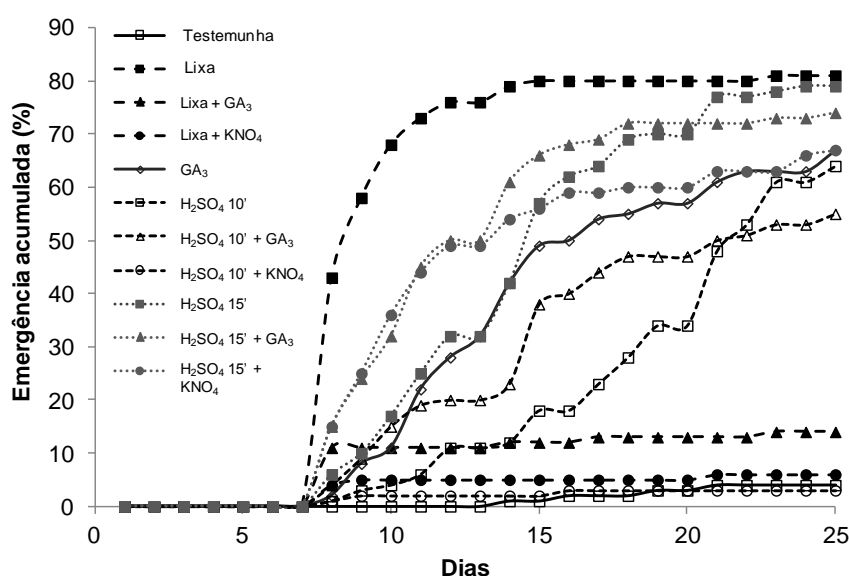


Figura 1. Curvas de emergência de sementes de *Enterolobium maximum* em função de tratamentos pré-germinativos.

De acordo com Nakagawa (1999), quanto maior a velocidade de emergência das sementes, menor o tempo de exposição destas aos fatores ambientais adversos que podem causar deterioração das sementes, e até mesmo prejuízos produtivos. Quanto maior o IVE, maior a velocidade de emergência, o que permite inferir que mais vigoroso é o lote de sementes.

Diferentes estudos feitos com *Enterolobium contortisiliquum*, espécie do mesmo gênero, apontam a escarificação mecânica como o método indicado para o rompimento do tegumento das sementes promovendo a embebição e permitindo a retomada do crescimento do embrião, proporcionando maior velocidade de germinação, ou seja, maior vigor das sementes (ALEXANDRE et al., 2009; AZEREDO et al., 2003; MALAVASI; MALAVASI, 2004; SANTOS; SANTOS, 2010). Sendo similar a este estudo que indicam que a escarificação mecânica melhorou o desempenho germinativo das sementes de *Enterolobium maximum*.

Para as avaliações diâmetro do coleto, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e área foliar (Tabela 4) não houve diferença significativa entre os tratamentos testados, com valores médios de 2,98 mm; 21,17 cm; 8,83 cm e 72,73 cm², respectivamente.

Tabela 4. Diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) de plantas oriundas de sementes de *Enterolobium maximum*, em função de tratamentos pré-germinativos. Alegre/ES, 2014

Tratamentos	DC (mm)	CPA (cm)	CR (cm)
Lixa	2,89 a*	19,10 a	9,98 a
GA ₃	2,77 a	21,00 a	8,40 a
H ₂ SO ₄ 10'	3,02 a	21,18 a	9,28 a
H ₂ SO ₄ 10' + GA ₃	3,08 a	22,65 a	8,28 a
H ₂ SO ₄ 15'	3,06 a	20,93 a	9,28 a
H ₂ SO ₄ 15' + GA ₃	3,09 a	21,55 a	7,70 a
H ₂ SO ₄ 15' + KNO ₃	2,96 a	21,76 a	8,90 a
Média	2,98	21,17	8,83
CV%	7,8	8,47	21,4
Tratamentos	AF (cm ²)	MSPA (g)	MSR (g)
Lixa	69,69 a	0,31 a	0,06 a
GA ₃	78,97 a	0,29 b	0,04 b
H ₂ SO ₄ 10'	74,83 a	0,29 b	0,04 b
H ₂ SO ₄ 10' + GA ₃	65,20 a	0,29 b	0,03 b
H ₂ SO ₄ 15'	70,22 a	0,29 b	0,04 b
H ₂ SO ₄ 15' + GA ₃	72,36 a	0,35 a	0,04 b
H ₂ SO ₄ 15' + KNO ₃	77,84 a	0,32 a	0,04 b
Média	72,73	0,31	0,04
CV%	11,8	8,6	18,37

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

Com relação à massa seca da parte aérea, os melhores resultados foram observados com os tratamentos de escarificação química com H_2SO_4 15' + GA_3 (0,35 g) e H_2SO_4 15' + KNO_3 (0,32 g) e, escarificação com lixa (0,31 g), sendo estes tratamentos estatisticamente iguais entre si e diferentes dos demais tratamentos. Para a massa seca da raiz a maior média observada foi das plantas provenientes do tratamento feito com escarificação mecânica. Scalon et al. (2006) verificaram que a escarificação química com ácido sulfúrico das sementes de *Enterolobium contortisiliquum*, seguida ou não de imersão em água, GA_3 e KNO_3 não afetou significativamente o crescimento da parte aérea e nem na massa seca da raiz e da parte aérea das plântulas, corroborando com os resultados observados para *Enterolobium maximum*.

Dentre os tratamentos realizados, a imersão ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos, ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos + GA_3 e a escarificação mecânica, mostraram-se mais eficientes em promover a superação da dormência das sementes de *Enterolobium maximum*, promovendo maior porcentagem de emergência, sendo que com a escarificação mecânica houve maior velocidade de emergência.

A decisão da escolha entre a escarificação química ou mecânica deverá basear-se em outros fatores além da eficácia dos tratamentos em ambiente de laboratório. A escarificação química é vantajosa pela rapidez e por não implicar em custos de mão de obra. A escarificação mecânica, realizada manualmente, pode ser demorada e encarece os custos da produção de mudas, no entanto, dispensa o custo do produto químico e evita impactos no meio ambiente decorrentes do descarte do ácido sulfúrico, além de evitar possíveis acidentes no manuseio do produto (PILON et al., 2012).

Recomenda-se, portanto, a escarificação mecânica com lixa como método para a superação da dormência imposta pela impermeabilidade do tegumento à água, em sementes de *Enterolobium maximum*, uma vez que este tratamento é de baixo custo e não apresenta riscos a saúde quando comparado com o uso de ácido sulfúrico.

3.2 CRESCIMENTO INICIAL

A análise de variância (Apêndice C) indicou interação significativa entre intensidades luminosas e substrato para o tempo médio de emergência, diâmetro do coleto, massas secas da parte aérea e da raiz, índice de qualidade de Dickson, área foliar e relação clorofila *a/b*.

A emergência de plântulas e a taxa de sobrevivência de mudas de *Enterolobium maximum* (Apêndice C) não mostrou diferença significativa nas composições de substratos e nas intensidades luminosas utilizadas. Com relação à emergência, possivelmente devido o método de superação da dormência adotado ser eficiente e que provomoveu condições adequadas de hidratação para que o processo germinativo ocorresse, não foi detectada diferenças para essa variável nas diferentes condições do estudo.

Os substratos utilizados apresentaram textura média, ou seja, continham em sua constituição de 15 a 35% de argila. O que sugere que os substratos apresentaram comportamento semelhante à capacidade de manterem água nas proximidades do material propagativo, o que é desejável para a obtenção da uniformidade de emergência e um bom estande (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A porcentagem de emergência de plântulas e a sobrevivência das mudas não foram afetadas pelos substratos utilizados, tendo como média 92,33 e 88,67%, respectivamente. Similarmente, a intensidade luminosa não foi fator determinante para a emergência e sobrevivência das mudas, cujos valores médios foram 92,75 e 90%, respectivamente, após 60 dias da semeadura. Segundo Aguiar et al. (2005), espécies que apresentam plasticidade, suas sementes podem germinar em qualquer situação de luz, sendo esta uma característica de grande importância ecológica. Indicando que as sementes de *Enterolobium maximum* podem germinar em condições adversas de luminosidade, tanto em sub-bosque, clareira ou sol pleno.

Para o tempo médio de emergência o efeito significativo da interação entre intensidade luminosa e substrato foi possível apenas para o substrato S3 (Figura 2A), mistura de solo + substrato comercial + areia, no qual observou-se o maior tempo médio de emergência, quando mantidas a 57,82 e 1165 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, em média 8,94 dias para as duas intensidades luminosas. Para os substratos S1 e S2 não foi possível o ajuste do modelo da regressão, pois não houve diferença significativa entre as médias (S1 = 6,76, S2 = 8,64).

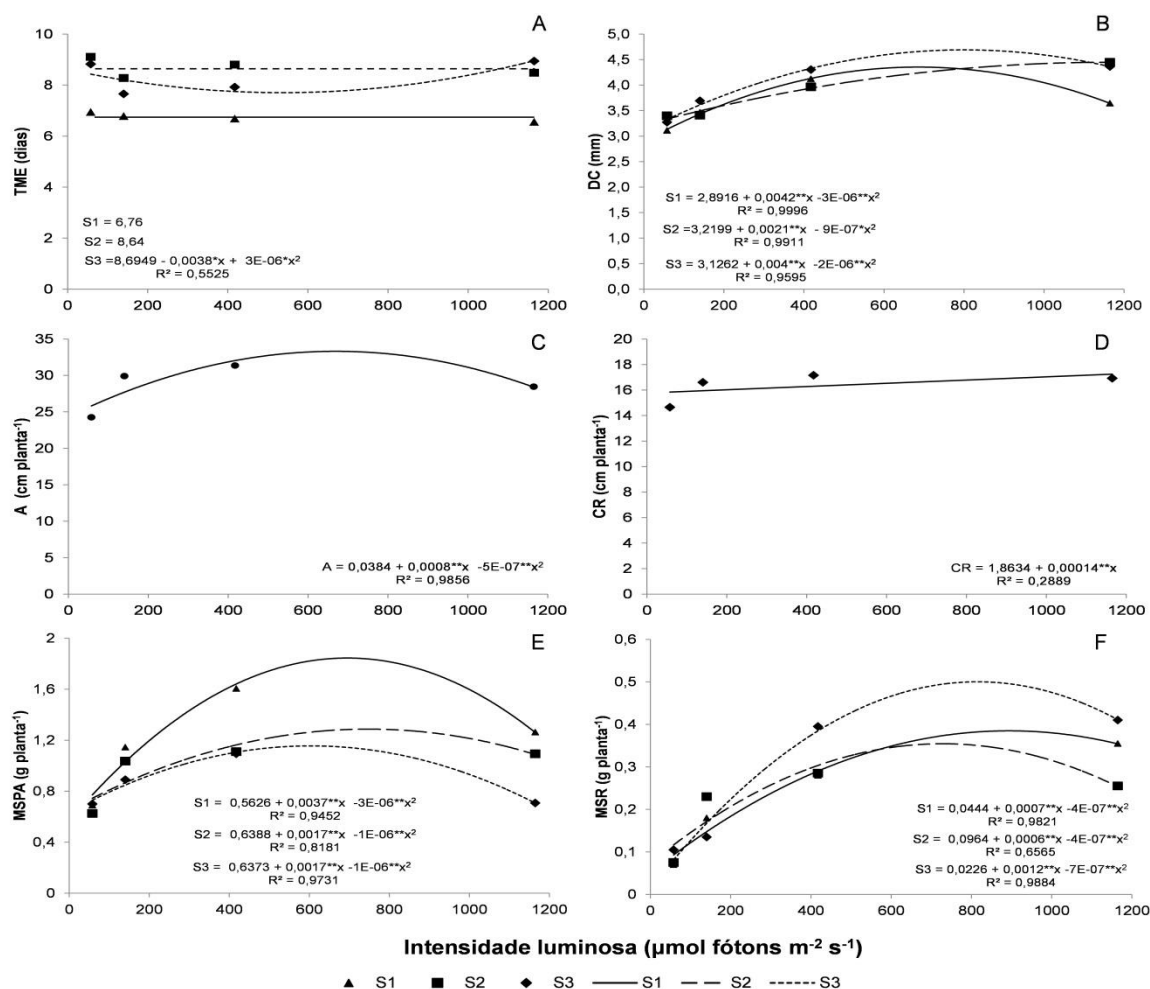


Figura 2. Tempo m\u00e9dio de emerg\u00eancia – TME (A) de pl\u00e2ntulas, di\u00e2metro do coleto – DC (B), altura – A (C), comprimento de raiz – CR (D), massa seca da parte a\u00e9rea – MSPA (E) e raiz – MSR (F) de *Enterolobium maximum* em fun\u00e7\u00e3o da intensidade luminosa e substratos. S1 = solo + bio\u00f3ss\u00eddido; S2 = solo + esterco bovino + areia; S3 = solo + substrato comercial + areia. Alegre/ES, 2014.

