

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

**Qualidade de sementes e produção de mudas de *Moquiniastrum*
polymorphum (Less.) G. Sancho**

Júlio César Tannure Faria

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO FLORESTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**QUALIDADE DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE
Moquiniastrum polymorphum (Less.) G. Sancho**

JÚLIO CÉZAR TANNURE FARIA

Sob a Orientação do Professor
Lucas Amaral de Melo

e Co-orientação do Professor
Tiago Böer Breier

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de concentração em Silvicultura e Manejo Florestal

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2016

631.521

F224q

T

Faria, Júlio Cezar Tannure, 1990-

Qualidade de sementes e produção de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho / Júlio César Tannure Faria. - 2016.

49 f.: il.

Orientador: Lucas Amaral de Melo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Sementes - Qualidade - Teses. 2. Árvores - Mudas - Teses. 3. Crescimento (Plantas) - Teses. 4. Germinação - Teses. 5. *Gochnatia* - Teses. I. Melo, Lucas Amaral de, 1983- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS

JÚLIO CÉZAR TANNURE FARIA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Silvicultura e Manejo Florestal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/02/2016

Lucas Amaral de Melo – Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Gilvano Ebling Brondani – Prof. Dr. UFLA

Paulo Sérgio dos Santos Leles – Prof. Dr. UFRRJ

Dedico

À minha mãe Denise Sader Tannure

E todos meus familiares

Quem sempre me apoiam e que
sempre posso contar

AGRADECIMENTOS

Minha família por apoiar meus estudos, dando suporte do início ao fim no meu mestrado. Minha mãe Denise, minha irmã Izabela, minha avó Maria Izabel, e especialmente ao meu pai Sebastião e minha avó Alice, que não estão mais entre nós; Sempre irei lembrar do carisma, simplicidade e alegria que os dois carregavam.

Aos meus amigos que tive prazer de conhecer em Seropédica: Renata, Rafael, Pablo, Marcelly, Juliana, Janaina, Roberta; e aos amigos que conheci em Lavras: Thiago e Harryson pelo companheirismo nos momentos de lazer, pela ajuda e paciência nos momentos das coletas e escrita da dissertação. Minha eterna amiga e companheira Christine Moreira, pelos conselhos nas horas certas e erradas, e distrações nas horas certas e erradas.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por ter me possibilitado ingressar no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, fazendo ampliar e aperfeiçoar meus conhecimentos como engenheiro florestal. A parceria com a Universidade Federal de Lavras por conceder espaço e equipamentos necessários para realização de algumas análises do trabalho da dissertação.

Ao meu orientador Lucas Amaral de Melo pela amizade, ensinamento, conselhos nos estudos e vida pessoal, e principalmente pelo apoio em todo o processo de criação e conclusão da presente dissertação. Ao meu co-orientador Tiago Breier pela amizade, ensinamento e ajuda na confecção da dissertação. Serei sempre grato pelos orientadores que tive prazer de trabalhar em meu mestrado.

Aos professores componentes da banca avaliadora do projeto e defesa da dissertação, Evânia Mendonça, Gilvano Brondani, Lucas Amaral, Paulo Leles e Tiago Breier, que contribuíram com ótimas sugestões no início, meio e fim na confecção do estudo; Muito obrigado.

A técnica do Laboratório de Sementes do Departamento de Silvicultura da UFRRJ Carol e a técnica do Laboratório de Sementes do Departamento de Engenharia Florestal da UFLA Olivia. Obrigado pelas dicas e conselhos no uso correto das metodologias no estudo de sementes florestais.

A CEMIG pelo apoio financeiro na aquisição de sementes e idas a campo para coleta de materiais. A Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), e em especial ao engenheiro florestal Alan Abreu, pela disponibilidade do biossólido para formulação dos substratos, ajudando a mostrar neste estudo que o uso do lodo de esgoto pode tornar mais popular e ambientalmente sustentável na produção de mudas.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

E todos que contribuíram na realização deste estudo.

Muito obrigado.

RESUMO GERAL

FARIA, Júlio César Tannure. Qualidade de sementes e produção de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. 2016. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

O presente estudo de dissertação foi composto por dois capítulos, sendo o objetivo geral buscar a melhoria da qualidade de sementes e da produção de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. A espécie florestal *M. polymorphum*, conhecida popularmente como cambará ou candeiraia, é uma espécie pertencente à família Asteraceae, classificada como pioneira e secundária inicial, encontrada em uma série de levantamentos florísticos porém pouco estudada sobre seu processo de coleta de sementes e de produção de mudas, a qual possui importantes características para composição inicial em reflorestamentos de áreas degradadas. O primeiro capítulo teve por meta analisar as propriedades físicas e fisiológicas das sementes de *M. polymorphum* por meio dos equipamentos raios X, mini-SAS e soprador de sementes, além de estudar a germinação em diferentes condições de temperatura, a fim de tornar mais eficiente o processo de beneficiamento de sementes e, sucessivamente, de produção mudas da espécie. Foram realizados a caracterização do lote de sementes por meio dos testes padrões de pureza, umidade, germinação e peso de mil sementes. No teste de raios X as sementes foram classificadas em três grupos: cheias, vazias e mal formadas. A avaliação das estruturas externas foi realizada pelo mini-SAS, por meio das características cor dominante, área, diâmetro máximo, diâmetro mínimo, relação diâmetro máximo/mínimo e perímetro. No soprador de sementes as avaliações foram feitas pesando as sementes que permaneceram na fração pesada e sobre a quantidade de sementes cheias nesta mesma fração com auxílio do raios X. Em relação ao estudo da germinação, o experimento foi conduzido em mesa termograde em diferentes temperaturas com fornecimento de luz constante. Foram avaliados emissão radicular, plântula normal e anormal, sementes mortas e duras, além dos valores IVG, T₅₀ e U₇₅₋₂₅ para emissão radicular, plântula normal. Na determinação da curva de embebição foram testadas as condições de 30°C com luz constante e 20-30°C (12h ao escuro, 12h em luz). Posteriormente foram realizados testes de germinação para cada equipamento e/ou condição avaliada. Concluiu-se que a utilização dos equipamentos soprador de sementes e raios X são eficientes para avaliação e determinação da qualidade física das sementes de *M. polymorphum*, enquanto os parâmetros externos avaliados pelo mini-SAS não foram capazes de avaliar qualitativamente as sementes. No estudo da germinação, os melhores valores médios dos critérios avaliados resultaram na temperatura de 30°C. A curva de embebição apresentou padrão trifásico, sendo a emissão radicular em menor intervalo de tempo resultante na temperatura de 30°C com luz constante. No segundo capítulo objetivou-se avaliar o crescimento inicial de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* a partir da análise das características morfológicas em substratos formulados com resíduos orgânicos à base de biossólido, esterco bovino e fibra de coco. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em tubetes de 110 cm³, sendo instalado em um delineamento inteiramente casualizado constituído por cinco tratamentos, com quatro repetições de 54 mudas por parcela. Quando as mudas atingiram 150 dias após a semeadura foram mensuradas características morfológicas. Constatou-se que para o crescimento inicial de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* recomenda-se a utilização de substratos formulados com 60 a 20% de biossólido + 60 a 20% de esterco bovino + 20% de fibra de coco, os quais resultaram nos melhores crescimentos das características morfológicas avaliadas.

Palavras-chave: *Gochnatia polymorpha*; cambará, qualidade de semente, produção de muda.

GENERAL ABSTRACT

FARIA, Júlio César Tannure. Quality of seeds and production seedlings *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. 2016. 49 p. Dissertation (Master Science in Environmental Science and Forestry) Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

The dissertation study consisted of two chapters, with the main objective being the improvement of the quality of seeds and production of *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho. The forest species *M. polymorphum*, popularly known as cambará or candeia, is a species of the Asteraceae family, classified as pioneer and initial secondary, found in a series of floristic survey yet with only few studies about its process of seed collection and seedling production, which has important characteristics for initial composition in reforestation of degraded areas. The first chapter analyzes physical and physiological properties of *M. polymorphum* seeds with the equipments: mini SAS, X-rays and seed blower; and to evaluate germination in different temperatures, in order to create a more efficient seed production process and successively species of plants. In order to characterize the seed batches, tests of purity, humidity, germination and weight of a thousand seeds were performed. In the X-ray test, the seeds were classified into three groups: full, empty and bad formed. The evaluation of the external structures was performed by mini-SAS, through the characteristics: color dominant, area, maximum diameter, minimum diameter, maximum/minimum ratio diameter and circumference. The seed blower evaluations were made by weighing the seeds remaining in the heavy fraction and the amount of full seeds in this same fraction with the aid of X-ray. Regarding the study of germination, the experiment was conducted in thermogradient table at different temperatures with constant light provided. Afterwards, germination tests were performed for each equipment and/or evaluated condition. To determine the imbibition curve, were tested conditions of 30°C with constant light and 20-30°C (12h dark, 12h light). It was concluded that the use of seed blower equipment and X-rays are effective for evaluation and determination of the physical quality of seeds *M. polymorphum*, whereas the external parameters evaluated by mini SAS have not been able to qualitatively assess the seeds. In the study of germination, the best average values of the evaluated criteria resulted in the 30°C temperature. The imbibition curve showed triphasic pattern, being the root emission resulting in a smaller time interval at 30°C with constant light. The second chapter evaluated the initial growth of seedlings *M. polymorphum* from the analysis of morphological characteristics on substrates formulated with biosolids, cattle manure and coconut fiber. The experiment was conducted at the Forest Nursery of the Federal University of Lavras (UFLA), in tubes of 110 cm³, being installed in a completely randomized design consisting of five treatments with four replications of 54 seedlings each. When the seedlings have reached 150 days after sowing, the morphological characteristics were measured. It was found that for the initial growth of seedlings *M. polymorphum* recommends the use of substrates formulated with 60 to 20% of biosolids + 60 to 20% of cattle manure + 20% coconut fiber, which resulted in the best growth of the evaluated morphological characteristics.

Keywords: *Gochnatia polymorpha*; cambará, quality seed; production changes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Semente da espécie florestal <i>M. polymorphum</i> . A. Semente com estrutura de dispersão; B. Semente beneficiada (sem estrutura de dispersão).	12
Figura 1.2. Equipamentos utilizados para classificação, avaliação e separação das sementes da espécie florestal <i>M. polymorphum</i> . A: raios X (Faxitron X-ray); B: mini-SAS; C: soprador de sementes tipo General (DeLeo).	14
Figura 1.3. Esquema metodológico experimental utilizado desde a coleta das sementes até o estudo da germinação utilizado para a espécie <i>M. polymorphum</i>	16
Figura 1.4. Classificação das sementes de <i>M. polymorphum</i> pela análise de imagens geradas pelo equipamento de raios X, sendo as linhas: A. Sementes vazias; B. Sementes mal formadas; e C. Sementes cheias.	17
Figura 1.5. Análise de imagem gerada pelo equipamento de raios X no lote de sementes de <i>M. polymorphum</i>	17
Figura 1.6. Análise de imagens de raios X obtidas em duas amostradas de sementes separadas pelo soprador, sendo elas: A. fração pesada obtida na abertura 1; e B. fração pesada obtida na abertura 6.	20
Figura 1.7. Germinação, considerando emissão de plântulas normais, para sementes de <i>M. polymorphum</i> sob diferentes temperaturas.	22
Figura 1.8. Plântulas anormais germinadas à temperatura de 15°C da espécie florestal <i>M. polymorphum</i> , sendo: A. plântula com anormalidade no sistema radicular, e B. plântula com anormalidade no sistema radicular e na emissão de folíolos.....	23
Figura 1.9. Curvas de embebição das sementes de <i>M. polymorphum</i> , sob temperatura de 30°C em luz constante e temperatura alternada de 20-30°C (12 horas de luz a 30°C e 12 horas de escuro a 20°C).....	24
Figura 2.1. Diferença visual do excesso hídrico apresentada pelos substratos formulados no crescimento das mudas de <i>M. polymorphum</i> , após 150 dias da sementeira	39
Figura 2.2. Diferenças entre volumes no crescimento das raízes das mudas <i>M. polymorphum</i> produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias após a sementeira	43
Figura 2.3. Projeção dos dois componentes principais mostrando o desempenho dos tratamentos em relação às diferentes características morfológicas H, DC, RHDC, IQD, MSPA, MSR, RMSPAR e MST no crescimento de mudas de <i>M. polymorphum</i>	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Características originais dos testes de pureza, umidade, germinação e peso de mil sementes do lote de sementes de <i>M. polymorphum</i>	16
Tabela 1.2. Resultados médios das características externas cor dominante, área, diâmetro máximo, diâmetro mínimo e perímetro dos três grupos de sementes de <i>M. polymorphum</i>	18
Tabela 1.3. Porcentagem de germinação das sementes cheias, mal formadas e vazias de <i>M. polymorphum</i>	18
Tabela 1.4. Peso médio em porcentagem da fração pesada de sementes de <i>M. polymorphum</i> após passarem por soprador de sementes.	19
Tabela 1.5. Porcentagens médias de sementes cheias na fração pesada em cada abertura de ar testada, obtidas pelo teste de raios X.	19
Tabela 1.6. Resultados do teste de germinação das frações pesadas das seis aberturas testadas pelo equipamento de soprador de sementes para a espécie florestal <i>M. polymorphum</i>	20
Tabela 1.7. Emissão radicular, plântula normal, plântula anormal, sementes mortas e sementes duras do teste de germinação das sementes de <i>M. polymorphum</i> , sob diferentes temperaturas.	21
Tabela 1.8. Valores de T ₅₀ (emissão radicular e plântula normal), Uniformidade (U ₇₅₋₂₅) (emissão radicular e plântula normal) e IVG (plântula normal), durante a germinação das sementes de <i>M. polymorphum</i> , sob diferentes temperaturas.	21
Tabela 2.1. Valores mensais em temperatura, precipitação, umidade e velocidade do vento da cidade de Lavras-MG.....	32
Tabela 2.2. Concentração de microrganismos patogênicos no biossólido da ETE Alegria, Rio de Janeiro – RJ, em comparação ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 375/2006.....	33
Tabela 2.3. Concentração das substâncias inorgânicas e dos diferentes elementos indicadores do potencial agrônômico no biossólido proveniente da ETE Alegria, Rio de Janeiro – RJ.....	34
Tabela 2.4. Proporção volumétrica dos componentes (%) que compõem os substratos (tratamentos) para produção de mudas de <i>M. polymorphum</i>	35
Tabela 2.5. Análise química (pH e CE) e física dos substratos formulados na produção de mudas de <i>M. polymorphum</i>	37
Tabela 2.6. Escala de valores para interpretação de propriedades físicas de substratos usados para produção de mudas florestais.....	38
Tabela 2.7. Altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura/diâmetro (RHDC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de <i>M. polymorphum</i> aos 150 após a semeadura.....	40
Tabela 2.8. Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea/raiz (RMSPAR) das mudas de <i>M. polymorphum</i> aos 150 dias após a semeadura.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERÊNCIAS.....	3
CAPÍTULO I QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>Moquiniastrum polymorphum</i>	
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1 Origem do material.....	11
2.2 Beneficiamento.....	12
2.3 Caracterização das sementes.....	12
2.3.1 Pureza.....	12
2.3.2 Teste de umidade.....	12
2.3.3 Germinação.....	13
2.3.4 Peso de mil sementes.....	13
2.4 Classificação das sementes.....	13
2.5 Estudo da germinação.....	15
2.5.1 Efeito da temperatura na germinação de sementes de <i>M. polymorphum</i>	15
2.5.2 Determinação da curva de embebição de sementes de <i>M. polymorphum</i>	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
3.1 Caracterização das sementes.....	16
3.2 Separação das sementes pelo soprador.....	18
3.3 Efeito da temperatura na germinação de sementes de <i>M. polymorphum</i>	21
3.4 Curva de embebição.....	23
4 CONCLUSÕES.....	25
5 REFERÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO II CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Moquiniastrum polymorphum</i> A PARTIR DE SUBSTRATOS FORMULADOS COM BIOSSÓLIDO, ESTERCO BOVINO E FIBRA DE COCO.....	
1 INTRODUÇÃO.....	28
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.1 Localização.....	32
2.2 Aquisição e norma de utilização dos substratos.....	33
2.3 Sementes e condução das mudas.....	34
2.4 Delineamento experimental.....	35
2.5 Análise química e física dos substratos.....	35
2.6 Características morfológicas das mudas e análise estatística.....	36
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4 CONCLUSÕES.....	45
5 REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO GERAL

Com o novo Código Florestal brasileiro (Lei do Meio Ambiente) no ano de 2012 (Lei Nº 12.651/12) (BRASIL, 2012) e a crescente conscientização sobre a importância na preservação e valorização das práticas conservacionistas do meio ambiente, espera-se haver aumento nas demandas por ações de conservação e restauração florestal e, conseqüentemente, por sementes e mudas de qualidade.

Uma opção para repor espécies florestais nativas na natureza, assim como os fatores biológicos e ambientais decorrentes da degradação florestal, além de atender a demanda e com isso minimizar os custos com reflorestamento, é aumentar a oferta de sementes e mudas florestais com qualidade adequada (MACHADO; SILVA, 2013). Entretanto, a produção de mudas nativas ainda é restrita no Brasil, tendo por principal obstáculo a falta de conhecimento teórico e prático de diversas espécies florestais dos ecossistemas naturais, tornando-se difícil encontrar viveiros que contenham diversidade e quantidade de mudas necessárias para a conservação e restauração de determinadas áreas. Nesse sentido são realizadas pesquisas voltadas para a produção de mudas de espécies florestais nativas na tentativa de minimizar tais problemas, tendo por meta produzir sementes de matrizes de boa qualidade assim como formular substratos que atendam às necessidades das plantas que serão produzidas (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003; LELES et al., 2006; PEREIRA et al., 2010; SOUZA et al., 2010; SPERANDIO et al., 2011; MELO et al., 2014).

As sementes e as mudas são insumos indispensáveis à silvicultura, servindo como material de propagação das espécies. Para regulamentar a produção e a comercialização destes insumos, foram criadas legislações específicas, as quais objetivam garantir a qualidade e a identidade dos materiais. A vigente legislação sobre sementes e mudas é a Lei 10.711, de 05 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003), que delibera sobre o “Sistema Nacional de Sementes e Mudas” e é regulamentada pelo decreto 5.153, de 19 de julho de 2004 (BRASIL, 2004). No âmbito das espécies florestais, foi aprovada em 08 de dezembro de 2011 a instrução normativa 56 (MAPA, 2011), que visa estabelecer mecanismos específicos para as sementes e mudas florestais.

Utilizar espécies nativas regionais é um dos fatores que garantem o aumento do sucesso de um reflorestamento ambiental, isso porque essas plantas ocorrem naturalmente em condições de clima, hidrologia, topografia e solo semelhantes aos da área a ser reflorestada e, conseqüentemente, já estão adaptadas e interagem adequadamente com a fauna local (IVANAUSKAS et al., 2007). O uso de espécies nativas regionais garante o aumento da interação planta/animal do ecossistema, onde as plantas dependem dos animais para a manutenção de processos ecológicos como polinização, dispersão de propágulos, herbivoria e predação e, os animais dependem das plantas para abrigo e fonte de alimento (GALETTI et al., 2003; KAGEYAMA; GANDARA, 2004).

O uso de espécies regionais também evita a degradação do ambiente natural por espécies exóticas invasoras. Quando o propósito é a restauração de uma floresta natural, é recomendado que não se opte por utilizar espécies exóticas. Mesmo para restaurações em pequenas propriedades rurais, com propósito futuro de manejo e exploração florestal das áreas pelos proprietários, é adequado escolher espécies nativas com potencial econômico, como espécies madeireiras, melíferas, medicinais e mesmo frutíferas nativas, que permitirão os benefícios ecológicos e econômicos (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; MORI et al., 2012).

A espécie florestal *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho, conhecida popularmente como cambará, candeia, cadeião, cambará-do-mato, cambará-guaçu ou cambará-de-folha-grande, é uma espécie pertencente à família Asteraceae, classificada como pioneira e secundária inicial, encontrada em uma série de levantamento florísticos naturais, porém é uma espécie pouco estudada sobre a produção de mudas, a qual possui importantes

características para composição inicial em reflorestamentos de áreas degradadas, tais como dispersão anemocórica, resistência a incêndios e capacidade de rebrota (DURIGAN et al., 1997; IVANAUSKAS et al., 1999; LORENZI, 2002; SANTANA, 2002; CARVALHO, 2003). Sua distribuição ocorre naturalmente nas regiões brasileiras sul e sudeste, e alguns estados das regiões centro-oeste e nordeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Bahia e Pernambuco), estando presente nos ecossistemas florestais do Cerrado, Floresta Ombrófila e Floresta Ombrófila Mista, sendo sua ocorrência predominante em terrenos com características pobres, particularmente em terrenos arenosos considerado de terras fracas. Seu domínio fitogeográfico é a Mata Atlântica (LORENZI, 2002; SANCHO; ROQUE, 2015).

Em suas características morfológicas, a *M. polymorphum* alcança 6 a 8 metros de altura, possui tronco tortuoso de 40 a 50 cm de DAP, folhas simples (branco-tomentosas na página inferior) de 14 a 18 cm de comprimento por 4 a 6 cm de largura. Apresenta flores branco-amareladas, com cerca de 1 cm de comprimento, em inflorescências do tipo capítulo, densas nas axilas das folhas terminais. Seu fruto é do tipo cipsela, pequenos, densamente pilosos e brancos (MARZINEK et al., 2008). Seu crescimento é considerado lento a moderado, com produção volumétrica máxima de até 9,2 m³/ha ano. O crescimento em altura é expressivo até os quatro anos de idade (AOKI; LEITE FILHO, 2010). Estima-se uma rotação de 10 a 15 anos para lenha e de 15 a 20 anos para mourões (CARVALHO, 2003), sem melhoramento genético.

Sua madeira é moderadamente pesada, apresentando densidade de 0,76 g cm⁻³, compacta, rija, quebradiça, de poros muito finos, de grande duração sob condições adversas, sendo empregada em obras imersas, construção civil, obras expostas, como mourões, pontes, construção naval, esquadilhas, entre outros. A espécie apresenta valor ornamental devido sua cor prateada presente em sua folhagem e a forma retorcida de seus ramos, podendo ser utilizada no paisagismo em geral. As suas folhas têm sido usadas na medicina popular para o preparo de chás e xaropes que são usados contra gripes, resfriados, tosse e outras afecções do sistema respiratório (BACKES; IRGANG, 2002; CARVALHO, 2003). A presença de óleo essencial foi observada nas flores e na casca da raiz. As flores possuem um acentuado aroma de mel e são visitadas por abelhas e borboletas durante sua floração (STEFANELLO et al., 2006).

De acordo com sua fenologia, a espécie *M. polymorphum* floresce durante os meses de outubro a dezembro e a maturação dos frutos geralmente ocorre nos meses de dezembro a fevereiro (BRANDÃO et al., 2002; LORENZI, 2002). Para obtenção das sementes é recomendado realizar a coleta dos frutos diretamente da árvore quando os mesmos iniciarem sua queda espontânea. É recomendado cortar as inflorescências e levá-las ao sol para secarem e liberarem as sementes, devendo cobri-las com tela para evitar perdas das sementes pela ação do vento. *M. polymorphum* produz anualmente grande quantidade de sementes, as quais são inclusas nos frutos e não apresentam dormência. Um quilograma de sementes contém aproximadamente 2.200.000 unidades (LORENZI, 2002).

Sua germinação é epígea, e de acordo com Lorenzi (2002) ocorre entre 15 a 25 dias após a sementeira. Já Carvalho (2003) considera o tempo de emergência um pouco maior, entre 8 e 68 dias. Ambos os autores consideram a germinação geralmente baixa (entre 30 e 50%), e não relatam a causa desse baixo índice germinativo. De acordo com Rego et al. (2009), a maioria das espécies florestais nativas é propagada por sementes estando o sucesso da formação de mudas dependente do conhecimento do processo germinativo de cada espécie e da qualidade da semente utilizada. O uso de testes germinativos proporciona confiabilidade para analistas e produtores de sementes por determinar o potencial máximo de germinação do lote de sementes, cujo valor pode ser utilizado para comparar a qualidade de diferentes lotes e seu máximo potencial de emissão de plântulas (ISTA, 1993).

Nesse contexto, o presente trabalho foi dividido em dois capítulos, ambos relacionados ao estudo da espécie florestal *M. polymorphum*. O primeiro capítulo teve por objetivo analisar as propriedades físicas e fisiológicas das sementes de *M. polymorphum*, por meio dos aparelhos raios X, mini-SAS e soprador de sementes a fim de tornar mais eficiente o processo de produção de sementes e mudas da espécie, além de avaliar a influência da temperatura e a curva de embebição na germinação. O segundo capítulo teve por objetivo avaliar o crescimento inicial de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* a partir da análise das características morfológicas em substratos formulados com resíduos orgânicos a base de biossólido, esterco bovino e fibra de coco.