Com rela\u00e7\u00e3o ao substrato, o maior e o menor tempo m\u00e9dio de emerg\u00eancia foram observados no substrato S2, solo + esterco bovino + areia (Tabela 5), sendo na intensidade luminosa de 52,82 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 8,99 dias e 6,25 dias na intensidade luminosa de 140,32 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Tabela 5. Valores médios de tempo médio de emergência (TME), diâmetro do coleto (DC), altura (A), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de mudas de *Enterolobium maximum* em função da intensidade luminosa e substratos, Alegre/ES, 2014

Variáveis	Substratos	Intensidade luminosa ($\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)				M\u00e9dia
		57,82	140,32	417,4	1165	
TME (dias)	S1	6,92 b*	6,82 b	6,73 c	6,56 b	6,76
	S2	8,99 a	6,25 a	8,83 a	8,49 a	8,64
	S3	8,94 a	7,60 ab	7,92 b	8,94 a	8,35
M\u00e9dia		8,30	8,22	7,83	8,00	7,92
DC (mm)	S1	3,12 b	3,44 b	4,13 ab	3,64 b	3,58
	S2	3,39 a	3,44 b	3,99 b	4,47 a	3,82
	S3	3,25 ab	3,78 a	4,30 a	4,36 a	3,92
M\u00e9dia		3,25	3,55	4,14	4,16	3,77
A (cm)	S1	24,25	31,80	32,50	28,45	29,25 a
	S2	23,50	29,10	31,35	29,40	28,34 a
	S3	24,70	29,90	28,40	24,28	26,82 a
M\u00e9dia		24,15	30,27	30,75	27,38	28,14
CR (cm)	S1	17,65	17,40	17,20	18,47	17,68 a
	S2	11,05	14,90	14,60	15,90	14,11 c
	S3	14,65	16,60	17,15	16,92	16,33 b
M\u00e9dia		14,45	16,30	16,32	17,10	16,04
MSPA (g planta ⁻¹)	S1	0,69 a	1,16 a	1,61 a	1,26 a	1,18
	S2	0,63 a	1,01 ab	1,12 b	1,21 a	0,99
	S3	0,71 a	0,88 b	1,09 b	0,71 b	0,85
M\u00e9dia		0,68	1,02	1,27	1,06	1,01
MSR (g planta ⁻¹)	S1	0,07 a	0,17 b	0,29 b	0,36 a	0,22
	S2	0,08 a	0,25 a	0,26 b	0,27 a	0,22
	S3	0,11 a	0,15 b	0,40 a	0,41 a	0,27
M\u00e9dia		0,09	0,19	0,32	0,35	0,24

S1 = solo + bioss\u00f3lido; S2 = solo + esterco bovino + areia; S3 = solo + substrato comercial + areia.*M\u00e9dias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey em n\u00edvel de 5% de probabilidade.

Para *Enterolobium contortisiliquum*, Gon\u00e7alves et al. (2013) observaram que n\u00e3o houve diferen\u00e7a na porcentagem de emerg\u00eancia e tempo m\u00e9dio de emerg\u00eancia de pl\u00e2ntulas nos diferentes substratos a base de vermiculita, subsolo, composto org\u00e2nico, serragem de madeira e moinha de carv\u00e3o. No entanto, Ara\u00fajo e Paiva Sobrinho (2011) observaram que a emerg\u00eancia teve melhor desempenho nos substratos solo + esterco bovino e solo + casca de arroz, sendo superior aos demais substratos testados. No entanto, Afonso et al. (2012) observaram que a emerg\u00eancia das pl\u00e2ntulas n\u00e3o apresentou diferen\u00e7a significativa nos substratos que apresentavam areia lavada em sua composi\u00e7\u00e3o. Contudo, foi reduzida quando as sementes foram colocadas para germinar em composi\u00e7\u00e3o exclusiva de Tecnomax[®]. Segundo Peske e Delouche (1985), a velocidade com que as sementes germinam ap\u00f3s a semeadura \u00e9 de grande import\u00e2ncia para um estabelecimento satisfat\u00f3rio das pl\u00e2ntulas em campo.

Com relação ao diâmetro do coleto (Figura 2B), as mudas apresentaram comportamento quadrático para os níveis de intensidade luminosa, sendo que em $417,4 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e na condi\u00e7\u00e3o de sol pleno foram observadas as maiores m\u00e9dias. Isso pode ser explicado, pois a maior disponibilidade de luz permite elevada taxa fotossint\u00e9tica e maior ac\u00famulo de fotoassimilados no caule das plantas (TAIZ; ZIEGER, 2009). Segundo Gomes e Paiva (2011), o di\u00e2metro do coleto vem sendo considerado um dos par\u00e2metros mais importantes, e por ser de f\u00e1cil mensura\u00e7\u00e3o \u00e9 utilizado para estimar a sobreviv\u00eancia das mudas de esp\u00e9cies florestais logo ap\u00f3s o plantio. Para *Dipteryx alata* os n\u00edveis de luminosidade n\u00e3o influenciaram no crescimento em di\u00e2metro das mudas (MOTA et al., 2012). Contudo, para mudas de *Sclerolobium paniculatum*, a taxa de crescimento do coleto foi maior em condi\u00e7\u00f5es de sol pleno do que para sombreamento natural e ambiente com 50% de luminosidade (FREITAS et al., 2012).

Nos substratos S2 (solo + esterco + areia) e S3 (solo + substrato comercial + areia), a sol pleno, foram observados os maiores di\u00e2metro do coleto, cujos valores foram 4,47 e 4,36 mm, respectivamente (Tabela 5). Em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* n\u00e3o houve diferen\u00e7a do di\u00e2metro do caule para os substratos testado (GON\u00c7ALVES et al., 2013). Lucena et al. (2007) verificaram que o substrato solo + esterco de galinha (1:1) foi o que apresentou maior valor em di\u00e2metro do caule em mudas de *Enterolobium maximum*.

Para altura de mudas (Tabela 5), ap\u00f3s 60 dias da sementeira os substratos testados n\u00e3o apresentaram diferen\u00e7as, e as mudas apresentaram em m\u00e9dia 28,14 cm, enquanto para as intensidades luminosas, a altura apresentou comportamento quadr\u00e1tico (Figura 2C), onde observa-se que a maior altura foi de 31,35 cm para as mudas que foram mantidas a $417,4 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, ou seja, 35% de luminosidade, e a menor m\u00e9dia de altura foi observada para as mudas que foram mantidas a $57,82 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (5%), com 24,25 cm, contudo, o valor m\u00e1ximo em altura estimada seria alcan\u00e7ado em $749,79 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 64,36% de luminosidade. Comportamento diferente do observado com *Enterolobium maximum*, houve efeito positivo do sombreamento sobre o crescimento em altura em *Schizolobium amazonicum* (ROSA et al., 2009), *Dipteryx alata* (AJALLA et al., 2012; MOTA et al., 2012), e em *Erythina velutina* (SANTOS; COELHO, 2013). De acordo com Rosa et al. (2009), o crescimento em altura como resposta ao aumento da intensidade luminosa varia de acordo com capacidade de adapta\u00e7\u00e3o de cada

espécie. Em *Enterolobium contortisiliquum*, Araújo e Paiva Sobrinho (2011) observaram maior crescimento em altura das mudas no substrato solo + esterco bovino. Para *Enterolobium maximum*, Lucena et al. (2007), verificaram que as maiores alturas foram alcançadas pelas mudas submetidas aos substratos que continham esterco de galinha e esterco de minhoca em sua composição.

O crescimento da raiz (Figura 2D) apresentou resposta linear, em função da intensidade luminosa. Souza et al. (2013) observaram maior comprimento de raiz em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas a sol pleno após 34 dias da semeadura. Com relação aos substratos (Tabela 5), a composição que apresentou a maior média para o comprimento de raiz foi o S1 (solo + biossólido) com 17,68 cm, e a composição feita com esterco bovino (S2) apresentou a menor média (14,11 cm).

Observando a análise química dos substratos verifica-se que o substrato S2 apresentou teor de potássio muito acima dos outros substratos, cerca 20 vezes a mais que o substrato S1 e 7 vezes para o substrato S3 (Tabela 2). O potássio é essencial para diversas funções vitais das plantas, como a respiração e fotossíntese, e também é importante no metabolismo dos carboidratos e do nitrogênio, no deslocamento e na translocação do amido, na síntese de proteína, na neutralização de ácidos orgânicos, na ativação de enzimas, no crescimento de tecidos meristemáticos, nos movimentos estomáticos e nas relações hídricas (GOMES; PAIVA, 2011). No entanto, para o potássio, o cálcio e o magnésio ocorrem efeitos antiônicos na forma de inibição competitiva, normalmente ao nível de membrana celular (EPSTEIN, 1975 apud SILVEIRA et al., 2005). Onde altas doses de potássio no meio, inibe a absorção de cálcio e magnésio, chegando muitas vezes causar a deficiência desses dois nutrientes (SILVEIRA et al., 2005).

O cálcio está também envolvido no metabolismo do nitrogênio, no crescimento dos tecidos meristemáticos, contudo, este está incluído nas funções das raízes e no desenvolvimento radicular (GOMES; PAIVA, 2011). O que pode explicar o menor crescimento radicular no substrato S2, em que possivelmente a maior concentração de potássio inibiu a entrada do cálcio nas células e com isso perda na produção radicular.

Com relação ao crescimento das mudas de *Enterolobium maximum*, em termos de matéria seca da parte aérea, o substrato que obteve melhor desempenho foi o S1 (solo + biossólido) (Tabela 5), e combinado com a intensidade luminosa de $417,4 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ alocaram maior quantidade de massa seca para parte

aérea (Figura 2E). No entanto, pode se observar que a maior média estimada em massa seca da parte aérea seria alcançada com intensidade luminosa aproximadamente de $693 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o que representa nas condi\u00e7\u00f5es desse estudo aproximadamente 60% de luminosidade.

Em *Enterolobium contortisiliquum* Souza et al. (2013) observaram maiores valores de massa seca da parte aérea em mudas mantidas sob sol pleno e a 50% de sombreamento do que para mudas submetidas a 80% de sombreamento. Scalon et al. (2005) verificaram que n\u00e3o houve intera\u00e7\u00e3o significativa para esta vari\u00e1vel em mudas mantidas a sol pleno, 30 e 50% de sombreamento. Em experimento com *Cassia siamea* e *Enterolobium maximum*, Lucena et al. (2007) ao formularem substratos com terra de subsolo e esterco bovino ou esterco de galinha ou esterco de minhoca, nas propor\u00e7\u00f5es 1:1 e 2:1 (v:v), constataram que n\u00e3o houve diferen\u00e7a significativa entre a massa seca da parte aérea nos tratamentos com esterco de galinha e esterco bovino para ambas as esp\u00e9cies.

As mudas do substrato S3 (solo + substrato comercial + areia) apresentaram menor ac\u00famulo de massa na parte aérea, no entanto, este substrato demonstrou-se ser efetivo para massa seca das ra\u00edzes, sendo que as mudas mantidas em sol pleno apresentaram a maior m\u00e9dia, $0,41 \text{ g planta}^{-1}$, no entanto, n\u00e3o diferindo dos demais substratos (Tabela 7). A menor m\u00e9dia em massa seca de raiz foi observada no substrato S1, na menor intensidade luminosa, $57,82 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $0,07 \text{ g planta}^{-1}$. Contudo, os substratos S2 e S3 apresentaram comportamento similar ao substrato S1. Para as mudas mantidas sob $57,82 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ observou-se ocorr\u00eancia das menores m\u00e9dias para esta vari\u00e1vel (Figura 2F).

Gomes e Paiva (2011) relataram que a massa seca pode ser considerada uma vari\u00e1vel importante na caracteriza\u00e7\u00e3o da qualidade das mudas. A massa seca da parte aérea indica a rusticidade das mudas e o peso da massa seca das ra\u00edzes estima a sobreviv\u00eancia e o crescimento inicial das mudas em campo. No entanto, em muitos viveiros \u00e9 invi\u00e1vel a sua utiliza\u00e7\u00e3o, por se tratar de um m\u00e9todo destrutivo.

Com rela\u00e7\u00e3o ao \u00edndice de qualidade de Dickson (Figura 3A), de um modo geral apresentou comportamento quadr\u00e1tico para a intera\u00e7\u00e3o entre substratos e intensidades luminosas. As mudas do substrato S3 (solo + substrato comercial + areia) apresentaram comportamento superior nas intensidades luminosas de $417,4$ (35%) e $1165 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (100%) em rela\u00e7\u00e3o aos substratos S1 e S2 (Tabela 6). Em m\u00e9dia para os substratos o ponto de m\u00e1xima seria $774,25 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$

¹, ou seja, a intensidade luminosa necessária para alcançar o máximo valor para IQD seria 66%. O índice de qualidade de Dickson é considerado um bom indicador da qualidade das mudas, pois considera a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa, empregando diversos parâmetros utilizados na avaliação da qualidade (FONSECA et al., 2002). Dessa forma, as plantas que apresentam maior IQD são consideradas aquelas com maior qualidade (DUTRA et al., 2013).