2 REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. B.; MARTINS, L.; FORTI, V. A.; CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J. Teste de raios x para avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p. 601-607, 2011.
- AOKI, H.; LEITE FILHO, J. Influência do espaçamento na conformação do fuste do cambará (*Moquiniastrum polymorphum* (Less.) Cabr. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, v.22, n.2, p.289-295, 2010.
- BACKES, P.; IRGANG, B. Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico. Instituto Souza Cruz: Pallotti, 2002. p.70.
- BINO, R. J.; AARTSE, J. W.; BURG, W. J. van der. Non-destructive X-ray analyses of Arabidopsis embryo mutants. **Seed Science Research**, v.3, n.2, p.167-170, 1993.
- BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J. P.; MACEDO, J. F. *Grevillea robusta* A. Cunn. In: Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. p.429.
- BRASIL, Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. Diário Oficial da União, 06 de agosto de 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.711.htm>. Acesso em: 02 set. 2015.
- BRASIL, Decreto nº 5.153 de 23 de julho de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas - SNSM, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 26 de julho de 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5153.htm>. Acesso em: 02 set. 2015.
- BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 20 jul. 2015.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Embrapa Florestas, Colombo: 2003, 1040p.
- GALETTI, M; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre.

- L. Cullen-Jr, R. Rudran and C. Valladares-Padua (Orgs.). Universidade Federal do Paraná e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, p.395-422, 2003.
- ISTA. International rules for seed testing. Zurich: Seed Science and Technology, 1993. n. 21, 363p. Suplemente.
- IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, n.56, p.83-99, 1999.
- IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; SOUZA, V. C. The importance of the regional floristic diversity for the forest restoration successfulness. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (eds.). **High diversity forest restoration in degraded areas**. New York: Nova Science Publishers, 2007. 286p.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. Recuperação de áreas ciliares. In: R.R. RODRIGUES e H. F. LEITÃO-FILHO. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2004.
- LELES, P. S. S.; LISBOA, A. C.; OLIVEIRA NETO, S. N.; GRUGIKI, M.A.; FERREIRA, M. A. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n.1, p. 69-78, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002, 368p.
- MACHADO, D. F. M.; SILVA, A. C. F. *Trichoderma* no controlo *in vitro* de fungos presentes em diásporos de *Gochnatia polymorpha*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n.2, 2013.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 56 de 08 de dezembro de 2011. Regulamenta a produção, a comercialização e a utilização de sementes e mudas de espécies florestais, nativas e exóticas. Diário Oficial da União, 09 de dezembro de 2011.
- MARZINEK, J.; DE-PAULA, O. C.; OLIVEIRA, D. M. T. Cypsela or achene? Refining terminology by considering anatomical and historical factors. **Brazilian Journal of Botany**, v.31, n.3, p.549-553, 2008.
- MELO, L. A.; PEREIRA, G. A.; MOREIRA, E. J. C.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. V.; TEIXEIRA, L. A. F. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob diferentes formulações de substrato. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.2, p.234-242, 2014.
- MORI, E. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREITAS, N. P. Sementes florestais: Guia para germinação de 100 espécies nativas. Instituto Refloresta. São Paulo, 1 ed., 2012, 83p.
- PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FREITAS, R. S.; TOMAZ, M. A.; TEIXEIRA, I. R. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.3, p.136-142, 2010.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. *Biologia da conservação*. Londrina: E. RODRIGUES, 2001. REIS, A. Zamborin, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas degradadas florestais utilizando a sucessão e as interações planta-animal. *Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica*, n.14, São Paulo, São Paulo: MaB/Unesco, 1999.

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. dos. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperaturas, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.212-220, 2009.

SANCHO, G.; ROQUE, N. *Gochnatia* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5325>>. Acesso em: 04 Mai. 2015.

SOUZA, P. H.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, L. S. Crescimento e qualidade de mudas de *Senna macranthera* (collad.) Irwin et Barn. em resposta à calagem. **Revista Árvore**, v.34, n.2, p.233-240, 2010.

SPERANDIO, H. V.; CALDEIRA, M. V. W.; GOMES, D. R.; SILVA, A. G.; GONÇALVES, E. O. Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes substratos. **Engenharia Ambiental**, v.8, n.4, p.214-221, 2011.

STEFANELLO, M. E. A.; CERVI, A. C.; JÚNIOR, A. W.; SIMIONATTO, E. L. Óleo essencial de *Gochnatia polymorpha* (Less) Cabr. ssp *floccosa* Cabr. **Química Nova**, v.29, n.5, p.999-1002, 2006.

CAPÍTULO I

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Moquiniastrum polymorphum*

RESUMO

O presente capítulo teve por finalidade analisar as propriedades físicas e fisiológicas das sementes de *Moquiniastrum polymorphum* por meio dos equipamentos raios X, mini-SAS e soprador de sementes, além de avaliar a germinação em diferentes temperaturas e gerar a curva de embebição da espécie. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes do Departamento de Ciências Florestais e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, na cidade de Lavras-MG. As sementes foram adquiridas pela empresa Sementes Caiçara, as quais foram coletadas em matrizes localizadas no município de Penápolis-SP, em dezembro de 2014. Após adquirido e beneficiado, o lote de semente foi caracterizado por meio dos testes de pureza, umidade, germinação e peso de mil sementes. Os três principais equipamentos utilizados na classificação, avaliação e separação das sementes foram os equipamento de raios X, mini-SAS e soprador de sementes tipo General. No teste de raios X as sementes foram classificadas de acordo com a morfologia interna visualizada nas imagens radiográficas, sendo classificadas como sementes cheias, vazias ou mal formadas. As amostras de sementes identificadas pela análise de raios X foram levadas para germinar, sendo cada classificação composto por quatro repetições de 50 sementes. As sementes cheias, vazias e mal formadas foram avaliadas externamente pelo equipamento mini-SAS, por meio das características cor dominante, área, diâmetro máximo, diâmetro mínimo, relação diâmetro máximo/mínimo e perímetro. Cada grupo de sementes foi composto por quatro repetições de 50 sementes. Outro equipamento utilizado foi o aparelho de soprador de sementes, o qual separou as sementes pela regulagem de seis aberturas diferentes, apresentando em cada uma delas uma fração leve e outra pesada. As avaliações foram feitas pesando as sementes que permaneceram no soprador (fração pesada) e sobre a quantidade de sementes cheias nesta mesma fração feita pela análises de raios X. Posteriormente foram realizados testes de germinação compostos por quatro repetições de 50 sementes. Em relação ao estudo da germinação, o experimento foi conduzido em mesa termogradiente nas temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 40°C com fornecimento de luz constante, sendo cada tratamento composto por quatro repetições de 50 sementes. Foram avaliados emissão radicular, plântula normal e anormal, sementes mortas e duras, além dos valores IVG, T₅₀ e U₇₅₋₂₅ para emissão radicular, plântula normal. Na determinação da curva de embebição foram testadas germinações nas condições de 30°C com luz constante e 20-30°C (12h ao escuro, 12h em luz). As curvas foram elaboradas a partir de duas repetições de 0,05g de sementes, sendo as mesmas pesadas em balança analítica durante intervalos de três horas. Após a análise dos dados, concluiu-se que a utilização em conjunto dos equipamentos de soprador de sementes e raios X são eficientes para avaliação e determinação da qualidade física das sementes de *M. polymorphum*. O soprador de sementes na regulagem da abertura 5 resultou a melhor qualidade do lote, apresentando o maior número de sementes cheias. Os parâmetros externos avaliados pelo equipamento mini-SAS não foram capazes de avaliar qualitativamente as sementes de *M. polymorphum*, não sendo recomendado seu uso para a caracterização das mesmas. No estudo da germinação em diferentes temperaturas, os melhores valores médios dos critérios avaliados resultou na temperatura de 30°C. Na determinação da curva de embebição, a germinação das sementes apresentou padrão trifásico, sendo a emissão radicular em menor intervalo de tempo resultante na temperatura de 30°C com luz constante, evidenciado a partir da fase III de embebição.

Palavras-chave: *Gochnatia polymorpha*; cambará; qualidade de semente; raios X, mini-SAS, soprador de sementes.

ABSTRACT

This chapter analyzes physical and physiological properties of *Moquiniastrum polymorphum* seeds with mini-SAS, X-ray and seed blower equipments, and to evaluate germination at different temperatures and generating the imbibition curve of the species. The experiments were conducted at the Seed Laboratory of the Department of Forest Sciences and Seed Analysis Laboratory of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras, in Lavras-MG. The seeds were acquired by the company “Sementes Caiçara”, which were collected in arrays located in the municipality of Penápolis-SP, in December 2014. After acquired and processed, the lot of seed was characterized by the purity tests, humidity, germination and thousand seed weight. The three main equipment used in the classification, evaluation and separation of the seeds were the equipment mini-SAS, x-ray and blower seed type General. In the X-ray test the seeds were classified according to the internal morphology displayed in the radiographic images, are classified as full seeds, empty or malformed. The seed samples identified by X-ray analysis were taken to germinate, each rank four replicates of 50 seeds. The full, empty and malformed seeds were evaluated externally by the mini-SAS equipment, through the characteristics: dominant color, area, maximum diameter, minimum diameter ratio maximum/minimum diameter and circumference. Each seed group consisted of four replications of 50 seeds. Other equipment used was the seed blower unit, which separated the seeds for the regulation of six different openings, with each of them a light fraction and one heavy. Evaluations were made by weighing the seeds remaining in the blower (heavy fraction) and the number of full seeds in this same fraction made by ray analysis X. Later germination tests were carried out consisting of four repetitions of 50 seeds. Regarding the germination study, the experiment was conducted in thermogradient table at temperatures of 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C and 40°C with supplying constant light, each treatment consisting of four replications of 50 seeds. They were evaluated root issue, normal and abnormal seedlings, hard seeds and dead, in addition to IVG values, T₅₀ and U₇₅₋₂₅ to root issue, normal seedling. In determining the imbibition curve germination were tested under conditions of 30°C with constant light and 20-30°C (12h dark, 12h light). The curves were drawn from two replicates of 0,05g seed, the same being weighed in analytical balance for every three hours. After analyzing the data, it was concluded that the use together of seeds and ray blower devices are effective for evaluation and determination of the physical quality of the seeds *M. polymorphum*. Seed blower in regulating the opening 5 resulted in the better quality of the lot, with the largest number of full seeds. The external parameters assessed by the mini-SAS equipment were not able to qualitatively evaluate the seeds of *M. polymorphum*, not recommended its use to characterize them. In the germination of study at different temperatures, the best average values of the evaluated criteria resulted in 30°C temperature. In determining the curve imbibition, the seed germination phase pattern presented, and the root emission resulting in a smaller time interval at a temperature of 30°C with constant light, as evidenced from the imbibition phase III.

Keywords: *Gochnatia polymorpha*; cambará; quality seed; X-ray; mini-SAS; seed blower.

1 INTRODUÇÃO

A supressão florestal ocorrida nas décadas passadas, com os incentivos fiscais para a agricultura e o interesse econômico pelos produtos madeireiros, levaram as florestas nativas brasileiras a níveis populacionais naturais muito reduzidos em relação às suas áreas originais (REGO et al., 2009). Contudo, segundo as leis brasileiras que se ocupam da proteção do meio ambiente (Lei do Meio Ambiente – BRASIL, 2012; Lei de Crimes Ambientais – BRASIL, 1998), o desmatamento de áreas de preservação, sem licença, é considerado crime, pois além de depredar um patrimônio natural, essas interferências podem causar desastres ambientais, além de interferir na interação planta/animal que é fundamental para o ciclo biológico.

O número de exemplares de espécies florestais nativas brasileiras com pouca ou nenhuma informação literária ainda é grande, devido à enorme diversidade de espécies existentes nos ecossistemas do nosso país. Contudo, vários estudos têm sido publicados com o caráter científico botânico e comportamental das espécies florestais (MOREIRA; MOREIRA, 1996; MONTEIRO; RAMOS, 1997; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 1999; PEREZ et al., 1999; LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003).

A espécie florestal *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho, conhecida popularmente como cambará ou candeia, é uma espécie pertencente à família Asteraceae, classificada como pioneira e secundária inicial, encontra-se em uma série de levantamentos florísticos naturais, porém é uma espécie pouco estudada sobre seu processo de produção de mudas, a qual possui importantes características para composição inicial em reflorestamentos de áreas degradadas, tais como dispersão anemocórica, resistência a incêndios e capacidade de rebrota (DURIGAN et al., 1997; IVANAUSKAS et al., 1999; LORENZI, 2002; SANTANA, 2002; CARVALHO, 2003). Sua distribuição geográfica ocorre nas regiões brasileiras sul e sudeste, e em alguns estados das regiões centro-oeste e nordeste. Está presente nos ecossistemas florestais do Cerrado, na Floresta Ombrófila e na Floresta Ombrófila Mista, sendo sua ocorrência predominante em terrenos com características pobres, particularmente em terrenos arenosos, considerados terras fracas (LORENZI, 2002; SANCHO; ROQUE, 2015).

Seu valor econômico está principalmente em sua madeira que é considerada moderadamente pesada, dura e compacta, apresentando densidade de $0,76 \text{ g cm}^{-3}$, a qual possui alta resistência em condições adversas. A espécie também possui valor em outros usos, como no farmacológico (propriedades medicinais nas folhas), paisagístico (valor ornamental), e ambiental (recuperação de áreas e atrativa de insetos polinizadores) (BACKES; IRGANG, 2002; LORENZI, 2002; STEFANELLO et al., 2006).