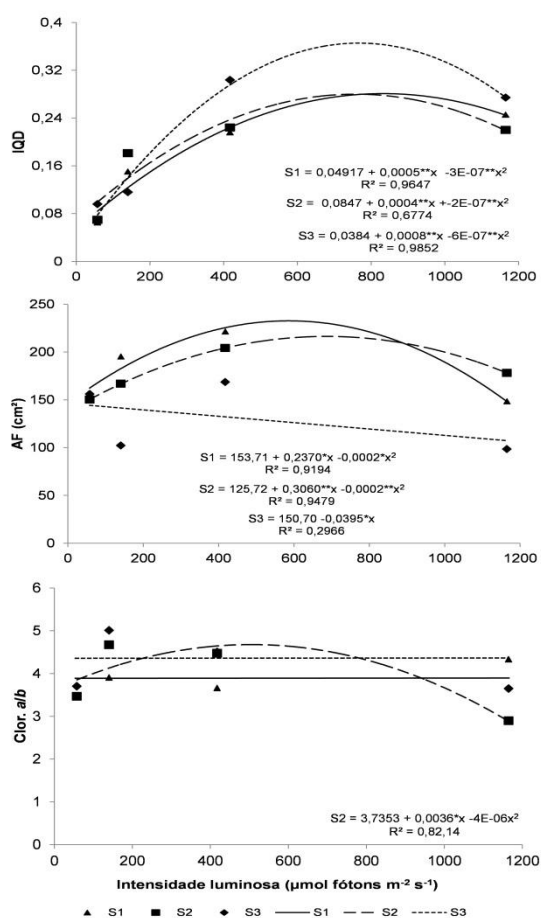


Figura 3. Índice de qualidade de Dickson – IQD (A), área foliar – AF (B) e relação do índice clorofila *a/b* – Clor. *a/b* (C) de mudas *Enterolobium maximum* em função da intensidade luminosa e substratos. S1 = solo + biossólido; S2 = solo + esterco bovino + areia; S3 = solo + substrato comercial + areia. Alegre/ES, 2014.

De maneira geral, como as mudas mantidas em condições de maior sombreamento apresentaram valores de IQD considerados baixos, sendo estes inferiores a 0,2, valor considerado o mínimo para indicar uma muda com alto padrão de qualidade (AGUIAR et al., 2011; GOMES; PAIVA, 2013). O que sugere melhor qualidade de mudas sob maior nível de intensidade luminosa.

Em experimento com *Enterolobium contotisiliquum*, Afonso et al. (2012) testando diferentes composições com areia de textura média e substrato Tecnomax®, observaram que o IQD não diferiu em todas as composições contendo areia, enquanto a composição exclusivamente de Tecnomax® atingiu o menor índice, e Gonçalves et al. (2013) utilizando vermiculita, terra de subsolo, composto orgânico, serragem de madeira e moinha de carvão para a formulação dos substratos, verificaram que para o IQD o substrato composto com 50% de vermiculita e 50% de composto orgânico proporcionaram maior qualidade da muda.

Tabela 6. Valores médios de índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF), índice de clorofila total (Clor.T) e relação índice clorofila a/b (Clor. a/b) de mudas de *Enterolobium maximum* em função da intensidade luminosa e substratos. Alegre/ES, 2014

Variáveis	Substratos	Intensidade luminosa ($\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)				M\u00e9dia
		57,82	140,32	417,4	1165	
IQD	S1	0,07 a*	0,14 b	0,22 b	0,24 a	0,17
	S2	0,07 a	0,19 a	0,20 b	0,22 a	0,17
	S3	0,10 a	0,13 b	0,30 a	0,26 a	0,20
M\u00e9dia		0,08	0,15	0,24	0,24	0,18
AF	S1	159,15 a	193,70 a	214,41 a	158,28 a	181,39
	S2	149,50 a	154,64 ab	217,12 a	175,23 a	174,12
	S3	162,70 a	106,13 b	166,49 a	97,03 b	133,09
M\u00e9dia		157,12	151,49	199,34	143,51	162,87
Clor. T	S1	455,50	456,50	440,00	400,50	438,13 a
	S2	422,50	383,00	368,50	421,50	398,88 a
	S3	397,50	271,00	323,00	329,50	330,25 b
M\u00e9dia		425,17	370,17	377,17	383,83	389,09
Clor. a/b	S1	3,29 a	4,10 a	3,73 a	4,49 a	3,90
	S2	3,59 a	4,64 a	4,43 a	2,82 b	3,87
	S3	3,66 a	4,94 a	4,59 a	4,15 a	4,34
M\u00e9dia		3,51	4,56	4,25	3,82	4,04

S1 = solo + bio-s\u00f3lido; S2 = solo + esterco bovino + areia; S3 = solo + substrato comercial + areia. *M\u00e9dias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey em n\u00edvel de 5% de probabilidade.

Com rela\u00e7\u00e3o \u00e0 \u00e1rea foliar, as mudas apresentaram resposta diferencial ao crescimento, sugerindo que esta caracter\u00edstica \u00e9 determinada principalmente pela condi\u00e7\u00e3o ambiente em que est\u00e1 inserida. Para as mudas dos substratos S1 e S2, esta vari\u00e1vel apresentou comportamento quadr\u00e1tico (Figura 3B), e a maior m\u00e9dia foi obtida nas mudas do substrato S2, na intensidade luminosa de 417,4 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Tabela 6). J\u00e1 no substrato S3 houve comportamento linear decrescente, a \u00e1rea foliar foi sensivelmente prejudicada pela exposi\u00e7\u00e3o a sol pleno, sendo a m\u00e9dia de 97,03 cm^2 a menor dentre os tratamentos testados. Pacheco et al. (2013) em mudas de *Dalbergia nigra*, observaram menor \u00e1rea foliar em mudas mantidas a sol pleno e

correlacionaram este resultado com a maior luminosidade, maior temperatura e menor umidade nesta condição.

A área foliar está diretamente relacionada com a massa seca da parte aérea. Segundo Scalon et al. (2008), uma menor razão de área foliar a sol pleno, ou seja, com maior radiação fotossinteticamente ativa, é justificada pela menor área foliar em relação à produção de biomassa seca total da planta. Corroborando com os resultados observados nesse trabalho em que a maior área foliar foi observada em mudas mediamente sombreadas (Tabela 6). Scalon et al. (2005) em mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, observaram maior área foliar em condições de sombreamento (30 e 50%) em relação ao sol pleno. Em *Caesalpinia ferrea*, Lenhard et al. (2013) verificaram maior área foliar nas plantas crescidas sob 50% de sombreamento. Pacheco et al. (2013) trabalhando com *Dalbergia nigra* e *Chorisia speciosa* verificaram comportamento distintos entre as espécies, em *D. nigra* maiores valores de área foram observados em mudas sombreadas em 70 e 84%, já para *C. speciosa* maiores médias foram observadas em 0 e 50% de sombreamento. A área foliar pode ser considerada uma variável importante na avaliação da qualidade de mudas, e segundo Scalon et al. (2003), este é um índice de produtividade, dada a importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica.

No que diz respeito ao índice de clorofila total houve efeito significativo nas mudas somente para os substratos, em que os S1 e S2 não diferiram estatisticamente entre si, contudo apresentaram média superior ao S3 (Tabela 6). Em mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, Afonso et al. (2012) verificaram menor média para tratamento com composição exclusivamente de Tecnomax[®] com relação ao teor de clorofila total. Contudo, plantas mantidas em menor intensidade luminosa $57,82 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ apresentaram em média maior teor de clorofila total (Tabela 6). O aumento do conteúdo do teor de clorofila total com a redução da intensidade luminosa tem sido relatado na literatura para várias espécies, como, por exemplo, para *Bombacopsis glabra* (SCALON et al., 2003), *Cariniana legalis* (REGO; POSSAMAI, 2006), *Eugenia uniflora* (MARTINAZZO et al., 2007), *Bixa orellana* (KISSMANN et al., 2013) e *Caesalpinia ferrea* (LENHARD et al., 2013). Segundo Martinazzo et al. (2007), o maior acúmulo de clorofila em níveis mais sombreados pode ser devido ao efeito compensatório da espécie a menor quantidade de radiação disponível.

Para a relação do índice de clorofila *a/b* o efeito significativo da interação entre intensidade luminosa e substrato foi possível apenas para o substrato S2, (Figura 3) . Para os substratos S1 e S3 não foi possível o ajuste do modelo da regressão, pois não houve diferença significativa entre as médias (S1 = 3,90, S3 = 4,34). Com relação a intensidade luminosa verificou-se que as menores média foram obtidas em plantas mantidas em 57,82 (5%) e 1165 (100%) $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Tabela 6). O que sugere um acréscimo de clorofila *b* nas mudas desenvolvidas no sombreamento com três telas, ou seja, 5% de luminosidade.

O aumento dos teores de clorofila *b* nas folhas aumenta a capacidade de absorção de luz, de diferentes comprimentos de onda nos picos da fotossíntese, tal como a luz na faixa do azul, presente em maior quantidade em locais sombreados (TAIZ; ZEIGER, 2009). Corroborando com os resultados para *Enterolobium maximum*, Gomes Júnior (2011) observou valores menores para a relação do índice de clorofila *a/b* em plantas de *Mabea fistulifera* mantidas em maior nível de sombreamento. Já para as mudas mantidas a sol pleno, o menor valor para a relação do índice de clorofila *a/b*, pode ter ocorrido devido à foto-oxidação das moléculas de clorofila. Segundo Kramer e Kozlowski (1979), em intensidades elevadas de radiação, as moléculas de clorofila são suscetíveis à foto-oxidação e o equilíbrio é atingido somente em níveis mais baixos de radiação.

A utilização do bio sólido na produção de mudas florestais tem sido uma alternativa interessante, podendo ser utilizado como fonte de matéria orgânica (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003), visto que o mesmo já foi objetivo de estudo na produção de mudas de várias espécies, com ótimos resultados, tais como: *Senna siamea* (FAUSTINO et al., 2005), *Schinus terebynthifolius* (NÓBREGA et al., 2007) *Jatropha curcas* (CAMARGO et al., 2010), *Toona ciliata* var. *australis* (CALDEIRA et al., 2012), *Sesbania virgata* (DELARMELENA, et al., 2012) e *Acacia mangium* (CALDEIRA et al., 2014). Para *Enterolobium maximum*, em geral, a avaliação do crescimento inicial das mudas apresentou resultados intermediários quando houve o uso do bio sólido na composição do substrato, demonstrando que este material pode ser recomendado na produção de mudas dessa espécie em condições de viveiro. Tendo em vista que este material é um resíduo que causa preocupação, sua utilização na produção de mudas pode trazer benefícios ecológicos, já que minimizará os problemas ambientais decorrentes da sua deposição inadequada (MAGELA et al., 2012).

Segundo Pinheiro et al. (2007) o *Enterolobium maximum* é caracterizado como uma espécie intolerante a sombra. Em média para as variáveis analisadas o máximo de desenvolvimento das mudas seria alcançado entre 60 e 75% de luminosidade. Em condições naturais, essa espécie seria beneficiada em seu crescimento com a abertura de clareiras no interior da floresta ou crescimento em área de transição entre uma floresta densa para uma área aberta. Segundo Aguiar et al. (2005) plantas que apresentam maiores valores de biomassa e diâmetro do coleto em áreas pouco sombreadas, até 50% de sombreamento, podem ser características de espécies heliófilas.

No entanto, levando em consideração o IQD, nas condições dessa avaliação, a espécie apresentou melhor desenvolvimento na fase inicial quando moderadamente sombreadas, ou seja, mantidas sob a intensidade luminosa de $417,4 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em substrato composto por solo + substrato comercial + areia. O substrato comercial em sua maioria apresenta em sua formulação casca de pinus, vermiculita, turfa, calc\u00e1rio e adubo qu\u00edmico (MARTINS et al., 2012). Entretanto, a aquisi\u00e7\u00e3o deste material pode encarecer o processo de produ\u00e7\u00e3o de mudas.

4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que:

A escafrificação mecânica com lixa é um método eficiente para a superação tegumentar das sementes *Enterolobium maximum*;

O índice de qualidade de Dickson é um excelente parâmetro para predrizer o potencial de sobrevivência das mudas de *Enterolobium maximum* em campo;

O crescimento inicial de mudas é favorecido em ambiente com luminosidade de 417,4 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$;

O substrato solo + substrato comercial (HS Floresta[®]) + areia é o mais recomendado para o desenvolvimento das mudas sob intensidade luminosa de 417,4 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$;

A variação na luminosidade altera o índice de clorofila total e a relação do índice de clorofila *a/b* das plantas.