Segundo Lorenzi (2002) e Carvalho (2003), a espécie *M. polymorphum* produz anualmente grande quantidade de sementes, inclusas nos frutos e que não apresentam dormência. No entanto, suas sementes perdem o poder germinativo rapidamente e sua germinação é consideravelmente baixa, estando entre 30 e 50%, porém a causa do seu baixo índice germinativo ainda é pouco relatada.

A demanda por sementes de espécies florestais nativas, por programas de produção e conservação do setor florestal brasileiro, tem ganhado espaço e desenvolvido tecnologias capazes de avaliar a qualidade destas sementes. Dentre as tecnologias utilizadas no setor de sementes, o equipamento SAS (Sistema de Análise de Sementes), desenvolvido pela empresa Tbit, vem ganhando cada vez mais espaço, sendo uma ferramenta capaz de realizar análises visuais de sementes e processar esses dados em diversas formas (gráficos, histogramas, tabelas), auxiliando nas distinções externas das características das sementes (ANDRADE, 2014).

Outra técnica na análise de sementes, com amplitude maior nos estudos científicos, é o teste de raios X (CARVALHO et al., 2009). Iniciada na Suécia em 1953 por Simak e

Gustafsson em sementes de *Pinus sylvestris* L., atualmente a técnica de raios X é empregada na rotina de vários laboratórios de análise de sementes, sendo cada vez mais utilizada e aperfeiçoada, uma vez que possibilita a obtenção de informações sobre a ocorrência de sementes mal formadas e vazias, as quais podem influenciar nos resultados da germinação (AMARAL et al., 2011). O teste de raios X vem sendo empregado em programas de qualidade pela International Seed Testing Association (ISTA) e como auxiliar nos estudos morfológicos e fisiológicos de sementes de diferentes espécies florestais. A eficiência dessa técnica já foi comprovada na identificação de características internas em sementes de *Tabebuia heptaphylla* (AMARAL et al., 2011), *Cedrella fissilis* Vell. (MASETTO et al., 2008), *Eremanthus erythropappus* (TONETTI et al., 2006) e *Peltophorum dubium* (OLIVEIRA et al., 2003). Em todos estes estudos, o uso dos raios X apresentou resultados positivos ao beneficiamento, sendo classificadas as sementes vazias e danificadas, melhorando a germinação no lote final.

As sementes cheias e vazias também apresentam diferença de peso e podem ser separadas por meio de testes de beneficiamentos, tais como mesa de gravidade, centrifugação, separadores e soluções (álcool, maltodextrina, sacarose) (NOGUEIRA, 2007). Além desses, o equipamento soprador de sementes utiliza diferentes aberturas para passagem de fluxos de ar capaz de separar as sementes, sem comprometer a qualidade das mesmas. Sua utilização apresentou resultados eficientes na separação das sementes vazias e cheias das espécies *Eremanthus erythropappus* (TONETTI et al., 2006; FEITOSA et al., 2009), *Agapanthus africanus* (PEREIRA; CARVALHO, 2008), *Solanum granuloso-leprosum* e *Solanum pseudoquina* (CASTELLANI et al., 2007).

O conhecimento sobre as características da germinação de espécies florestais representa a base da silvicultura e do manejo sustentado. Um dos principais fatores externos na germinação de sementes é o estudo da temperatura, o qual apresenta relação direta na absorção de água e nas reações bioquímicas e, conseqüentemente, na velocidade e uniformidade de germinação (MARTINS et al., 2008; PASSOS et al., 2008). A germinação de sementes só ocorre dentro de determinados limites de temperatura, nos quais existe uma temperatura ótima para o processo ocorrer com a máxima eficiência (MARTINS et al., 2008; PASSOS et al., 2008), estando as espécies florestais brasileiras entre 20 a 35°C (ARAÚJO NETO et al., 2003; RAMOS et al., 2003; ANDRADE et al., 2006; MARTINS et al., 2008).

As técnicas que buscam aperfeiçoar a qualidade em lotes de sementes florestais têm por finalidade selecionar material homogêneo e de elevado potencial fisiológico, garantindo assim o melhor crescimento e estabelecimento das plantas em campo e sucessivamente, maior aceitação no mercado consumidor e no uso para implantação em reflorestamentos (BRASIL, 2009; AMARAL et al., 2011). Nesse sentido, o presente capítulo teve por finalidade analisar as propriedades físicas e fisiológicas das sementes de *M. polymorphum* por meio dos equipamentos mini-SAS, raios X e soprador de sementes, além de avaliar a germinação em diferentes temperaturas e gerar a curva de embebição da espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Origem do material

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Ciências Florestais e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura, ambos na Universidade Federal de Lavras, localizada na cidade de Lavras-MG. As sementes de *M. polymorphum* foram adquiridas pela empresa Sementes Caiçara, as quais foram coletadas diretamente de matrizes localizadas no município de Penápolis-SP durante o mês de

dezembro de 2014, sendo mantidas em câmara fria (5°C e 60% UR) em sacos plásticos semipermeáveis até o momento da venda.

2.2 Beneficiamento

Após adquirido o material, os frutos foram deixados dois dias ao sol para facilitar a retirada das estruturas de dispersão anemocórica, sendo posteriormente abanados e peneirados para separação das sementes de outras estruturas. Foram consideradas sementes, as unidades de dispersão conhecidas por cipsela (MARZINEK et al., 2008) (Figura 1.1).

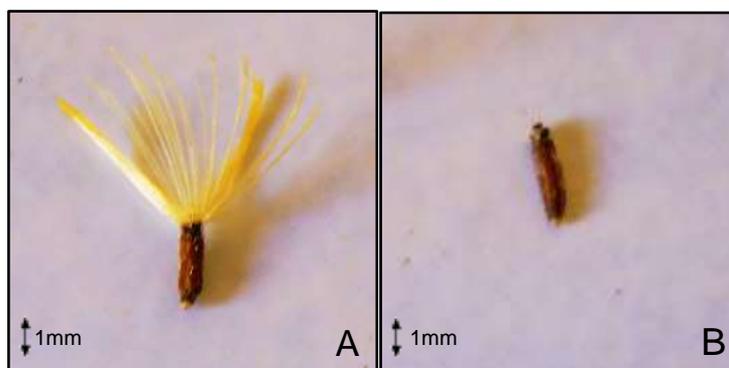


Figura 1.1. Semente da espécie florestal *M. polymorphum*. A. Semente com estrutura de dispersão; B. Semente beneficiada (sem estrutura de dispersão).

Após beneficiadas, as sementes foram mantidas em câmara fria (5°C e 60% UR), em sacos plásticos semipermeáveis até o início dos testes.

2.3 Caracterização das sementes

Para caracterização do lote das sementes foram determinados os testes padrões de pureza, umidade, germinação e peso de mil sementes conforme Brasil (2009).

2.3.1 Pureza

Para a determinação das sementes puras foi usada a definição proposta pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) para estruturas de dispersão do tipo aquênio, sendo essa a mais próxima dos frutos do tipo cipsela, no qual são consideradas semente puras: todos os aquênios e pedaços destes maiores que a metade do tamanho original, a menos que seja óbvio que não contenham sementes; e as sementes e pedaços das mesmas, maiores que metade do tamanho original, com pericarpo e o tegumento da semente parcial ou inteiramente removidos.

Foram analisadas duas amostras de 1,0 grama e quantificadas as sementes puras, outras sementes e material inerte. O resultado foi expresso em porcentagem de sementes puras do lote.

2.3.2 Teste de umidade

Foram separadas duas amostras de 1,0 grama para o teste de umidade, sendo utilizado como recipiente papel alumínio na estufa.

O teste foi realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Primeiramente, foram anotados os pesos dos recipientes onde foram alocadas as

sementes, em balança analítica com precisão de 0,0001 g. Logo em seguida foram anotados os pesos úmidos das amostras, levadas à estufa com circulação de ar, tendo temperatura mantida a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, com período de duração em torno de 24 h. Em seguida, as amostras foram retiradas da estufa, esfriadas em dessecador contendo sílica-gel e pesadas. A umidade foi obtida pela média das duas repetições e calculada pela diferença de peso, em base úmida, pela fórmula:

$$U(\%) = \frac{P_i - P_f}{P_i - T} \times 100$$

Em que: U = umidade das sementes; P_i = peso úmido das sementes; P_f = peso seco das sementes; T = Peso do recipiente (tara).

2.3.3 Germinação

Uma amostra das sementes puras foi testada quanto à sua viabilidade pelo teste de germinação. As sementes foram mergulhadas em hipoclorito de sódio diluído em 2%, por dois minutos, e em seguida enxaguadas em água destilada. O teste de germinação seguiu as normas adotadas pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As amostras foram levadas para germinadores regulados à luz e temperatura constante de 30°C , em caixas acrílicas do tipo gerbox, tendo como substrato folhas de papel mata borrão umedecidas com água destilada (duas vezes e meia o peso do papel).

Foram testadas quatro repetições de 50 sementes. O resultado foi expresso em porcentagem média de plântulas normais. Foi considerado como plântulas normais as quais apresentaram crescimento normal e proporcional das estruturas essenciais, tais como: crescimento uniforme nos meristemas da parte aérea e do sistema radicular, raiz principal de cor branca, com raízes secundárias curtas e finas, haste principal verde claro e emissão do primeiro par de folíolos verde escuro.

2.3.4 Peso de mil sementes

Foram separadas oito amostras de 100 sementes puras para realização do cálculo do peso de mil sementes. O cálculo foi realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As amostras de sementes foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g, efetuada a média e multiplicada por dez para obtenção do peso das 1000 sementes. O resultado final foi expresso em gramas.

2.4 Classificação das sementes

Os três principais equipamentos utilizados na classificação, avaliação e separação das sementes de *M. polymorphum* foram: raios X (Faxitron X-ray), mini-SAS (Sistema de Análise de Sementes) e soprador de sementes tipo General (DeLeo) (Figura 1.2).



Figura 1.2. Equipamentos utilizados para classificação, avaliação e separação das sementes da espécie florestal *M. polymorphum*. A: raios X (Faxitron X-ray); B: mini-SAS; C: soprador de sementes tipo General (DeLeo).

Para avaliação interna das sementes de *M. polymorphum* foi utilizado o equipamento digital de raios X de marca Faxitron X-ray. O equipamento foi regulado na potência de 26 kv (quilovoltagem) e tempo de exposição de 16 segundos. A regulagem do equipamento ocorreu de forma automática de acordo com o tamanho da semente trabalhada.

A visualização das características internas das sementes pelas imagens obtidas pelo equipamento de raios X permitiu classificá-las em três grupos: as cheias (apresentando embrião bem formado, ocupando todo o interior da semente), as mal formadas (apresentando embrião ocupando apenas parte da semente) e as vazias (sem embrião).

As sementes foram fixadas em papel transparente com auxílio de fita adesiva de dupla face. O equipamento de raios X gerou imagens digitais, sendo estas capturadas com o uso do software de análise no computador.

As amostras de sementes identificadas pela análise de raios X como vazia, cheia e mal formada foram levadas para germinar, separadamente. As sementes foram mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio diluído em 2% por dois minutos e enxaguadas em água destilada. As amostras foram encubadas em germinador à temperatura controlada de 30°C, iluminados por lâmpadas fluorescentes (20 W), em gerbox, sobre três folhas de papel mata borrão. Foram testadas quatro repetições de 50 sementes.

Para avaliação externa das sementes foi utilizado o equipamento mini-SAS. O equipamento foi composto por um módulo de captação e um software para análise dos dados. O módulo de captação é composto por uma bandeja de acrílico na qual foi inserido as sementes para a captura das imagens por meio de duas câmeras fotográficas de alta resolução. Foram avaliadas seis características do lote das sementes, para cada grupo classificado pelo raios X, sendo elas: cor dominante, área, diâmetro máximo, diâmetro mínimo, relação diâmetro máximo/mínimo e perímetro.

Outro equipamento utilizado foi o aparelho de soprador de sementes, tipo General, marca DeLeo. Esse equipamento regula a velocidade do fluxo do ar dividindo a amostra original em duas frações, uma leve e outra pesada. A regulagem desse equipamento ocorre de forma manual por meio de uma válvula metálica numerado de 0 até 25, sendo que a medida que aumenta a numeração dessa calibragem, maior será a velocidade do fluxo de ar pelo equipamento.

Foram determinadas as aberturas do soprador de acordo com a fração das sementes, sendo testadas aberturas em que não foram removidas todas as sementes, assim como as que não deixaram todas as sementes da amostra original no soprador. O soprador foi regulado nas aberturas de 1, 2, 3, 4, 5 e 6, sob tempos de ventilação de 30 segundos. Para cada abertura

testada foram formados tratamentos, cada um constituindo quatro repetições de 2,0 gramas de sementes.