5 REFERÊNCIAS

- AFONSO, M. V.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z.; VILELA, F. A. Composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong). **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1019-1026, 2012.
- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R. do; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011.
- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; PINTO, M. M.; STANCATO, G. C.; AGUIAR, J. NASCIMENTO, T. D. R. do. Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* La. (pau-brasil): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 871-875, 2005.
- AJALLA, A. C. A.; VOLPE, E.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes textuais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 888-896, 2012.
- ALEXANDRE, R. S.; GONÇALVES, F. G.; ROCHA, A. P.; ARRUDA, M. P. de; LEMES, E. de Q. Tratamentos físicos e químicos na superação de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 156-159, 2009.
- ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. de L. A.; OLIVEIRA, L. S. B. de; SILVA, H. T. F. da. Aspectos biométricos de frutos e sementes, grau de umidade e superação de dormência de jatobá. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 293-299, 2010.
- AQUINO, A. F. M. A. G. de; RIBEIRO, M. C. C.; PAULA, Y. C. M.; BENEDITO, C. P. Superação de dormência em sementes de orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) **Revista Verde**, v. 4, n. 1, p. 69-75, 2009.
- ARAÚJO, A. P.; PAIVA SOBRINHO, S. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 581-588, 2011.
- AZEREDO, G. A.; BRUNO, R. de L. A.; ANDRADE, L. A. de; CUNHA, A. O. Germinação em sementes de espécies florestais da Mata Atlântica (Leguminosae) sob condições de casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 1, p. 11-16, 2003.
- BENICASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas**. Funep, Jaboticabal-SP, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para a análise de sementes florestais**. Brasília: MAPA/ACS/CGAL, 2013. 98 p.

CALDEIRA, M. V. W.; FAVALESSA, M.; GONÇALVES, E. de O.; DELARMELINA, W. M.; SANTOS, F. E. V.; VIERA, M. Lodo de esgoto como componente de substrato para a produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 34-43, 2014.

CALDEIRA, M. V. W.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. de O.; DELARMELINA, W. M.; SPERANDIO, H. V.; TRAZZI, P. A. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. *australis*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1009-1017, 2012.

CAMARGO, R. de; MALDONADO, A. C. D.; SILVA, P. A.; COSTA, T. R. Biossólido como substrato na produção de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 12, p. 1304-1310, 2010.

CAMARGOS, V. N.; CARVALHO, M. L. M. de; ARAÚJO, D. V. de; MAGALHÃES, F. H. L. Superação da dormência e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Sesbania virgata*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1858-1865, 2008.

CAMPOS FILHO, E. M. (Org.) **Plante as árvores do Xingu e Araguaia**. Ed. rev. e ampl. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2012. 260p.

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

COELHO, M. de F. B.; MAIA, S. S. S.; OLIVEIRA, A. K. de; DIÓGENES, F. E. P. Superação da dormência tegumentar em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart ex Tul. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 74-79, 2010.

CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. de. Methods of overcoming dormancy in *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Leguminosae – Caesalpinioideae) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 108-115, 2006.

DAPONT, E. C.; SILVA, J. B.; OLIVEIRA, J. D.; ALVES, C. Z.; DUTRA, A. S. Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 598-605, 2014.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. de O. Uso do lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agroambiente**, v. 7, n. 2, p. 184-192, 2013.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S. Dormência e germinação de sementes de albizia (*Albizia lebeck* (L.) Benth). **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 3, p. 427-432, 2009.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. de. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula. **Revista Ceres**, v. 60, n. 1, p. 72-78, 2013.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 2, p. 177-181, 1993.

ESCOBAR, T. A.; PEDROSO, V. M.; BONOW, R. N.; SCHWENGBER, E. B. Superação de dormência e temperaturas para a germinação de sementes de *Acacia caven* (mol.) Mol. (espinilho). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 124-130, 2010.

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE ALTA FLORESTA. **Dados climáticos**. Alta Floresta: UNEMAT/INMET, 2014. Disponível em <<http://afl.unemat.br/>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C (Ed). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília:EMBRAPA, 2005. 221p.

FAUSTINO, R.; KATO, M. T.; FLORÊNCIO, L.; GRAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, suple, p. 278-282, 2005.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental designs: um pacote R para análise de experimentos. **Revista da Estatística UFOP**, vol. I. (X Semana da Matemática e II Semana da Estatística, 2010). 2011.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO JÚNIOR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. (Ed.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. v. 2, 2010. 830p.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: EMBRAPA-florestas, doc. 40. 2000. 28p.

FREITAS, A. R.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T.; MENGARDA, L. H. G.; VENANCIO, L. P.; CALDEIRA, M. V. W. Superação de dormência de sementes de jatobá. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 85-90, 2013.

FREITAS, G. A. de; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M. A. B.; ANDRADE, C. A. O. de; LUCENA, G. N.; SILVA, R. R. da. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de áreas degradadas. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 3, p. 5-12, 2012.

GIACHINI, R. M.; LOBO, F. de A.; ALBUQUERQUE, M. C. de F. e; ORTÍZ, C. E. R. Influência da escarificação e da temperatura sobre a germinação de *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & J.W. Grimes (sete cascas). **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p.75-80, 2010.

GOMES JÚNIOR, D. **Qualidade fisiológica de sementes e produção de mudas de *Mabea fistulifera* Mart.** 82f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais: propagação sexuada – Série didática.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. 116p.

GONÇALVES, F. G.; ALEXANDRE, R. S.; SIVA, A. G.; LEMES, E. Q.; ROCHA, A. P.; RIBEIRO, M. P. A. Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1125-1133, 2013.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER). **Boletim Agroclimático de Alegre-ES.** 2014. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=alegre_bol>. Acesso em 17 de jun. 2014.

KRAMER, T; KOZLOWSKI, T. T. **Physiology of woody plants.** New York: Academic Press. 1979.

KISSMANN, C.; SCALON, S. de P. Q.; TEODÓSIO, T. K. C. Condicionamento das sementes e sombreamento na emergência e no crescimento de plantas de *Bixa orellana* L. **Revista de Ciência Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 48-56, 2013.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes.** Secretaria Geral da OEA, Washington, 1983.

LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B. de; SCALON, S. de P. Q.; ALVARENGA, A. A. de. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.

LIMA, J. S.; CHAVES, A. P.; MEDEIROS, M. A.; RODRIGUES, G. S. de O.; BENEDITO, C. P. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant (*Delonix regia*). **Revista Verde**, v. 8, n. 1, p. 104-109, 2013.

LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. Germinação de sementes de espécies florestais. In: CHICHORRO, J. F.; GARCIA, G. de O.; BAUER, M. de O.; CALDEIRA, M. V. W. (Org.). **Tópicos em Ciências Florestais.** 1ed. Visconde do Rio Branco-MG: Suprema, 2010, v. 1, p. 21-56.

LOPES, J. C; BARBOSA, L. G.; CAPUCHO, M. T. Biometria, dormência e viabilidade de sementes de *Senna macranthera*. **Nucleus**, v. 9, n. 2, p. 247-256, 2012.

LOPES, J. C.; PEREIRA, M. D.; MARTINS-FILHO, S. Germinação de sementes de calabura (*Muntingia calabura* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 59-66, 2002.

LUCENA, A. M. A.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Desenvolvimento de mudas de cássia e tamboril em diferentes composições de substratos. **Revista Verde**, v. 2, n. 1, p. 78-84, 2007.

MAGELA, M. L. M.; CAMARGO, R. de; SOUZA, M. F. de; ALVES FILHO, A.; PAULA, C. O. de. Biossólido na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 166-178, 2012.

MAGNANINI, A.; MAGNANINI, C. **Árvores gigantescas da terra e as maiores assinaladas no Brasil**. São Paulo: CNRBMA, 2002. Série Ciência e Pesquisa, n. 2.

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

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M. Dormancy breaking and germination of *Enterolobium contortisiliquun* (Vell.) Morong seed. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 851-854, 2004.

MANTOAN, P.; SOUZA-LEAL, T.; PESSA, H.; MARTELINE, M. A.; PEDROSO-DE-MORAES, C. Escarificação mecânica e química na superação de dormência de *Adenantha pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.

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

MARTINAZZO, E. G.; ANESE, S.; WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn. (pitanga) – família Myrtaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, suple. 2, p. 162-164, 2007.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de *Stryphonodendro adstringens* (Mart.) Coville de diferentes origens submetidas a tratamentos para superação de dormência. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 1059-1067, 2008.

MARTINS, C. C.; SILVA, J. D. R. da; PEREIRA, M. R. R.; OLIVEIRA, S. S. C. de. Efeito do sombreamento e do substrato sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de *Acacia mangium* e *Acacia mearnsii*. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 283-293, 2012.

MODESTO, P. T.; SCABORA, M. H.; COLODRO, G.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Alterações em algumas propriedades de um latossolo degradado com uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1489-1498, 2009.

MOREIRA, F. M. S. Nodulação e crescimento de 49 leguminosas arbóreas nativas da Amazônia em viveiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 21, p. 581-590, 1997.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 423-431, 2012.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24.

NÓBREGA, R. S. A.; BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M. de; MOREIRA, F. M. de S. Utilização de bio-sólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 239-246, 2007.

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

OLIVEIRA, A. K. M. de; RIBEIRO, J. W. F.; PEREIRA, K. C. L.; RONDON, E. V.; BECKER, T. J. A.; BARBOSA, L. A. Superação de dormência em sementes de *Parkia gigantocarpa* (Fabaceae – Mimosidae). **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 533-540, 2012.

OLIVEIRA, R. P. de.; SCIBITTARO, W. B.; BORGES, R. de SÁ.; NAKASU, B. H. **Mudas de citros:** etapas da produção de mudas certificadas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. (Sistema de Produção, 1) Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/MudasdeCitros/ca_p03.htm>. Acesso em: 24 abr. de 2014.

PACHECO, F. V.; PEREIRA, C. R.; SILVA, R. L. da; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A.St.-Hil (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 945-953, 2013.

PESKE, S. T.; DELOUCHE, J. C. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 69-85, 1985.

PILON, N. A. L.; MELO, A. C. G. de; DURIGAN, G. Comparação de métodos para quebra de dormência das sementes de carvoeiro – *Tachigali vulgaris* L. F. Gomes da Silva e H. C. Lima (Família: Fabaceae - Caesalpinioideae). **Revista Instituto Florestal**, v. 24, n. 1, p. 133-138, 2012.

PINHEIRO, K. A. O.; CARVALHO, J. O. P.; QUANZ, B.; FRANCEZ, L. M. B.; SCHWARTZ, G. Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da Amazônia: indicação de espécies para recuperação de áreas alteradas. **Floresta**, v. 37, n. 2, p. 175-187, 2007.

PINTO, A. M.; VARELA, V. P.; BATALHA, L. F. B. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de louro pirarucu (*Licaria canella* (Meissn). **Acta Amazônica**, v. 23, n. 4, p. 397-402, 1993.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985, 285p.

REBOUÇAS, A. C. M. N.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; SENA, L. H. de M.; SALES, A. G. de F. A.; FERREIRA, E. G. B. de S. Métodos para superação da dormência de sementes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.). **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 183-192, 2012.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim Pesquisa Florestal**, n. 53, p. 179-194, 2006.

ROLSTON, M. P. Walter impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, v. 44, n. 3, p. 365-396, 1978.

ROSA, L. A. dos S.; VIEIRA, T. A.; SANTOS, D. S.; SILVA, L. C. B da. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidade de semeadura. **Revista Ciências Agrárias**, n. 52, p. 87-98, 2009.

SANTOS, L. W. dos; COELHO, M. de F. B. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 571-577, 2013.

SANTOS, H. M. dos; SANTOS, G. A. dos. Superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 10, p. 1-11, 2010.

SCALON, S. de P. Q.; KODAMA, F. M.; SCALON FILHO, H.; MUSSURY, R. M. Crescimento inicial de mudas de sangra-d'água (*Croton urucurana* Baill.) sob sombreamento e aplicação de giberelina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 3, p. 61-66, 2008.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; WATHIER, F.; SCALON FILHO, H. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong): efeito de tratamentos químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 529-536, 2006.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condições de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; WATHIER, F.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; PIEREZAN, L.; SCALON FILHO, H. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 27, n. 2, p. 107-112, 2005.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. dos R. H.; SOUZA, P. R. de. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**: manual. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2006. 59p.

SHIMIZU, E. S. C.; PINHEIRO, H. A.; COSTA, M. A.; SANTOS FILHO, B. G. dos. Aspectos fisiológicos da germinação e da qualidade de plântulas de *Schizolobium amazonicum* em resposta à escarificação das sementes em lixa e água quente. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 791-800, 2011.

SILVA, M. de S.; SANTOS, S. R. G. Tratamentos para superar dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang – tamboril. **IF Série Registro**, n. 40, p. 161-165, 2009.

SILVA, M. N. B. da; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 222-228, 2005.