Após a separação da fração pesada, a mesma foi limpa manualmente e logo em seguida pesada, sendo essa expressa em porcentagem do peso original. A porcentagem de sementes cheias na fração pesada foi quantificada pela análise de raios X, sendo analisadas quatro amostras de 50 sementes para cada fração pesada. Posteriormente, essas amostras foram submetidas ao teste de germinação, seguindo os mesmos critérios do item 2.3.3. Os dados foram analisados por comparação de médias pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR[®] 5.3 (FERREIRA, 2010).

2.5 Estudo da germinação

2.5.1 Efeito da temperatura na germinação de sementes de *M. polymorphum*

As sementes de *M. polymorphum* foram testadas quanto a influência da temperatura na germinação. O teste foi realizado em mesa termogradiante ajustada nas temperaturas de 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C e 40°C com fornecimento de luz constante. Cada tratamento foi composto por quatro repetições de 50 sementes, mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio diluído em 2% por dois minutos, enxaguadas com água e distribuídas em placa de Petri sobre três folhas de papel saturadas com água.

A germinação (protrusão da raiz e formação de plântulas normais) foi avaliada durante 26 dias e as sementes que não germinaram ao final do teste foram cortadas com bisturi para verificar se estavam mortas, duras ou vazias. A velocidade de germinação (IVG) foi calculada pelo índice de velocidade de germinação das plântulas proposto por Maguirre (NAKAGAWA, 1994), pela seguinte fórmula:

$$IVG = \sum \left(\frac{G_n}{N_n} \right)$$

Em que: IVG = índice de velocidade de germinação; G_n = número de plântulas normais computadas na enésima contagem; N_n = número de dias da enésima contagem a partir da semeadura.

Os dados de T_{50} (número de dias necessários para que 50% da amostra de sementes viáveis germinem) e uniformidade (U_{75-25} , número de dias necessários para que germinem os 50% centrais das sementes viáveis, ou seja, de 25 a 75%), foram calculados e analisados a partir do software Germinator (JOOSEN et al., 2010). Os dados foram analisados por meio da comparação de médias pelo teste Tukey (5%), pelo software SISVAR[®] 5.3 (FERREIRA, 2010).

2.5.2 Determinação da curva de embebição de sementes de *M. polymorphum*

Para determinar o padrão de embebição de água, foram elaboradas curvas de embebição na germinação de sementes de *M. polymorphum*.

As curvas foram elaboradas a partir de duas repetições de 0,05g de sementes colocadas para embeber em gerbox, tendo como substrato três folhas de papel mata borrão, saturadas com água destilada. Foram testadas duas condições de germinação: 30°C com luz constante; e 20-30°C (12h ao escuro, 12h em luz). A cada três horas, as sementes foram removidas dos gerbox e pesadas em balança com aproximação de 0,0001 g até serem detectadas as fases I, II e III de embebição.

Os passos apresentados na metodologia estão ilustrados resumidamente pela Figura 1.3.

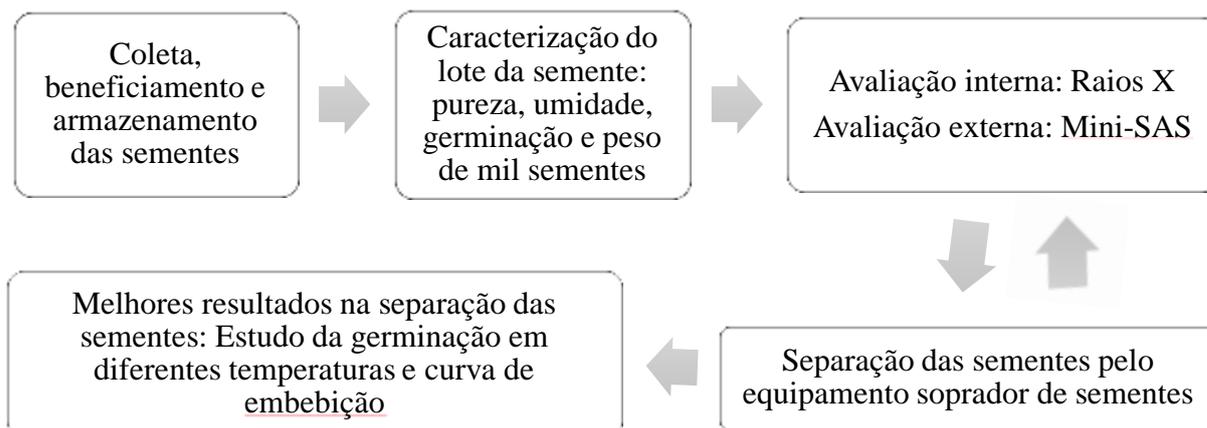


Figura 1.3. Esquema metodológico experimental utilizado desde a coleta das sementes até o estudo da germinação utilizado para a espécie *M. polymorphum*

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização das sementes

As características originais do lote das sementes de *M. polymorphum* para umidade, pureza, germinação e peso de mil sementes encontram-se presentes na Tabela 1.1.

O teste de pureza apresentou 43,48% de sementes puras, obtendo elevadas proporções de impurezas como fragmentos de folhas e estrutura de dispersão. O teste de germinação resultou em valor médio igual a 12,66%, indicando baixo potencial germinativo do lote original. A umidade das sementes resultou valor médio igual a 8% e o peso de mil sementes apresentou valor próximo a 0,4350 g (Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Características originais dos testes de pureza, umidade, germinação e peso de mil sementes do lote de sementes de *M. polymorphum*.

Lote	Pureza	Umidade	Germinação	Peso de mil sementes
	-----%-----			gramas
Penápolis (SP)	43,48	8,00	12,66	0,4350

Devido à baixa porcentagem encontrada no teste de germinação do lote de sementes de *M. polymorphum*, foi utilizado o equipamento raios X para avaliar as propriedades internas das sementes e o equipamento mini-SAS para avaliar as propriedades externas.

A regulagem do equipamento de raios X ocorreu de forma automática tendo como referência o tamanho das sementes, não havendo necessidade da calibração manual. A regulagem automática na potência de 26 Kv e o tempo de exposição de 16 segundos permitiram melhor visualização e distinção da análise de imagem das sementes de *M. polymorphum*.

Avaliando as imagens geradas pelo raios X foi possível classificar as sementes em três grupos: as vazias (A), as mal formadas (B) e as cheias (C), como visualizado pela Figura 1.4.

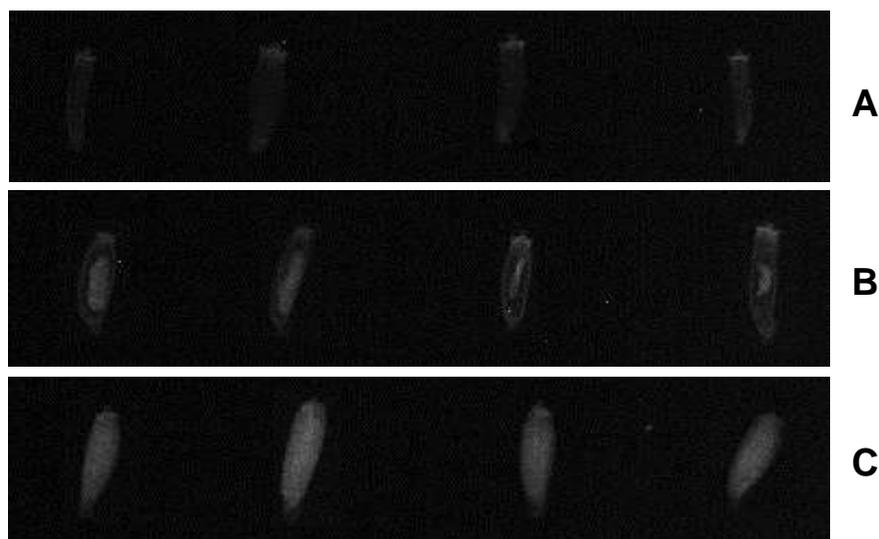


Figura 1.4. Classificação das sementes de *M. polymorphum* pela análise de imagens geradas pelo equipamento de raios X, sendo as linhas: A. Sementes vazias; B. Sementes mal formadas; e C. Sementes cheias.

Por meio dos grupos formados pelas análises de imagens, caracterizou-se as sementes vazias pela visualização de imagens escuras devido à ausência de massa interna nas mesmas. As sementes mal formadas ficaram caracterizadas pela presença parcial de massa interna, sendo possível visualizar coloração clara em parte da semente. Já a categoria das sementes cheias caracterizou pela totalidade das estruturas internas, apresentando assim, sementes de coloração clara, os quais os raios X não atravessaram o material (Figura 1.4).

Copeland (1976) e Simak et al. (1989) relataram que apesar do teste de raios X não ser específico para avaliar a viabilidade de sementes, ele pode revelar a formação do embrião e danos morfológicos que podem afetar o potencial fisiológico. Analisando o lote de sementes do presente estudo pelo equipamento de raios X, foi possível detectar a presença de grande número de sementes vazias. Não foram detectadas presença de ataque por insetos pelas imagens geradas pelo raios X (Figura 1.5).

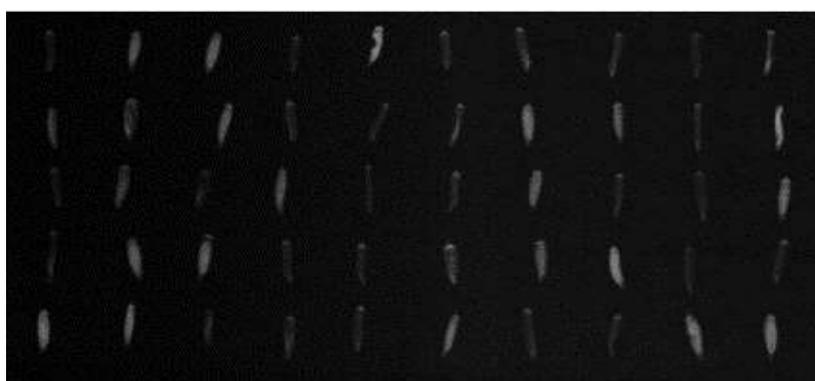


Figura 1.5. Análise de imagem gerada pelo equipamento de raios X no lote de sementes de *M. polymorphum*.

Na avaliação das propriedades externas das sementes, utilizando o equipamento mini-SAS, foram coletados informações a respeito do tamanho e da cor das sementes. Avaliando a cor dominante, os três grupos de sementes radiografadas resultaram cor preta. As dimensões geométricas apresentaram resultados médios absolutos próximos para área, diâmetro máximo e mínimo, relação diâmetro máximo/mínimo e perímetro das sementes (Tabela 1.2).

Tabela 1.2. Resultados médios das características externas cor dominante, área, diâmetro máximo, diâmetro mínimo e perímetro dos três grupos de sementes de *M. polymorphum*.

Classificação das sementes	Cor dominante	Área (mm ²)	Diâmetro máximo (mm)	Diâmetro mínimo (mm)	Relação Dmax/Dmin	Perímetro (mm)
Vazia	Preta	0,174	3,116	0,604	5,158	7,437
Mal formadas	Preta	0,185	3,031	0,712	4,254	7,483
Cheias	Preta	0,187	3,057	0,718	4,253	7,553

Cada espécie apresenta características próprias para verificar o poder fisiológico de suas sementes. Lopes et al. (2005) em seus estudos com sementes de *Tibouchina granulosa*, observaram que o tamanho dos frutos e a coloração das sementes são indicadores do ponto de maturidade fisiológica. Adicionalmente, Martins e Silva (1997) relataram que o grau de umidade e a massa da matéria seca foram os parâmetros que melhor caracterizaram a maturidade fisiológica em sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All.ex Benth. No presente estudo, foi possível observar que ocorreu pouca diferença nos valores absolutos das características externas mensuradas pelo equipamento mini-SAS em relação aos três grupos de sementes (vazias, mal formadas, cheias) classificados pelas imagens dos raios X, não sendo recomendado verificar apenas as características externas para a avaliação qualitativa das sementes de *M. polymorphum*.

Com relação aos três grupos de sementes obtidas pela classificação do teste de raios X, essas influenciaram diretamente no teste de germinação. Conforme apresentado na tabela 1.3, pode-se notar que apenas as sementes 100% cheias conseguiram germinar e emitir plântula normal. Assim como as sementes vazias, as sementes que apresentaram algum tipo de má-formação permaneceram sem atividade germinativa.

Tabela 1.3. Porcentagem de germinação das sementes cheias, mal formadas e vazias de *M. polymorphum*.

Critério	Condição das sementes (%)		
	Cheias	Mal formadas	Vazias
Emissão de Radícula	69,23	00,00	00,00
Plântula Normal	46,15	00,00	00,00

Constatou-se que nem todas as sementes cheias germinaram e/ou formaram plântula normal. Foram consideradas plântulas anormais as que não apresentaram potencial para continuar seu crescimento e dar origem a uma planta normal.