SILVEIRA, R. L. V. de A.; GAVA, J. L.; MALAVOLTA, E. Nutrição e Adubação Potássica em *Eucalyptus*. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Ed) **Potássio na agricultura Brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2005. p. 523-579.

SOUZA, A. S.; ABREU, S. C.; SILVA, C. M.; SANTOS, J. X.; REIS, A. R. S. Desenvolvimento inicial de plântulas de tamboril [*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang] em diferentes níveis de intensidade luminosa. **Informativo ABRATES**, v 33, n. 3, p. 32-36, 2013.

SPERANDIO, H. V.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Superação de dormência de sementes de *Mimosa setosa* Benth. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 4, p. 385-390, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed, Porto Alegre: Artmed, 2009. 820 p.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso do bioossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 150-162, 2003.

ZWIRTES, A. L.; BARONIO, C. A.; CANTARELLI, E. B.; RIGON, J. P.; CAPUANI, S. Métodos de superação de dormência em sementes de flamboyant. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 76, p. 469-473, 2013.

CAPÍTULO III

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Enterolobium maximum* DUCKE
EM FUNÇÃO DE ESTRESSE INDUZIDO POR AGENTES OSMÓTICOS**

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Enterolobium maximum* DUCKE EM FUNÇÃO DE ESTRESSE INDUZIDO POR AGENTES OSMÓTICOS

RESUMO

O *Enterolobium maximum* Ducke (Mimosoideae) é uma espécie arbórea típica da Floresta Amazônica recomendada para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, pois apresenta crescimento rápido. Entretanto, as condições que as sementes encontram no solo para a germinação nem sempre são favoráveis, pelos constantes estresses naturais, como a seca e solos salinizados. Objetivou-se neste trabalho estudar o efeito do estresse hídrico e salino por diferentes agentes osmóticos na viabilidade e vigor de *Enterolobium maximum*. O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do CCA-UFES, em Alegre-ES. Foram utilizados os agentes osmóticos CaCl_2 , KCl, NaCl e manitol, nos potenciais 0,0 (controle), -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 6 (agentes osmóticos x potenciais osmóticos), com quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram semeadas em rolo de papel umedecidos com as soluções e mantidas em câmara de germinação tipo BOD sob temperatura de 30 °C e fotoperíodo de 8 horas. Foram avaliados a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação, o tempo médio de germinação, a frequência relativa da germinação, a porcentagem de plântulas normais e anormais e, o crescimento da parte aérea e da raiz. O vigor das sementes é afetado com a redução do potencial osmóticos das soluções a partir de -0,2 MPa. O estresse hídrico com manitol é menos severo que o estresse salino com CaCl_2 , KCl e NaCl. As soluções de NaCl e CaCl_2 determinam toxidez nas sementes a partir de -0,6 MPa.

Palavras chave: Tamboril-da-mata, estresse, sais, manitol, germinação.

**PHYSIOLOGICAL QUALITY SEEDS *Enterolobium maximum* DUCKE IN A
FUNCTION OF STRESS INDUCED BY OSMOTIC AGENTS**

ABSTRACT

The *Enterolobium maximum* Ducke (Mimosoideae) is a typical tree species of the Amazon rainforest recommended for reforestation and restoration of degraded areas, it presents rapid growth. However, the conditions that the seeds in the soil for germination are not always favorable, the constant natural stresses such as drought and saline soils. Aimed to study the effect of water stress by different osmotic agents on viability and vigor of *Enterolobium maximum*. The work was performed at the Laboratory of Seed Analysis of CCA - UFES in Alegre-ES. Osmotic agents CaCl_2 , KCl, NaCl and mannitol were used, the potentials 0.0 (control), -0.2; -0.4; -0.6; -0.8 and -1.0 MPa, in a completely randomized design in a factorial 4 x 6 (osmotic potential x osmotic agents), with four replications of 25 seeds. Seeds were sown in germination paper moistened with the solutions and kept in a growth chamber under BOD temperature of 30 °C and a photoperiod of 8 hours. Were evaluated: the percentage of germination, germination rate index, the mean germination time, germination frequency relative, the percentage of normal and abnormal seedlings and growth of shoots and roots were evaluated. Seed vigor decreased with reduced water potential of solutions from -0.2 MPa. Drought stress with mannitol is less severe than the salt stress with CaCl_2 , KCl and NaCl. The solutions of NaCl and CaCl_2 determine toxicity in seeds from -0.6 MPa.

Keywords: Tamboril-da-mata, stress, salt, mannitol, germination.

1 INTRODUÇÃO

Enterolobium maximum Ducke, popularmente conhecida como tamboril-damata, é uma espécie arbórea, da subfamília Mimosoideae, que atinge altura de 20 a 50 m, com copa ampla e frondosa, típica das matas da região do Pará, Amazonas, Acre e Mato Grosso (CAMPOS FILHO, 2012; FORZZA et al., 2010). A madeira é leve e macia ao corte, pouco resistente e mediamente durável. É indicada para a fabricação de barcos e canoas, brinquedos, compensados, móveis, miolos de portas e caixotaria em geral. Apresenta crescimento rápido, podendo atingir mais de quatro metros em dois anos, sendo excelente para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (LUCENA et al., 2007).

A germinação caracteriza-se pela protrusão de uma das partes do embrião (geralmente da radícula), associada ao crescimento (BORGHETTI; FERREIRA, 2004) e inicia-se com a absorção de água pela semente, de maneira que alcance um nível adequado de hidratação que permita a reativação dos seus processos metabólicos (BEWLEY; BLACK, 1994). O suprimento adequado de água é um dos fatores mais importantes para que sementes viáveis e não dormentes iniciem o processo germinativo (BRASIL, 2013; CASTRO et al., 2004).

A busca por informações referentes às condições ótimas de germinação de sementes desempenha papel importante na pesquisa científica (VARELA et al., 2005). Em espécies florestais tais como o *Enterolobium maximum*, em que a produção de mudas é realizada via sementes, o estudo sobre condições ideais de germinação se torna necessário.

Houve estudos com diversas espécies florestais com a utilização de metodologias que pudessem avaliar a capacidade germinativa sob algum tipo de estresse, entre eles citam-se: Rego et al. (2011) verificaram os níveis de tolerância de sementes de *Anadenanthera colubrina* ao estresse hídrico e salino simulados com PEG 6000, manitol e KCl; Pelegrini et al. (2013) avaliaram o efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG 6000 na germinação de sementes de *Erythrina falcata*; Ferreira et al. (2013) verificaram o efeito do estresse salino na viabilidade e vigor de sementes de *Cedrela odorata*, para este estudos os autores utilizaram NaCl, KCl e CaCl₂ como agentes osmóticos. Os autores observaram que estas espécies apresentam redução da germinação e vigor quando submetidas a

algum tipo de estresse, seja ele hídrico ou salino. No entanto, com tolerâncias diferenciadas, como observado por Rego et al. (2011) em que as sementes de *Anadenanthera colubrina* possuem tolerância moderada ao estresse hídrico simulado por PEG 6000, já submetidas ao estresse salino com KCl as sementes apresentaram limite elevado de tolerância.

O manitol tem sido comumente utilizado como agente osmótico para simular condições de déficit hídrico por ser um composto quimicamente inerte e não tóxico (ÁVILA et al., 2007). Com tudo, em *Erythrina falcata*, Pelegrini et al. (2013) verificaram que o manitol e NaCl não influenciaram o processo germinativo até -1,0 MPa.

Em *Cedrela odorata*, Ferreira et al. (2013) observaram os efeitos do estresse salino sob a germinação e vigor de plântulas a partir da concentração 25 mM, indicando que esta espécie tem sua utilização limitada em ambientes salinos. O excesso de sais no solo não só dificulta a cinética de absorção de água, mas também facilita a entrada de íons em quantidades tóxicas nas sementes embebidas (BRACCINI et al., 1996).

O *Enterolobium maximum*, assim como outras espécies florestais, pode ser submetido a condições adversas no campo. A salinidade e o déficit hídrico são fatores que podem prejudicar a germinação e o posterior desenvolvimento das mudas. Diante disso, objetivou-se com este trabalho estudar os efeitos do estresse hídrico e salino por diferentes agentes osmóticos na viabilidade e vigor de sementes de *Enterolobium maximum*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado no município de Alegre, ES.

As sementes de *Enterolobium maximum* Ducke foram extraídas de frutos maduros coletados após a queda natural, no solo, entre os meses de setembro a novembro de 2012, de cinco matrizes existentes no município de Alta Floresta, Mato Grosso, localizado entre as coordenadas geográficas 10° 06' 53" S e 56° 12' 02" W, altitude de 284 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical chuvoso, com estação seca nítida de dois meses, com temperatura média anual de 26 °C, e precipitação total anual média de 2620 mm (UNEMAT/CAMPUS DE ALTA FLORESTA, 2014).

Após a coleta dos frutos foi realizado o beneficiamento, limpeza e separação das sementes intactas, eliminando-se as danificadas, imaturas, chochas e deterioradas. Posteriormente as sementes foram acondicionadas em sacos de polipropileno trançado e encaminhadas ao LAS.

Um teste preliminar de germinação foi realizado para detectar a presença de dormência nas sementes, e como houve restrição à entrada de água pelo tegumento houve a necessidade de aplicação de tratamento de superação de dormência, que foi feita por escarificação mecânica com lixa d'água nº 80 na lateral até que atingisse o endosperma. Posteriormente foram lavadas em água destilada, desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2% por 15 minutos e novamente lavadas em água destilada por três vezes consecutivas.

Na indução ao estresse salino foram utilizadas soluções de cloreto de cálcio (CaCl_2), cloreto de potássio (KCl) e cloreto de sódio (NaCl), e para o estresse hídrico, foi utilizado o manitol (PM = 182,17), nos potenciais osmóticos de: 0,0 (controle), -0,2; -0,4; -0,6; -0,8; -1,0 MPa (Tabela 1). As soluções foram preparadas segundo a equação de Van't Hoff, citada por Salisbury e Ross (1992) $\text{Yos} = - \text{RTC}$, em que: Yos = potencial osmótico (atm); R = constante geral dos gases perfeitos ($0,082 \text{ atm mol L}^{-1} \text{ K}^{-1}$); T = temperatura (K); C = concentração (mol L^{-1}); $\text{mol L}^{-1} \times$ massa molar do $\text{CaCl}_2/\text{KCl}/\text{NaCl}/\text{manitol} = \text{g L}^{-1}$ e $T \text{ (K)} = 273 + T \text{ (}^\circ\text{C)}$.

Tabela 1. Concentrações (g L⁻¹) dos agentes osmóticos CaCl₂, KCl, NaCl e Manitol nos diferentes potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014

Potencial osmótico (MPa)	CaCl ₂	KCl (g L ⁻¹ de água destilada)	NaCl	Manitol
0,0	0	0	0	0
-0,2	2,94	2,96	2,32	14,46
-0,4	5,89	5,92	4,64	28,93
-0,6	8,82	6,88	6,96	43,39
-0,8	11,75	11,84	9,28	57,85
-1,0	14,69	14,80	11,60	72,31

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos seguintes testes e determinações: germinação (G) – as sementes foram distribuídas em três folhas de papel-toalha tipo Germitest[®], umedecidas com as soluções em diferentes potenciais osmóticos, na proporção de três vezes a massa do papel seco, além do controle (0,0), similarmente, utilizando-se somente água destilada. Os rolos de papel foram mantidos na posição vertical, dentro de béqueres de vidro contendo uma lâmina das respectivas soluções. Os recipientes foram mantidos em câmara de germinação tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), regulada a temperatura de 30 °C com fotoperíodo de oito horas. As contagens de germinação foram realizadas diariamente até o 15º dia, adotando-se como critério a protrusão da raiz primária ≥ 3 mm de comprimento; índice de velocidade de germinação (IVG) – foi realizado concomitantemente com o teste de germinação, e o cálculo foi realizado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \sum_{i=1}^n \left(\frac{N_i}{D_i} \right) \quad (1)$$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

N₁, N₂ ... N_i = número de sementes germinadas na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente;

D₁, D₂ ... D_i = número de dias na primeira contagem, segunda contagem ... i-ésima contagem, respectivamente; tempo médio de germinação (TMG) - calculado utilizando-se a fórmula proposta por Labouriau (1983): $TMG = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n_i}$, em que:

TMG = tempo médio de germinação;

n_i = número de sementes germinadas num intervalo de tempo;

n = número total de sementes germinadas;

t_i = dias de germinação; frequência relativa de germinação (Fr) – foi calculada a partir dos dados da germinação diária, em função do tempo de incubação (LABOURIAU; VALADARES, 1976); porcentagem de plântulas normais (PN) e anormais - após o término do teste foi avaliado o total de plântulas normais e anormais obtidas, ou seja, aquelas que apresentavam todas as estruturas essenciais perfeitas (BRASIL, 2013); comprimento da parte aérea e da raiz - foram medidas nas plântulas normais obtidas no teste de germinação, com o auxílio de papel milimetrado, da distância entre o coleto da planta e o ponto de inserção do primeiro par de folhas; e o comprimento da raiz, pela medida tomada entre o coleto da planta e a ponta da maior raiz. Os resultados foram expressos em cm planta^{-1} ; identificação de fungos – foi realizada por meio da visualização das estruturas reprodutivas dos patógenos com o auxílio de microscópio óptico e chaves taxonômicas, por técnicos do Laboratório de Clínica Patológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes, em esquema fatorial 4 x 6 (agentes osmóticos x potenciais osmóticos). Nas análises de variância empregou-se o teste de F, quando significativo, as comparações entre as médias dos tratamentos foram efetuadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade (variáveis qualitativas). As variáveis quantitativas que apresentaram efeito significativo pelo teste de F foram submetidas à análise de regressão. Foi utilizado o software R com pacote de funções estatísticas ExpDes (FERREIRA et al., 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste preliminar de germinação realizado em laboratório comprovou a dormência tegumentar das sementes, em que as intactas não embeberam e não emitiram a raiz primária, mantendo-se, no final do teste com aspecto de recém colhidas, sem nenhum intumescimento, classificadas como duras (BRASIL, 2009), enquanto as que foram escarificadas mecanicamente apresentaram 85% de germinação, após 72 horas da sementeira.