3.2 Separação das sementes pelo soprador

As aberturas utilizadas pelo equipamento soprador de sementes proporcionaram a separação em duas frações, uma leve e outra pesada, estando na fração pesada o maior número de sementes cheias e de maior densidade. Os resultados quanto à porcentagem do peso da fração pesada e a porcentagem de sementes cheias para cada abertura estão nas tabelas 1.4 e 1.5.

Ao aumentar a abertura do fluxo de ar do soprador de sementes, a fração pesada foi diminuindo seu peso até chegar aos resultados obtidos pela abertura A6, o qual resultou 5,18% de peso da amostra original. A abertura A1 resultou a maior porcentagem no peso das sementes na fração pesada, com valor médio de 52,51% da amostra original (Tabela 1.4).

A queda ocorrida no peso das amostras de sementes na fração pesada submetidas ao soprador, ficaram cada vez mais livres de sementes leves (sementes vazias) concentrando as sementes maiores e mais densas, indicando aumento da qualidade da amostra. A porcentagem de sementes cheias teve ligação direta com o aumento da abertura do fluxo de ar do equipamento.

Tabela 1.4. Peso médio em porcentagem da fração pesada de sementes de *M. polymorphum* após passarem por soprador de sementes.

Abertura do soprador	Sementes na fração pesada (%)
A1	52,51 a
A2	42,22 b
A3	34,20 c
A4	26,36 d
A5	15,56 e
A6	5,18 f

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando analisadas pelo teste de raios X, as sementes provenientes das aberturas A5 e A6 foram as que apresentavam maior porcentagem de sementes cheias. A abertura A1 e A2 obtiveram as menores médias percentuais de sementes cheias (Tabela 1.5).

Tabela 1.5. Porcentagens médias de sementes cheias na fração pesada em cada abertura de ar testada, obtidas pelo teste de raios X.

Abertura do soprador	Sementes cheias (%)
A1	46 d
A2	50 d
A3	76 c
A4	90 b
A5	100 a
A6	100 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme relatado por Socolowski e Cicero (2008), a massa das sementes é um indicador de sua qualidade fisiológica e as imagens de raios X são importantes para a observação da qualidade física das sementes, ocorrência similarmente constatada por Amaral et al. (2011) em sementes de *Tabebuia heptaphylla* e por Tonetti et al. (2005) em sementes de *Eremanthus erythropappus*.

Na figura 1.6, é possível visualizar a diferença encontrada das sementes vazias, mal formadas e cheias na abertura A1 em relação a A6, demonstrando que a separação pelo equipamento de soprador de sementes proporcionou aumento na qualidade do lote de sementes para espécie *M. polymorphum*.

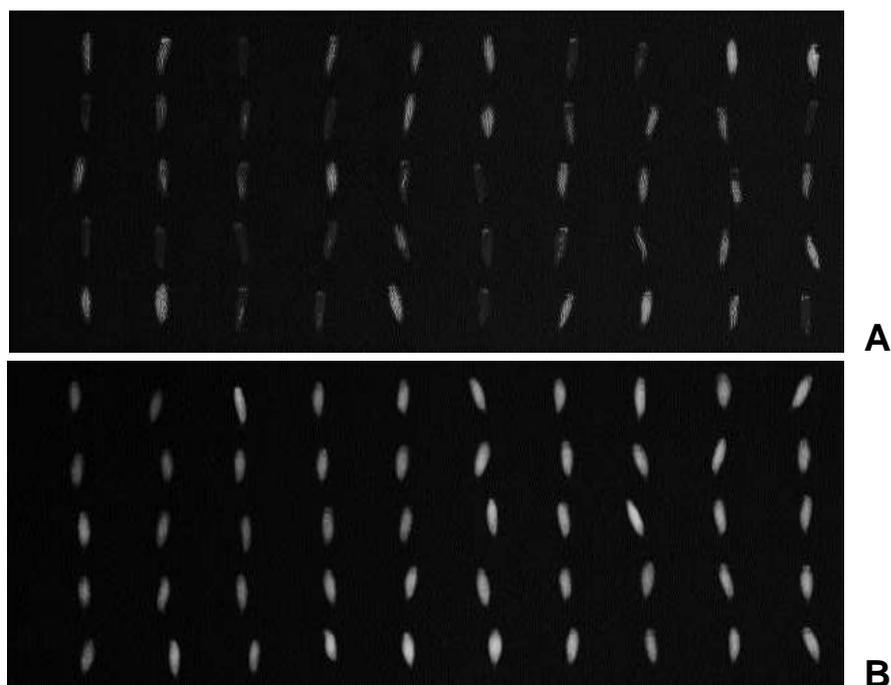


Figura 1.6. Análise de imagens de raios X obtidas em duas amostradas de sementes separadas pelo soprador, sendo elas: A. fração pesada obtida na abertura 1; e B. fração pesada obtida na abertura 6.

Para verificar a qualidade das sementes obtidas nas seis aberturas reguladas pelo soprador de sementes, foram realizados testes de germinação com temperatura de 30°C em luz constante. Com relação à emissão radicular e formação de plântula normal, os valores médios variaram, respectivamente, entre 24 a 80% e 24 a 74%. As aberturas A5 e A6 foram estatisticamente iguais nos resultados de emissão de radícula e plântulas normais. Como esperado, a abertura A1 resultou os menores valores médios, com baixo percentual de emissão de radícula e plântula normal. (Tabela 1.6).

Tabela 1.6. Resultados do teste de germinação das frações pesadas das seis aberturas testadas pelo equipamento de soprador de sementes para a espécie florestal *M. polymorphum*.

Abertura do soprador	Emissão radicular	Plântula Normal	Sementes Mortas	Sementes Duras
	%			
A1	24 d	24 d	70 a	6 a
A2	38 c	36 c	55 b	7 a
A3	64 b	58 b	26 c	10 a
A4	66 b	60 b	26 c	8 a
A5	80 a	74 a	13 d	7 a
A6	78 a	74 a	14 d	8 a

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

As sementes mortas apresentaram resultados médio variando de 13 a 70%. O tratamento A1 resultou a maior porcentagem média, sendo estatisticamente superior aos demais (Tabela 1.6). Pode-se observar que o percentual de sementes mortas foi diminuindo com o aumento da abertura do fluxo de ar do soprador de sementes, mostrando assim a eficiência na utilização desse equipamento na separação das sementes vazias e mal formadas de *M. polymorphum*. As sementes vazias foram consideradas como sementes mortas ao fim do teste.

Com relação ao número de sementes duras, todos os tratamentos apresentaram valores médios estatísticos iguais. Esse critério geralmente sofre influência no teste de germinação pela variação em temperatura, luz, oxigênio e/ou umidade (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; NASSIF et al., 1998; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

A partir dos resultados obtidos pelas tabelas 1.4, 1.5 e 1.6, as aberturas A4, A5 e A6 apresentaram os melhores resultados na separação qualitativa das sementes de *M. polymorphum*, sendo recomendado a utilização da abertura A5, visto que a mesma resultou os melhores valores nos critérios avaliados no teste de germinação em relação a abertura A4, e maior quantidade de sementes (peso) na fração pesada em relação à abertura A6.

3.3 Efeito da temperatura na germinação de sementes de *M. Polymorphum*

A germinação das sementes da espécie *M. polymorphum* apresentou diferença significativa entre os critérios avaliados de acordo com as variações das temperaturas utilizadas. Os resultados médios para cada temperatura testada estão apresentados nas tabelas 1.7 e 1.8.

Tabela 1.7. Emissão radicular, plântula normal, plântula anormal, sementes mortas e sementes duras do teste de germinação das sementes de *M. polymorphum*, sob diferentes temperaturas.

Tratamentos	Critérios (%)				
	Emissão radicular	Plântula normal	Plântula anormal	Semente morta	Semente dura
15°C	70 a	0 c	71 a	24 a	3 c
20°C	74 a	53 b	21 b	20 ab	5 c
25°C	71 a	58 ab	13 b	25 a	2 c
30°C	75 a	73 a	3 b	17 b	6 c
35°C	44 b	42 b	2 b	26 a	30 b
40°C	14 c	0 c	14 b	13 b	73 a

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

Tabela 1.8. Valores de T₅₀ (emissão radicular e plântula normal), Uniformidade (U₇₅₋₂₅) (emissão radicular e plântula normal) e IVG (plântula normal), durante a germinação das sementes de *M. polymorphum*, sob diferentes temperaturas.

Tratamentos	Critérios				
	T ₅₀ - Emissão radicular (dias)	U ₇₅₋₂₅ Emissão radicular (dias)	T ₅₀ - Plântula normal (dias)	U ₇₅₋₂₅ Plântula normal (dias)	IVG (Plântula normal)
15°C	12,43 b	6,52 b	-	-	0,00 c
20°C	7,38 c	1,26 c	12,78 a	6,50 a	4,01 b
25°C	7,67 c	1,91 c	12,84 a	7,67 a	5,55 b
30°C	7,46 c	2,44 c	10,79 b	3,44 b	9,47 a
35°C	8,86 c	4,65 bc	13,19 a	6,35 a	3,62 b
40°C	16,00 a	9,30 a	-	-	0,00 c

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

As temperaturas avaliadas situaram-se dentro das temperaturas cardinais para germinação da espécie, visto que foram observadas germinações em todos os seis tratamentos. Entre os critérios de avaliação no teste de germinação, os tratamentos que resultaram as maiores médias estatísticas na emissão radicular foram nas temperatura de 15, 20, 25 e 30°C (Tabela 1.7). O tempo T_{50} e a uniformidade U_{75-25} da emissão radicular apresentaram os maiores resultados médios nas temperaturas de 15 e 40°C, mostrando dificuldade ao iniciar o processo germinativo das sementes, estando essas temperaturas próximas do limite da espécie.

A faixa de temperatura que proporcionou a maior porcentagem de plântulas normais foi de 25 a 30°C. As temperaturas com 15 e 40°C não apresentaram plântulas normais, obtendo assim os menores valores estatísticos (Tabela 1.7).

Por estar entre os principais critérios na avaliação do teste de germinação, foram calculados o IVG, tempo T_{50} e uniformidade U_{75-25} das plântulas normais. O IVG calculado mostrou maior número de plântulas emergindo por dia a 30°C, sendo o mesmo estatisticamente superior às demais temperaturas testadas. O valor de IVG aos 30°C também é confirmado pelo resultado de T_{50} e U_{75-25} , os quais apresentaram os menores valores médios na formação e estabilização de plântulas normais, indicando assim, maior velocidade do processo germinativo (Tabela 1.8). Pela Figura 1.7, pode-se observar que a emissão de plântulas normais começou a partir do quinto dia, atingindo os valores máximos aos 22 dias, tendo destaque o tratamento sob a temperatura de 30°C.

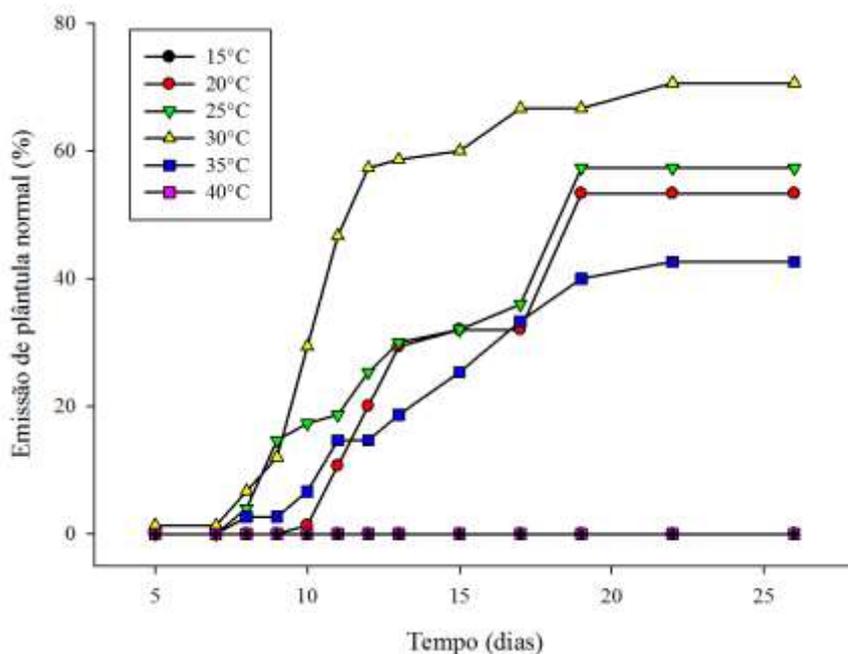


Figura 1.7. Germinação, considerando emissão de plântulas normais, para sementes de *M. polymorphum* sob diferentes temperaturas.