A análise de variância dos dados obtidos em todas as variáveis indicaram efeito significativo da interação das concentrações com os agentes osmóticos (Apêndice D), sendo os resultados de comparação das médias de agentes osmóticos dentro das concentrações apresentados na Tabela 2, e a variação de curvas de regressão das concentrações nas Figuras 1, 2, 4 e 6.

Tabela 2. Valores médios (%) de germinação (G), de plântulas normais (PN), de plântulas anormais (PA), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) de plântulas oriundas de sementes de *Enterolobium maximum*, em função dos agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014

Potenciais osmóticos	Soluções	G (%)	PN (%)	PA (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)
0,0	Controle*	93	86	7	8,05	21,25	8,66
-0,2	CaCl ₂	86 a ¹	83 ab	3 a	7,48 a	16,66 b	6,34 a
	KCl	89 a	88 a	1 a	7,46 a	19,70 a	5,39 a
	NaCl	77 a	67 ab	3 a	6,08 b	14,91 b	3,35 b
	Manitol	77 a	74 b	10 a	6,38 ab	16,69 b	5,19 a
-0,4	CaCl ₂	87 a	82 a	5 a	6,89 ab	16,96 a	7,81 a
	KCl	72 b	65 a	7 a	5,73 b	16,50 ab	4,28 b
	NaCl	91 a	73 a	18 a	7,14 a	14,31 b	4,88 b
	Manitol	87 a	80 a	7 a	6,65 ab	15,09 ab	5,14 b
-0,6	CaCl ₂	91 a	78 a	13 b	6,73 a	14,43 b	5,13 a
	KCl	87 a	73 a	14 b	6,68 a	17,31 a	5,18 a
	NaCl	81 a	50 b	31 a	4,91 b	7,82 d	1,26 b
	Manitol	86 a	71 a	15 b	6,45 a	10,34 c	5,33 a
-0,8	CaCl ₂	64 b	0 b	64 a	4,07 b	0 b	0 c
	KCl	72 b	46 a	26 b	5,08 b	10,25 a	2,62 b
	NaCl	77 ab	0 b	77 a	4,50 b	0 b	0 c
	Manitol	88 a	62 a	26 a	6,33 a	10,05 a	5,79 a
-1,0	CaCl ₂	75 b	0 b	75 a	4,14 a	0 c	0 b
	KCl	82 ab	32 a	50 b	5,16 a	9,12 a	2,54 a
	NaCl	46 c	0 b	46 b	2,84 b	0 c	0 b
	Manitol	91 a	15 ab	76 a	4,70 a	3,98 b	1,28 ab

* - o controle, água destilada, apresentou resultados similares para todas as soluções osmóticas; 1 - médias seguidas por letras distintas, dentro de cada nível de potencial, diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A germinação de sementes de *Enterolobium maximum* foi reduzida em relação à testemunha, sendo 29% no potencial osmótico -0,8 MPa para a solução de CaCl_2 e 47% para o potencial osmótico -1,0 MPa para a solução de NaCl (Tabela 2). O estresse hídrico induzido pelo manitol foi menos severo para a germinação do que o estresse salino induzido com os sais CaCl_2 , KCl e NaCl , pois não houve diferença estatística entre os potenciais osmóticos, não sendo possível o ajuste de regressão para o manitol (Figura 1). Estes resultados sugerem que a utilização do manitol sincronizou a germinação das sementes, controlando a hidratação adequadamente e permitindo os processos respiratórios envolvidos na germinação (HEYDECKER et al., 1975).

Braga et al. (2008) testando diferentes potenciais osmóticos de PEG 6000, NaCl e CaCl_2 verificaram que o decréscimo dos níveis de potenciais osmóticos das soluções provocou redução na porcentagem de germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum*. Em sementes de *Apuleia leiocarpa* a germinação decresceu drasticamente quando submetidas ao estresse hídrico e salino com PEG 6000 e NaCl nos potenciais osmóticos 0,0; -0,4; -0,8; -1,2 e -1,6 MPa (SPADETO et al., 2012). Para *Erythrina falcata*, Pelegrini et al. (2013) observaram que a espécie é osmoticamente afetada por PEG 6000, no entanto, os potenciais osmóticos testados com NaCl e manitol não influenciaram no processo germinativo.

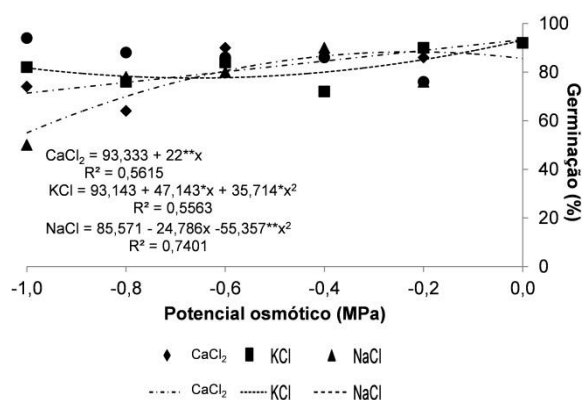


Figura 1. Germinação (%) de sementes de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.

Em sementes de leguminosas a diminuição na germinação de sementes submetidas ao estresse hídrico é atribuída à redução da atividade enzimática, a qual promove menor desenvolvimento meristemático (HADAS, 1976). Segundo Adegbuyi et al. (1981) para cada espécie existe um valor sob condições de estresse hídrico

crítico, abaixo do qual a germinação não ocorre. Contudo, as diferenças químicas existentes entre estas soluções, podem acarretar diferenças nos resultados de germinação e vigor das sementes, mesmo em potenciais hídricos similares (SOUZA; CARDOSO, 2000). Segundo Rosa et al. (2005) espécies que detêm a capacidade de germinar sob condições de estresse hídrico apresentam vantagens ecológicas.

Com relação ao índice de velocidade de germinação, maiores valores foram observados no controle (Tabela 2), e com a utilização dos diferentes agentes osmóticos, à medida que o potencial osmótico tornou-se mais negativo, as sementes necessitaram de maior tempo para embeber e germinar, evidenciando a menor velocidade de germinação (Figura 2). Foram possíveis os ajustes lineares para as regressões e os menores valores de velocidade de germinação foram obtidos das sementes mantidas nas soluções de CaCl_2 e NaCl .

O aumentando do tempo entre a semente e o início da emissão da raiz primária ocorre devido a menor absorção de água pelas sementes, em consequência do aumento da concentração osmótica, diminuindo o gradiente hídrico do sistema substrato-semente. O potencial hídrico altera o alongamento celular e a síntese de parede durante o processo de germinação (MARCOS FILHO, 2005).

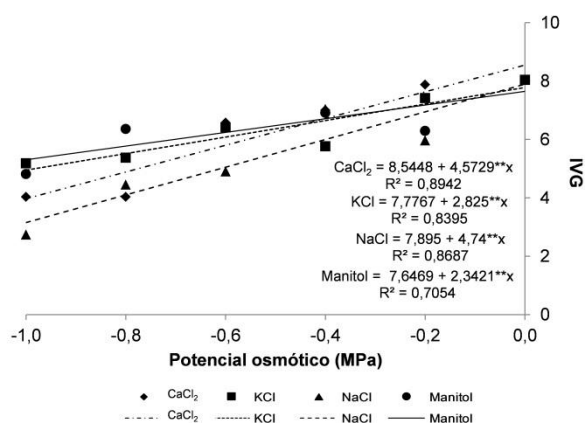


Figura 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.

Os resultados do IVG são condizentes com as informações de Heydecker (1977), de que o aumento do estresse ambiental, em geral, leva inicialmente a um decréscimo na velocidade de germinação e só posteriormente vem afetar a germinabilidade das sementes. Virgens et al. (2012) verificaram maior tempo requerido a germinação quando o potencial osmótico foi reduzido da testemunha até

-0,7 MPa para a espécie *Myracrodruon urundeuva*, corroborando com os resultados desse trabalho. Para várias outras espécies foi verificado a redução da velocidade de germinação em diferentes graus, como em *Gliricidia sepium* (FARIAS et al., 2009), *Jatropha curcas* (PEREIRA; LOPES, 2011), *Apuleia leiocarpa* (SPADETO et al., 2012), *Apeiba tibourbou* (GUEDES et al., 2013) e *Erythrina falcata* (PELEGRINI et al., 2013).

Os resultados da frequência relativa da germinação reforçaram o efeito do estresse hídrico e salino em retardar o início da germinação das sementes (Figura 3). No nível mais elevado de potencial osmótico, 0 MPa (controle), a maior parte das sementes começou a emitir raiz primária após o segundo dia do início da embebição, com o pico de germinação no terceiro dia. Entretanto, um potencial de -1,0 MPa tornou a germinação mais lenta, iniciando-se no terceiro dia para CaCl_2 , KCl e NaCl e quarto dia para manitol. E tendo o pico de germinação no quarto dia para CaCl_2 e NaCl, no terceiro e quinto dia para KCl e quinto dia para manitol.

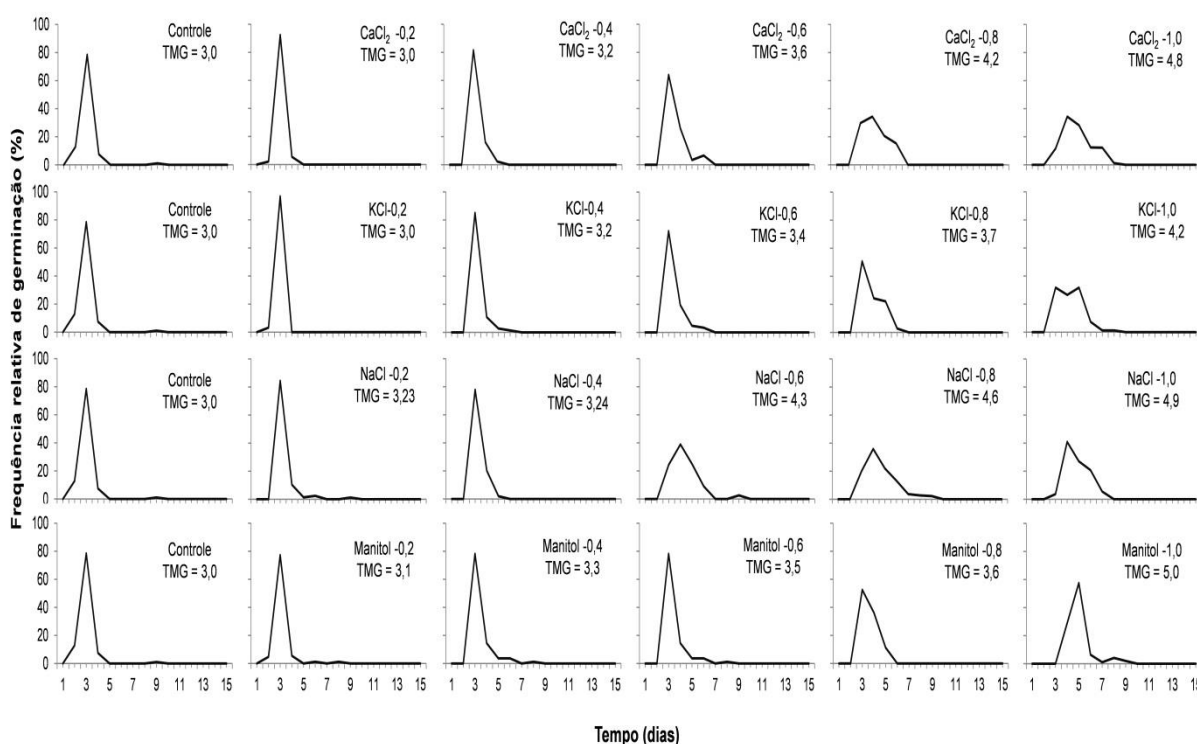


Figura 3. Frequência relativa de germinação e tempo médio de germinação de sementes de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.