Estudo similar com a espécie florestal *M. polymorphum* foi realizado por Ribeiro et al. (2013a) testando temperaturas desde 5°C até 40°C, em que os autores afirmam que as sementes germinaram em diferentes ambientes sob presença e ausência de luz. Os autores encontraram as temperaturas ótimas para a germinação em 20 e 25°C na luz e 20°C no escuro, e acima de 30°C como limitantes à germinação da espécie. Avaliando a faixa de temperatura para germinação da espécie florestal *Moquiniastrum barrosii*, pertencente ao mesmo gênero da espécie do presente estudo, Ribeiro et al. (2013b), novamente encontraram as temperaturas ótimas em 20 e 25°C em luz constante. No presente estudo, com a espécie florestal *M. polymorphum*, os resultados para a temperatura ótima abrangeram um limite maior, estando as

maiores médias entre 15 a 30°C. O diferencial do presente trabalho foi apresentar o IVG e valores médios de plântulas normais, juntamente com T_{50} e U_{75-25} , recomendando assim a temperatura ótima em 30°C.

Com relação ao número de plântulas anormais, os resultados médios variaram entre 2 a 71%, sendo o tratamento submetido a temperatura de 15°C estatisticamente superior aos demais. As plântulas anormais formadas na temperatura de 15°C apresentaram má formação, tanto no sistema radicular, quanto na emissão do par de folíolos (Figura 1.8).

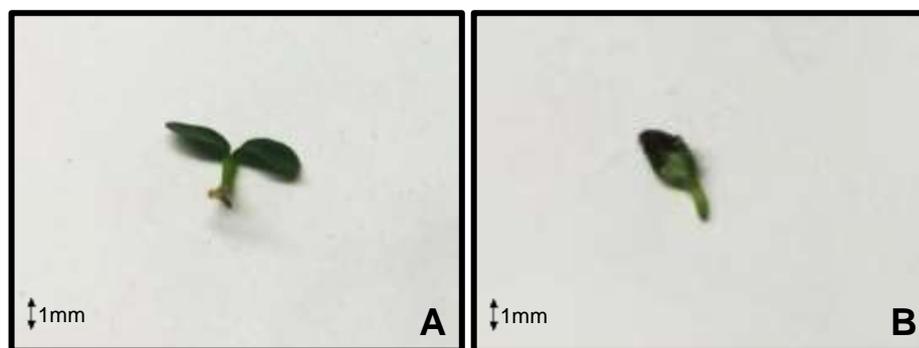


Figura 1.8. Plântulas anormais germinadas à temperatura de 15°C da espécie florestal *M. polymorphum*, sendo: A. plântula com anormalidade no sistema radicular, e B. plântula com anormalidade no sistema radicular e na emissão de folíolos.

As sementes mortas apresentaram resultados médios variando de 13 a 26% (Tabela 1.7). Mesmo após o processo de beneficiamento utilizado pelo soprador de sementes na abertura 5, ainda foram observadas sementes vazias e mal formadas no teste de germinação, sendo as mesmas caracterizadas ao fim do teste como sementes mortas.

Com relação ao número de sementes duras, foi observado aumento no número das mesmas sob temperaturas de 35 e 40°C, apresentando valores médios, respectivamente, de 30 e 73%, sendo a última estatisticamente superior aos demais tratamentos testados (Tabela 1.7). A porcentagem de sementes duras encontradas na temperatura de 40°C mostra que as sementes apresentam dormência sob altas temperaturas, não sendo adequada essa condição para a germinação da espécie.

3.4 Curva de embebição

A embebição das sementes *M. polymorphum* pode ser observada na Figura 1.9, sendo caracterizada pelo padrão trifásico da curva de embebição proposta por Bewley e Black (1994).

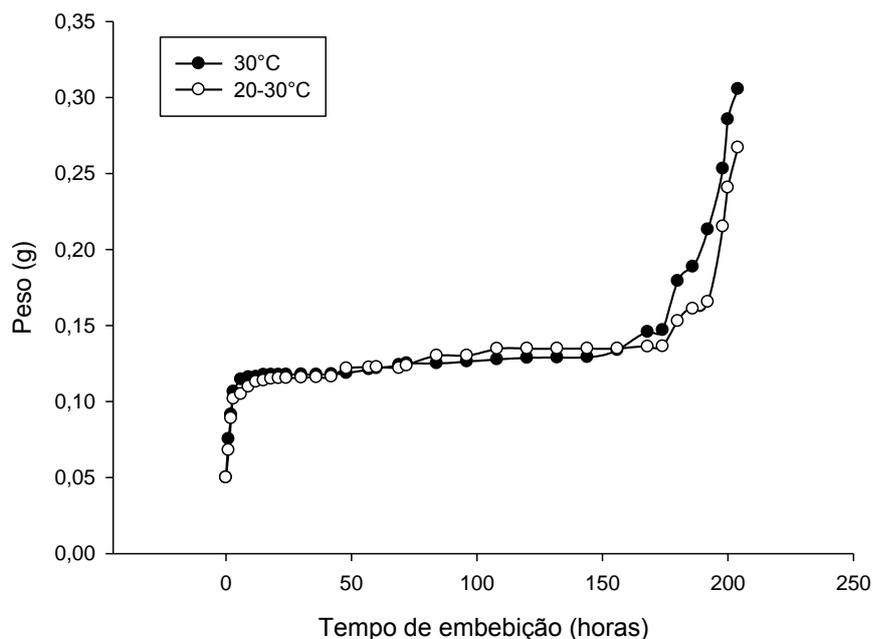


Figura 1.9. Curvas de embebição das sementes de *M. polymorphum*, sob temperatura de 30°C em luz constante e temperatura alternada de 20-30°C (12 horas de luz a 30°C e 12 horas de escuro a 20°C).

Analisando o tempo de embebição por meio do peso das sementes de *M. polymorphum*, verificou-se no teste de germinação um aumento rápido no peso das sementes nas seis primeiras horas do experimento. Esse comportamento é característico da primeira fase de embebição, apresentando rápida transferência de água do substrato para a semente devido à acentuada diferença entre os potenciais hídricos entre as mesmas (MARCOS FILHO, 2005). O comportamento nas duas condições de germinação testadas ocorreu de forma semelhante nessa primeira fase, obtendo peso médio final de aproximadamente 0,1100 g.

A partir de seis horas do estudo, verificou-se uma estabilização no ganho do peso das sementes, apresentando lenta absorção de água, característica peculiar ocorrida na fase II de embebição (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). O período dessa fase ocorreu até aproximadamente 180 horas (sete dias e meio), estando as sementes com peso em torno de 0,1400 g. Novamente, as duas condições de germinação testadas não apresentaram diferença expressiva no ganho de peso absoluto na embebição das sementes.

A última fase da embebição (fase III), a qual a semente volta a absorver água intensamente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), foi caracterizada pelo início do crescimento do eixo embrionário, tornando-se visível a germinação pelo surgimento da radícula. A fase III ocorreu a partir de 180 horas, sendo possível verificar que a temperatura de 30°C com luz constante promoveu aumento no peso das sementes, indicando maior crescimento do eixo embrionário e das estruturas essenciais das plântulas de *M. polymorphum*.

Apesar da existência de diversos estudos sobre germinação de sementes de espécies nativas, esse número ainda é muito reduzido em relação à grande diversidade de espécies vegetais dos diferentes ecossistemas tropicais (OLIVEIRA et al., 2008). Na literatura ainda são poucos os estudos relacionados sobre a espécie florestal *M. polymorphum*, sendo importante demonstrar esses resultados sobre seu potencial germinativo para assim contribuir no desenvolvimento na produção de mudas, em técnicas de conservação, manejo e

recuperação dos ambientes naturais, bem como para o fornecimento de produtos para o setor econômico da espécie.

4 CONCLUSÕES

A utilização em conjunto dos equipamentos de soprador de sementes e raios X são eficientes para avaliação e determinação da qualidade física das sementes de *M. polymorphum*.

Para melhor qualidade do lote de sementes de *M. polymorphum* é recomendada a regulagem da abertura 5 no soprador de sementes tipo General, sendo esse o que obtém o maior número de sementes cheias.

Os parâmetros externos avaliados pelo equipamento mini-SAS não foram capazes de avaliar qualitativamente as sementes cheias, vazias e mal formadas, não sendo recomendado seu uso para a caracterização das sementes de *M. polymorphum*.

A temperatura ótima para germinação das sementes de *M. polymorphum* é 30°C com luz constante, destacando-se os valores positivos em emissão de plântulas normais. A primeira e a última contagem devem ser aos 5 e 22 dias, respectivamente.

A embebição de água das sementes de *M. polymorphum* apresenta padrão trifásico, sendo a temperatura de 30°C em luz constante, em relação a 20-30°C (12 horas de luz a 30°C e 12 horas de escuro a 20°C) superior nos resultados, evidenciado a partir da fase III, exercendo influência positiva na germinação da espécie.

5 REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. B.; MARTINS, L.; FORTI, V. A.; CÍCERO, S. M.; FILHO, J. M. Teste de raios x para avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p.601-607, 2011.
- ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S.; FERNANDES, M. J.; CRUZ, A. P. M.; CARVALHO, A. S. R. Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.517-523, 2006.
- ANDRANDE, D. B. **Sistema de análise de sementes (SAS) na detecção de misturas varietais e de sementes esverdeadas em soja**. 2014. 78f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.
- 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.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico**. Instituto Souza Cruz: Pallotti, 2002. 70p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 2 ed., 1994. 445p.
- BEWLEY, J. D. Seed germination and Dormancy. **The Plant Cell**, Rockville, v.9, n.7, p.1055-1066, 1997.

BRASIL, **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm> Acessado em: 27 de set de 2015.

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

BRASIL, **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acessado em: 27 de set de 2015.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 4.ed., 2000, 588p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Embrapa Florestas, Colombo: 2003, 1040p.

CARVALHO, L. R.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. A. C. Utilização do teste de raios x na avaliação da qualidade de sementes de espécies florestais de Lauraceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.4, p.57-66, 2009.

CASTELLANI, E. D.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Colheita de frutos, extração e beneficiamento de sementes de solanáceas arbóreas. **Informativo ABRATES**, Brasília, DF, v.17, n.1, 2, 3, p.69-75, 2007.

COPELAND, L. D. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis: Burges Publishing Company, 1976. 369p.

ISTA. **International rules for seed testing**. Zurich: Seed Science and Technology, n.21, 1993, 363p. Suplemente.

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

FERREIRA, D. F. **Sisvar, versão 5.3 (Build 75)**. Lavras, DEX/UFLA. 2010. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/sisvar.zip>>. Acessado em: 27 de set de 2015.

JOOSEN, R.V.L.; KODDE, J.; WILLEMS, L.A.J.; LIGTERINK, W.; PLAS, L.H.W. van Der; HILHORST, H.W.M. Germinator: A software package for high-throughput scoring and curve fitting of Arabidopsis seed germination. **Plant Journal**, v.62, p.148-159, 2010.

KRAMER, Paul J. e KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.

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

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

MACHADO, D. F. M.; SILVA, A. C. F. *Trichoderma* no controlo *in vitro* de fungos presentes em diásporos de *Gochnatia polymorpha*. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, n.2, 2013.

- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005, 495p.
- MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae)). **Revista Árvore**, v.32, n.4, p.633-639, 2008.
- MARTINS, S. V.; SILVA, D. D. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.1, p.96-99, 1997.
- MARZINEK, J.; DE-PAULA, O. C.; OLIVEIRA, D. M. T. Cypselas or achene? Refining terminology by considering anatomical and historical factors. **Brazilian Journal of Botany**, v.31, n.3, p.549-553, 2008.
- MASETTO, T. E.; FARIA, J. M. R.; QUEIROZ, S. E. Avaliação da qualidade de sementes de cedro (*Cedrella fissilis* – Meliaceae) pelo teste de raios X. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1-7, 2008.
- MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Características da germinação de sementes de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazonica**, v.26, n1/2, p.3-16, 1996.
- MONTEIRO, P. P. M.; RAMOS, F. A. Beneficiamento e quebra de dormência de sementes em cinco espécies florestais do cerrado. **Revista Árvore**, v.1, n.2, p.169-74, 1997.
- NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; OLIVEIRA, M. E. A. Quebra da dormência de sementes de quatro leguminosas arbóreas. **Acta Botânica Brasileira**, v.13, n.2, p.129-37, 1999.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. de. **Testes de Vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.49-86, 1994.
- NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNADES, G. D. (LARGEA/). Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. Piracicaba: IPEF/LCF/ESALQ/USP, **Informativo Sementes IPEF**, Abr-1998. Disponível em: <<http://www.ipef.br/sementes/>>. Acessado em: 27 de set de 2015.
- NOGUEIRA, A. C. **Extração e Beneficiamento de Sementes Florestais Nativas**. Embrapa, Circular Técnica 131, Colombo, 2007. 7p.
- OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. A utilização do teste de raios-X na avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.116-120, 2003.
- OLIVEIRA, D. A.; NUNES, Y. R. F.; ROCHA, E. A.; BRAGA, F. R.; PIMENTA, M. A. S.; VELOSO, M. D. M. Potencial germinativo de sementes de fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth. - Fabaceae: Mimosoideae) sob diferentes procedências, datas de coleta e tratamentos de escarificação. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1001-1009, 2008.
- PASSOS, M.A.A.; SILVA, F.J.B.C.; SILVA, E.C.A.; PESSOA, M.M.L.; SANTOS, R.C. Luz, substrato e temperatura na germinação de sementes de cedro-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.2, p.281-284. 2008.
- PEREIRA, G. P.; CARVALHO, R. I. N. Valor cultural de semente de agapantos após classificação em soprador de sementes. **Scientia Agraria**, v.9, n.4, p.439-443, 2008.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Dormancy break and light effects on seed germination of *Peltophorum dubium* Taub. **Revista Árvore**, v.23, n.2, p.131-37, 1999.