O deslocamento do pico de germinação é ocasionado pelo retardamento no processo de embebição das sementes e conseqüentemente de todos os processos

metabólicos desencadeados pela absorção de água e, este deslocamento do pico ocorreu diferentemente nos agentes osmóticos estudados.

A redução da velocidade de germinação pode também ser observada pelo deslocamento do tempo médio de germinação para a direita, em potenciais hídricos menores (Figura 3). Pode-se inferir neste caso, que a germinação rápida, quando superada a dormência tegumentar das sementes, é característica da espécie cuja estratégia é estabelecer-se no ambiente o mais rápido possível aproveitando as condições favoráveis ao desenvolvimento. Diante disso, o tempo médio de germinação é uma variável importante para detectar a rapidez das sementes em germinar e conseqüentemente, se estabelecer num determinado local (BORGHETTI; FERREIRA, 2004; FERREIRA et al., 2001).

Assim, à medida que reduziu o potencial osmótico aumentou o número de dias para a germinação inicial das sementes. Segundo Peske e Delouche (1985), a velocidade com que as sementes germinam após a semeadura é de grande importância para um estabelecimento satisfatório das plântulas em campo. O retardamento na germinação pode expor as sementes a condições desfavoráveis de temperatura, bem como ao ataque de pragas e doenças, acarretando prejuízos ao desempenho das sementes.

Apesar da germinação não ter sido drasticamente afetada, a porcentagem de plântulas normais foi severamente comprometida com a redução do potencial osmótico dos agentes testados (Tabela 2). Nos agentes osmóticos CaCl_2 e NaCl a porcentagem de plântulas normais nos potenciais -0,8 e -1,0 MPa foram nulas (Figura 4A), demonstrando que estes tratamentos são mais prejudiciais ao desenvolvimento normal das plântulas de *Enterolobium maximum*.

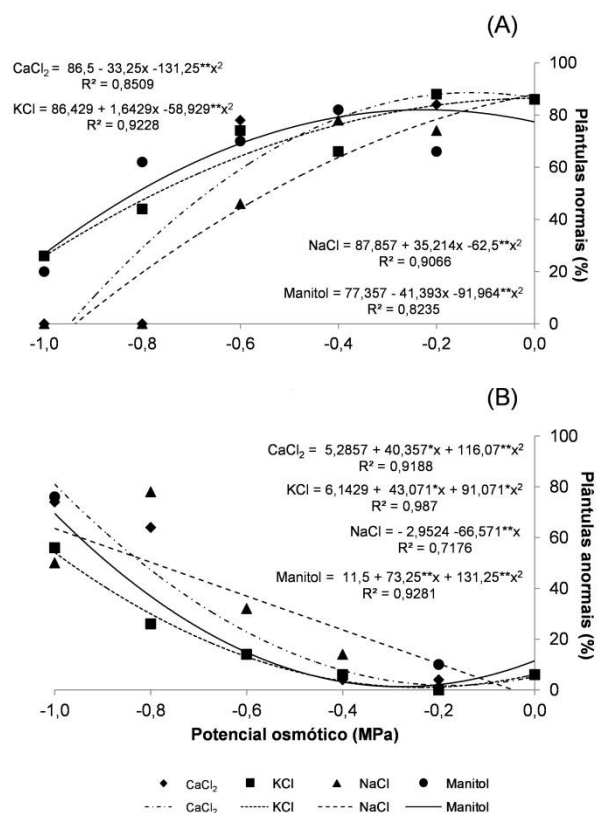


Figura 4. Porcentagem de plântulas normais (A) e plântulas anormais (B) de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.

No entanto, a diminuição da porcentagem de plântulas normais foi observada para todos os agentes. Assim, inversamente a porcentagem de plântulas normais, a porcentagem de plântulas anormais foi aumentada (Figura 4B). Em sementes de *Apuleia leiocarpa*, Spadeto et al. (2012) verificaram que o aumento do estresse hídrico e salino levou o decréscimo da porcentagem de plântulas normais.

São consideradas plântulas anormais aquelas que não mostram potencial para continuar o seu desenvolvimento e dar origem a uma planta normal (BRASIL, 2013). Assim foram colocadas nessa categoria as plântulas que se apresentavam totalmente ou com partes deformadas, deterioradas e danificadas (Figura 5). Em sementes de feijão, Paula et al. (1994) verificaram que o vigor das sementes foi mais afetado pelo NaCl do que a porcentagem de germinação, observaram também que a porcentagem de plântulas anormais aumentou na presença do sal.



Figura 5. Plântulas anormais de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.

As plântulas apresentaram redução do comprimento da parte aérea e da raiz quando o potencial osmótico foi reduzido a partir do controle (Figura 6). Esses resultados sugerem que CaCl_2 , KCl, NaCl e manitol apresentaram efeitos tóxicos para *Enterolobium maximum* antes e após a germinação das sementes, sendo verificado prejuízos severos para o crescimento das plântulas.

Sob estresse salino induzido por NaCl o comprimento da parte aérea e do sistema radicular foi reduzido de forma linear, apresentando menores médias dentro dos potenciais osmóticos testados (Tabela 2). Verificou-se dessa forma que o NaCl apresentou efeito mais drástico em relação ao CaCl_2 , KCl e manitol, com valores bastante reduzidos a partir do nível de potencial osmótico $-0,6$ MPa. Comportamento semelhante foi observado em *Zizyphus joazeiro* onde o comprimento de plântulas foi reduzido drasticamente a na solução de NaCl partir do potencial osmótico $-0,3$ MPa (LIMA; TORRES, 2009). Isso pode ser devido ao fato de haver menor alongamento dos tecidos, uma vez que este e o processo de síntese de carboidratos são susceptíveis ao estresse hídrico provocado pelos sais (WENKERT et al., 1978).

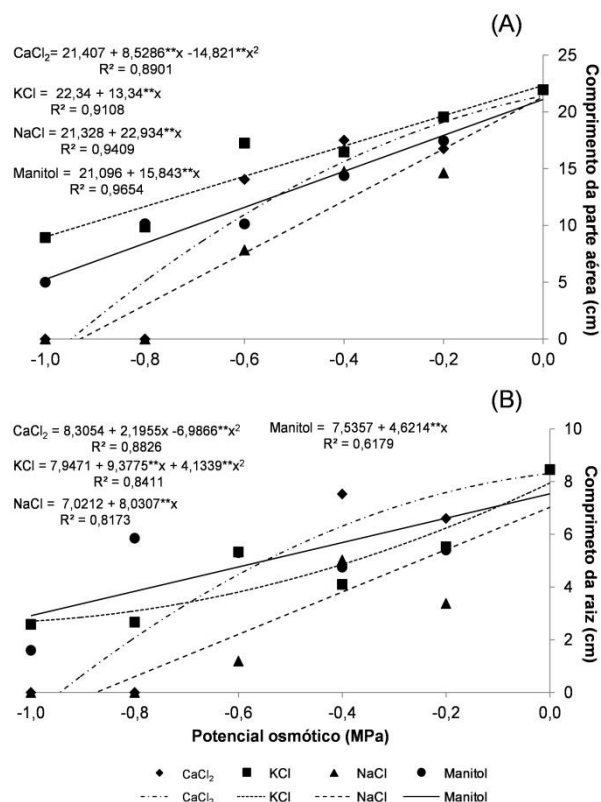


Figura 6. Comprimento da parte aérea (A) e da raiz (B) de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.

Prisco e Gomes Filho (2010) afirmam que a salinidade altera, inicialmente, a absorção de água, de nutrientes e a permeabilidade das membranas. Sendo que essas alterações refletem no balanço hídrico e nutricional da planta provocando mudanças no metabolismo, no balanço hormonal, nas trocas gasosas e na produção de espécies reativas de oxigênio. Ainda segundo os mesmos autores, todas essas mudanças comprometem a expansão e a divisão das células, o crescimento vegetativo e reprodutivo e a aceleração da senescência das folhas que resultam na eventual morte da planta.

Verslues et al. (2006) relataram que a presença de sais no substrato podem causar diferentes tipos de estresse, incluindo a alteração na absorção de nutrientes, especialmente K^+ e Ca^{2+} , acúmulo de íons tóxicos, como o Na^+ , estresse osmótico e oxidativo. O estresse salino nas fases iniciais da germinação tem como principal causador de injúria, o desbalanço iônico e a toxicidade causada por Na^+ . O baixo potencial hídrico causado pela presença de sais geralmente inibe o crescimento da parte aérea e radicular da plântula. O que pode explicar a redução gradual do vigor

das plântulas de *Enterolobium maximum* quando submetidas ao estresse hídrico e salino (Figura 7).

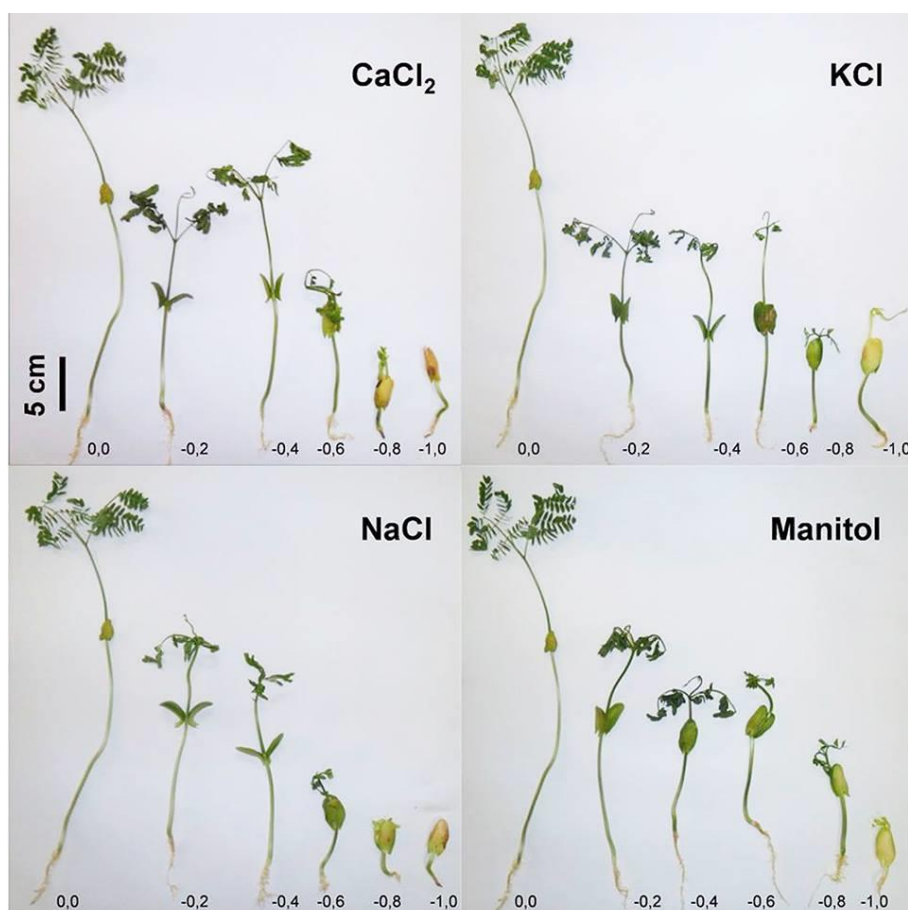


Figura 7. Desenvolvimento das plântulas de *Enterolobium maximum* em função de agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014.

Munns e Tester (2008) verificaram que a salinidade do solo influencia o crescimento das plantas de duas maneiras: altas concentrações de sais no solo tornam mais difícil a extração de água pelas raízes e altas concentrações de sais na planta podem ser tóxicas. A homeostase da concentração intracelular de íons é fundamental para a fisiologia das células. A regulação do fluxo de íons é necessária para que as células mantenham baixas as concentrações de íons tóxicos e acumulem íons essenciais. Se houver falhas nesse balanço osmótico durante o estresse salino, resultará em perda de turgescência, desidratação, redução no crescimento, atrofiamento e até morte celular (ASHRAF; HARRIS, 2004).

Segundo Yang e Poovaiah (2002) a presença de íons de sódio ou potássio pode desestabilizar o equilíbrio osmótico e/ou das membranas, o que deslocaria o

metabolismo para a realização de reparos nas estruturas celulares, levando a redução drástica de crescimento e acúmulo de matéria seca.

O cálcio é um íon bivalente, que por sua vez, atua como estabilizador de membranas, afetando pouco o equilíbrio sódio:potássio, e sinalizador celular para diversas formas de estresse tais como, a ativação de catalase, uma enzima envolvida na manutenção da integridade celular (YANG; POOVAIAH, 2002). No entanto, o cloreto de cálcio não se mostrou eficiente em simular o estresse salino em sementes de *Enterolobium maximum*, assim como o cloreto de sódio, que se mostraram tóxicos às sementes.

Segundo Prisco e Gomes Filho (2010) a tolerância à salinidade varia com a espécie, com o genótipo dentro de uma mesma espécie, o estágio de desenvolvimento em que a planta se encontra e, se o estresse é imposto a uma célula, a um tecido ou a um órgão do indivíduo. As interações entre as características do estresse com as do vegetal podem resultar em tolerância ou susceptibilidade.

O manitol é um açúcar alcoólico, inerte e dificilmente absorvido. É utilizado como estabilizador osmótico em cultura de tecidos vegetais (MACHADO NETO et al., 2006), sendo um eficiente simulador do estresse hídrico em sementes de *Enterolobium maximum*. No entanto, verificou-se que novos estudos com concentrações mais altas são necessários, uma vez que a germinação não foi reduzida em níveis drásticos para as soluções de KCl e manitol, até o potencial osmótico -1,0 MPa.

Houve ocorrência de patógenos nas sementes de *Enterolobium maximum* quando submetidas ao estresse salino com CaCl₂, KCl, NaCl e ao estresse hídrico com manitol, o que pode ser explicado pelo aumento do número de dias para germinar associado à temperatura de 30 °C em que as sementes foram mantidas durante o processo de germinação. Nestas condições, houve a maior liberação de exsudados no meio germinativo, o que propiciou o desenvolvimento de fungos na superfície da semente. Os fungos identificados nas sementes foram: *Aspergillus* sp., *Aspergillus flavus* e *Fusarium* sp., similarmente observado por Guedes et al. (2013), que verificaram que em sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas houve desenvolvimento de fungos nas sementes sob temperatura de 30 °C.

4 CONCLUSÃO

O estresse hídrico com manitol é menos severo que o estresse salino com CaCl_2 , KCl e NaCl;

O estresse salino com NaCl é mais tóxico às sementes de *Enterolobium maximum*;

As sementes são mais sensíveis ao estresse salino com CaCl_2 e NaCl que ao estresse salino com KCl e ao estresse hídrico com manitol;

A germinação *Enterolobium maximum* é reduzida no potencial osmótico de -1,0 MPa na solução de NaCl;

O vigor das sementes é afetado com a redução do potencial osmótico das soluções de CaCl_2 , KCl, NaCl e manitol a partir do potencial osmótico -0,2 MPa;

As soluções de NaCl e CaCl_2 determinam toxidez às sementes de *Enterolobium maximum*, a partir de -0,6 MPa.

5 REFERÊNCIAS

- ADEGBUYI, E.; COOPER, S. R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed polyethylene glycol (PEG). **Seed Science and Technology**, v. 9, p. 867-878, 1981.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, p. 3-16, 2004.
- BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; CESARO, A. S.; LIMA, G. P. P.; GONÇALVES, A. N. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 78, p. 157-163, 2008.
- BEWLEY, J.; BLACK, M. **Seed: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-222.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para a análise de sementes florestais**. Brasília: MAPA/ACS/CGAL, 2013. 98 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CAMPOS FILHO, E. M. (Org.) **Plante as árvores do Xingu e Araguaia**. Ed. rev. e ampl. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2012. 260p.
- CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.
- ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE ALTA FLORESTA. **Dados climáticos**. Alta Floresta: UNEMAT/INMET, 2014. Disponível em <<http://afl.unemat.br/>>. Acesso em: 11 abr. 2014.
- FARIAS, S. G. G. de; FREIRE, A. L. de O.; SANTOS, D. R. dos; BAKKE, I. A.; SILVA, R. B. Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes de gliricidia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.]. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 152-157, 2009.
- FERREIRA, A. G.; CASSOL, B.; ROSA, S. G. T. da; SILVEIRA, T. S. da; STIVAL, A. L.; SILVA, A. A. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 231-242, 2001.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental designs: um pacote R para análise de experimentos. **Revista da Estatística UFOP**, vol. I. (X Semana da Matemática e II Semana da Estatística, 2010). 2011.

FERREIRA, E. G. B. de S.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. de M.; OLIVEIRA, R. G. de; SALES, A. G. F. A. Processo germinativo e vigor de sementes de *Cedrela odorata* L. sob estresse salino. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 99-105, 2013.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO JÚNIOR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. A. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. (Ed.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. v. 2, 2010. 830p.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, C. R. de; SANTOS, S do R. N. dos. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013.

HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potencial in osmotic solution. **Journal Experimental Botany**, v.27, p. 480-489, 1976.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, I. J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Tecnology**, v. 3, n. 3/4, p. 881-888, 1975.

HEYDECKER, W. Stress and seed germination: an agronomic view. In: KHAN, A. A. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1977. p. 237-282.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da OEA, Washington, 1983.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera*(Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LIMA, B. G. de; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 93-99, 2009.

LUCENA, A. M. A. de; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Desenvolvimento de mudas de cássia e tamboril em diferentes composições de substratos. **Revista Verde**, v. 2, n. 1, p. 78-84, 2007.

MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C.; COSTA, P. R.; DONÁ, F. L. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 142-148, 2006.

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

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

MARTINS, C. C.; PEREIRA, M. R. R.; MARCHI, S. R. Germinação de sementes de *Melaleuca quinquenervia* em condições de estresse hídrico e salino. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2011.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Biology**, v. 59 p. 651-681, 2008.

PAULA, S. V.; RUIZ, H. A.; MANTOVANI - ALVARENGA, E. Avaliação de plântulas de feijão como critério para seleção de cultivares tolerantes à salinidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, p. 220-224, 1994.

PELEGRINI, L. L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. S.; QUOIRIN, M. G. G. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 511-519, 2013.

PEREIRA; M. D.; LOPES, J. C. Germinação e desenvolvimento de plântulas de pinhão manso sob condições de estresse hídrico simulado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 1837-1842, 2011.

PESKE, S. T.; DELOUCHE, J. C. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 69-85, 1985.

PRISTO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura**: Estudo básico e aplicados. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p.143-159.

REGO, S. S.; FERREIRA, M. M.; NOGUEIRA, A. C; GROSSI, F.; SOUZA, R. K. de; BRONDANI, G. E.; ARAUJO, M. A.; SILVA, A. L. L. da. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 2, n. 4, p. 37-42, 2011.

ROSA, L. S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* BAILL (TIMBÓ). **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 306-314, 2005.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4. ed. Belmont. Wadsworth, 1992. 682p.

SOUZA, G. M.; CARDOSO, V. J. M. Effects of different environmental stress on seed germination. **Seed Science Technology**, v. 28, n. 3, p. 621-630, 2000.

SPADETO, C.; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G.; MATHEUS, M. T.; BERNARDES, P. M. Estresse salino e hídrico na germinação de sementes de garapa (*Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 539-551, 2012.

VARELA, V. P.; COSTA, S. de S.; RAMOS, M. B. P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) - Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 35-39, 2005.

VERSLUES, P. E.; AGARWAL, M.; KATIYAR-AGARWAL, S.; ZHU, J.; ZHU, J. K. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stress that affect plant water status. **The Plant Journal**, v. 45, n. 4, p. 523-539, 2006.

VIRGENS, I. O.; CASTRO, R. D. de; FERNANDEZ, L. G.; PELACANI, C. R. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 681-692, 2012.

YANG, T.; POOVAIAH, B. W. Hydrogen peroxide homeostasis: activation of plant catalase by calcium/calmodulin. **Proceedings of Natural Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, p. 4097-4102, 2002.

WENKERT, W.; LEMON, E. R.; SINCLAIR, T. R. Leaf elongation and turgor pressure in field; grown soybean. **Agronomy Journal**, v. 70, p. 761-764, 1978.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Análise de variância para o teor de água de sementes de *Enterolobium maximum* intactas e escarificadas. Alegre/ES, 2014

Fontes de variação	GL	QM
Escarificação	1	16476,30533*
Métodos	2	4,56450 ^{ns}
Escarificação x Métodos	2	112,84518*
Resíduo	18	4,59122

ns – não significativo, * Significativo em nível de 5%.

APÊNDICE B

Resumo da análise de variância (ANOVA) para emergência (E-%), índice de velocidade de emergência (IVE), diâmetro do coleto (DC), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) de plantas oriundas de sementes de *Enterolobium maximum*, em função de tratamentos pré-germinativos. Alegre/ES, 2014

Causas da variação	GL	Quadrados Médios	
		E	IVE
Tratamento	10	0,4265*	2,2408*
Resíduo	33	0,0057	0,0407
Média		46,73	1,00
CV _{Exp} (%)		16,15	16,26

Causas da variação	GL	Quadrados Médios					
		DC	CPA	CR	AF	MSPA	MSR
Tratamento	6	0,06 ^{ns}	4,45 ^{ns}	2,32 ^{ns}	94,53 ^{ns}	0,002*	0,0002*
Resíduo	21	0,05	3,1963	3,57	73,70	0,0007	0,00006
Média		2,98	21,10	8,83	72,73	0,30	0,04
CV _{Exp} (%)	-	7,38	33,17	21,4	11,8	8,6	18,37

* valor de F significativo em nível de 5% de probabilidade de erro, ns = não significativo, GL = graus de liberdade, CV_{exp.} = coeficiente de variação experimental.

APÊNDICE C

Resumo da análise de variância (ANOVA) para mudas de *Enterolobium maximum* em diferentes substratos e intensidades luminosas. Alegre/ES, 2014

Causas da variação	GL	Quadrados Médios					
		E	TME	SO	DC	A	CR
Intensidade luminosa (IT)	3	16,68 ^{ns}	1,12 ^{ns}	2,78 ^{ns}	2,41 ^{**}	110,90 ^{**}	11,10 [*]
Resíduo a	12	87,59	0,47	126,39	0,04	4,18	2,35
Substrato (Subs)	2	81,25 ^{ns}	16,44 ^{**}	175 ^{ns}	0,48 ^{**}	31,94 ^{ns}	59,47 ^{**}
IT * Subs	6	131,25 ^{ns}	0,67 [*]	69,44 ^{ns}	0,22 ^{**}	13,93 ^{ns}	3,55 ^{ns}
Resíduo b	24	68,75	0,26	59,72	0,02	11,30	1,88
Média	-	92,5%	8,10	90%	3,67 mm	28,78 cm	16,76 cm
CV a (%)	-	10,11	8,62	12,67	5,32	7,20	9,54
CV b (%)	-	8,96	6,46	8,71	3,55	11,84	8,53

Causas da variação	GL	Quadrados Médios					
		MSPA	MSR	IQD	AF	Clor.T	Clor. a/b
Intensidade luminosa (IT)	3	0,74 ^{**}	0,17 ^{**}	0,07 ^{**}	7.468,6 ^{**}	11.086 [*]	2,57 [*]
Resíduo a	12	0,30	0,004	0,02	902,7	3003	0,45
Substrato (Subs)	2	0,44 ^{**}	0,01 ^{**}	0,004 [*]	10.849,7 ^{**}	58.192 ^{**}	1,08 ^{ns}
IT * Subs	6	0,12 ^{**}	0,01 ^{**}	0,004 ^{**}	2.349,5 [*]	2.870 ^{ns}	1,25 [*]
Resíduo b	24	0,01	0,001	0,0007	910,4	3.244	0,37
Média	-	1,06 g	0,24 g	0,20	161,5 cm ²	399 µmol m ⁻²	3,80
CV a (%)	-	17,30	25,89	22,37	18,45	14	16,69
CV b (%)	-	10,70	15,47	14,73	18,53	14,55	15,10

IT = intensidade luminosa; Subs = Substrato; E = emergência; TME = tempo médio de emergência; SO = sobrevivência; DC = diâmetro do coleto; A = altura; CR = comprimento da raiz; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz; IQD = índice de qualidade de Dickson; AF = área foliar; Clor.T = clorofila total; Clor. a/b = Relação clorofila a/b. ** significativo a 1%, * significativo a 5%, CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE D

Resumo da análise de variância (ANOVA) para germinação (G), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR) de plântulas oriundas de sementes de *Enterolobium maximum*, em função dos agentes e potenciais osmóticos. Alegre/ES, 2014

Causas da variação	GL	Quadrados Médios					
		G	PN	PA	IVG	CPA	CR
Solução (Sol)	3	362*	1648,6*	758,4*	3,54*	145,47*	22,67*
Potencial osmótico (PO)	5	835,07*	14951,1*	9405*	30,11*	808,55*	118,63*
Sol * PO	15	411,87*	907,3*	701,6*	2,18*	31,96*	9,11*
Resíduo	72	52,89	887	67	0,41	1,69	0,64
Média	-	84%	72%	12%	6,3	14,6	4,68
CV _{Exp} (%)	-	8,82	16,26	33,17	10,37	10,4	18,14

* valor de F significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. GL = graus de liberdade, CV_{exp.} = coeficiente de variação experimental, Sol = solução, PO = potencial osmótico.