- RAMOS, N. P.; VARELA, V. P.; MELO, M. F. F. Germinação de sementes de *Zeyhera tuberculosa* (Vell.) Bur. (Ipê-felpudo). **Revista Agricultura Tropical**, v.7, n.1, p.41-52, 2003.
- REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. dos. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperaturas, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.212-220, 2009.
- RIBEIRO, J. W. F.; RONQUI, R. A.; KOLB, R. M. Efeito da luz e temperatura sobre a germinação de cipselas de *Gochnatia polymorpha* (Asteraceae). **Resumo...** 64º Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte, 10-15 de Novembro, 2013a.
- RIBEIRO, J. W. F.; RONQUI, R. A.; KOLB, R. M. Germinação e desenvolvimento inicial de *Gochnatia barrosii* (Asteraceae). **Resumo...** 64º Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte, 10-15 de Novembro, 2013b.
- SANCHO, G.; ROQUE, N. *Gochnatia* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5325>>. Acesso em: 4 de maio de 2015.
- SIMAK, M.; BERGSTEN, U.; HENRIKSSON, G. Evaluation of ungerminated seeds at the end of germination test by radiography. **Seed Science and Technology**, v.17, p.361-369, 1989.
- SOCOLOWSKI, F.; CÍCERO, S. M. Caracterização morfológica de embriões por imagens de raios X e relação com a massa e a qualidade fisiológica de sementes de *Tecoma stans* L. Juss ex Kunth (Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.200-208, 2008.
- STEFANELLO, M. E. A.; CERVI, A. C.; JÚNIOR, A. W.; SIMIONATTO, E. L. Óleo essencial de *Gochnatia polymorpha* (Less) Cabr. ssp *floccosa* Cabr. **Química Nova** v.29, n.5, p.999-1002, 2006.
- TONETTI, O. A. O.; DAVIDE, A. C.; DA SILVA, E. A. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac. Leish. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.114-121, 2006.

CAPÍTULO II

CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Moquiniastrum polymorphum* A PARTIR DE SUBSTRATOS FORMULADOS COM BIOSSÓLIDO, ESTERCO BOVINO E FIBRA DE COCO

RESUMO

A composição do substrato utilizado como meio de crescimento está diretamente relacionada com a qualidade de muda, sendo importante a realização de estudos que busquem uma maior compreensão de sua formulação para produção de mudas. O objetivo deste capítulo foi avaliar o crescimento inicial de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* a partir da análise das características morfológicas em substratos formulados com resíduos orgânicos a base de biossólido, esterco bovino e fibra de coco. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em tubetes de 110 cm³, sendo instalado em um delineamento inteiramente casualizado constituído por cinco tratamentos, com quatro repetições de 54 mudas por parcela. Quando as mudas atingiram 150 dias após a semeadura foram mensurados a altura das plantas, o diâmetro do coleto, a relação altura/diâmetro, a massa seca da parte aérea, a massa seca do sistema radicular, a massa seca total e a relação massa seca da parte aérea/raiz, além do índice de qualidade de Dickson (IQD). Constatou-se que para o crescimento inicial de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* recomenda-se a utilização de substratos formulados com 60 a 20% de lodo de esgoto + 60 a 20% de esterco bovino + 20% de fibra de coco, os quais resultaram nos melhores crescimentos das características morfológicas avaliadas.

Palavras-chave: *Gochnatia polymorpha*; cambará; resíduos orgânicos; produção de mudas.

ABSTRACT

The composition of the substrate used as a growth environment is directly associated to the quality of seedlings. Hence the importance to carry out studies that seek a greater understanding of its formulation for plant propagation. The chapter evaluated the initial growth of seedlings *Moquiniastrum polymorphum* based on the analysis of morphological characteristics on substrates formulated with biosolids, cattle manure and coconut fiber. The experiment was conducted at the Forest Nursery of the Federal University of Lavras (UFLA), in tubes of 110 cm³, being installed in a completely randomized design consisting of five treatments with four replications of 54 seedlings per plot. When the seedlings reached 150 days after sowing, the following measurements were taken: plant height, stem diameter, ratio H/DC, shoot dry mass, root system dry mass, total dry mass, ratio MSPA/MSR and Dickson quality index (IQD). It was found that for the initial growth of seedlings *Moquiniastrum polymorphum* is recommended to use substrates formulated with 20 to 60% of biosolid + 20 to 60% of cattle manure + 20% coconut fiber, which resulted in the best growth of the evaluated morphological characteristics.

Keywords: *Gochnatia polymorpha*; cambará; organic waste; seedling production.

1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas nativas no Brasil possui restrições das quais impendem seu aumento na escala comercial, tendo por principais obstáculos a falta de conhecimento teórico e prático de diversas espécies florestais de nossos ecossistemas, tornando-se difícil encontrar viveiros que contenham diversidade e quantidade de mudas necessárias para a restauração de determinadas áreas. Nesse sentido, constantemente são realizadas pesquisas voltadas para a produção de mudas de espécies florestais nativas na tentativa de minimizar tais problemas (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003; LELES et al., 2006; PEREIRA et al., 2010; SOUZA et al., 2010; SPERANDIO et al., 2011; MELO et al., 2014).

A espécie florestal *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho, conhecida popularmente como cambará ou candeia, é uma espécie pertencente à família Asteraceae, classificada como pioneira e secundária inicial, encontra-se presente em uma série de levantamentos florísticos, porém é uma espécie pouco estudada sobre seu processo de produção de mudas, a qual possui importantes características para composição inicial em reflorestamentos de áreas degradadas, tais como dispersão anemocórica, resistência a incêndios e capacidade de rebrota (DURIGAN et al., 1997; IVANAUSKAS et al., 1999; LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003; SANTANA, et al., 2004). Sua distribuição geográfica ocorre nas regiões brasileiras sul e sudeste, e em alguns estados das regiões centro-oeste e nordeste. Está presente nos ecossistemas florestais do Cerrado, na Floresta Ombrófila e na Floresta Ombrófila Mista, sendo sua ocorrência predominante em terrenos com características pobres, particularmente em terrenos arenosos, considerados terras fracas (LORENZI, 2002; SANCHO; ROQUE, 2015).

Seu valor econômico está principalmente em sua madeira que é considerada moderadamente pesada, dura e compacta, apresentando densidade de $0,76 \text{ g.cm}^{-3}$, a qual possui alta resistência em condições adversas (BACKES; IRGANG, 2002; LORENZI, 2002). Por ser uma espécie de crescimento rápido adaptada a terrenos pobres e secos, a *M. polymorphum* é útil para a composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas e de preservação permanente (LORENZI, 2002). É uma espécie importante para atrativo de fauna, pois suas flores possuem um acentuado aroma de mel e são visitadas por abelhas e borboletas durante sua floração (STEFANELLO et al., 2006).

Para a produção de mudas que serão utilizadas na restauração e recuperação de áreas degradadas, um dos fatores a serem analisados é a formulação do substrato que atenda às necessidades das plantas que serão produzidas (SANTOS, 2013). Para isso, na escolha do substrato, deve-se levar em conta as características físicas do material (estrutura, textura e densidade), composição química (pH e nível de fertilidade do material), disponibilidade, qualidade, facilidade de manuseio e custos (DORNELLES et al., 2014).

Existem diferentes materiais orgânicos utilizados como substrato para produção de mudas florestais, dentre eles estão, os compostos orgânicos, esterco bovino, fibra de coco, cama de frango, casca de arroz carbonizada, bio-sólido, entre outros. Estudos como os de Restrepo et al. (2013) e Terra et al. (2011) mostram que a adição de resíduos orgânicos melhora as características do substrato, favorecendo o crescimento das espécies florestais. Alguns desses materiais são ricos em nutrientes, como nitrogênio e matéria orgânica, podendo ser utilizados na produção de mudas (DELARMELINA et al., 2013).

O bio-sólido, ou lodo de esgoto, é originado das Estações de Tratamento de Esgoto após passar por processo de estabilização. Trata-se de um resíduo sólido de caráter predominantemente orgânico correspondendo entre 40 a 80% da composição total de seu peso seco, com teor variável de componentes inorgânicos, obtido do tratamento de águas residuais (CIESLIK et al., 2014).

No processo de produção de mudas de espécies florestais, o uso do bio-sólido tem sido uma alternativa viável como fonte de matéria orgânica e de nutrientes como componente orgânico na formulação de substratos (SCHEER et al., 2012; CALDEIRA et al., 2013; FARIA et al., 2013; HOSSAIN et al., 2013; TRAZZI et al., 2014).

Entretanto, como o bio-sólido pode conter elevadas concentrações de contaminantes, como metais tóxicos e contaminantes orgânicos provenientes de indústrias e de esgotos domésticos, essa prática pode resultar em adição direta de diversos patógenos (coliformes fecais, protozoários, entre outros) de substâncias químicas não desejadas no solo agriculturável e conseqüentemente na cadeia alimentar (substâncias derivadas de petróleo, medicamentos, produtos de limpeza, solventes, pesticidas), devendo-se ter cautela em sua aplicação no solo e seguir cuidadosamente os padrões impostos pela legislação vigente da resolução CONAMA – 375/2006 (BRASIL, 2006), conforme ressaltado por Corrêa et al. (2007) e Saito (2007).

O esterco bovino é outro resíduo orgânico com grande potencial no uso como substrato, sendo utilizado em grande parte dos viveiros florestais como fonte orgânica na produção de mudas. Suas principais características estão na contribuição para melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, elevar a capacidade de troca catiônica e retenção de umidade e nutrientes, como o nitrogênio (FILGUEIRA, 2000; CUNHA et al., 2006).

Outro resíduo orgânico com potencial de utilização como substrato é a fibra de coco. Esse resíduo é um material leve, de estrutura granular e homogênea, intercalada de fibrilas de altíssima porosidade total e elevada capacidade de aeração, apresentando importantes características para composição física na constituição de substratos (NOGUERA et al., 2000). Além disso, a fibra de coco trata-se de uma alternativa para a produção de substratos de baixo custo, por ser um resíduo da exploração comercial da água de coco, existente em abundância no País (VAN DAM et al., 2004; CARVALHO et al., 2006).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial de mudas de *Moquiniastrum polymorphum* a partir da análise das características morfológicas em substratos formulados com resíduos orgânicos a base de bio-sólido, esterco bovino e fibra de coco.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização

As mudas de *M. polymorphum* foram produzidas no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras (21°22'75" S, 44°96'98" W), localizado no município de Lavras-MG, durante o período de julho a dezembro de 2015. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região enquadra-se no tipo Cwa (inverno seco e verão chuvoso), sendo a temperatura média anual de 20,4°C e precipitação anual média de 1460 mm (DANTAS et al., 2007). Na tabela 2.1 estão apresentados os dados médios climáticos de temperatura, precipitação, umidade e velocidade do vento durante cada mês da condução do experimento no viveiro.

Tabela 2.1. Valores mensais em temperatura, precipitação, umidade e velocidade do vento da cidade de Lavras-MG.

Meses	Temperatura	Precipitação	Umidade	Velocidade do vento
	média	total	média	(média)
	°C	mm	%	m/s
Julho	18,3	1,7	70,5	2,0
Agosto	19,0	36,6	60,7	1,9

Setembro	22,5	117,4	65,3	1,8
Outubro	25,8	22,7	57,4	2,0
Novembro	24,5	273,8	75,2	1,6
Dezembro	24,3	60,3	74,4	1,4

2.2 Aquisição e norma de utilização dos substratos

Os substratos foram formulados utilizando três tipos de componentes orgânicos, sendo eles: Biossólido (BIO), esterco bovino (EB) e fibra de coco (FC).

O biossólido utilizado foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto Alegria, localizada no bairro Caju, Rio de Janeiro - RJ.

O material foi disponibilizado pela Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro (CEDAE). O esgoto tratado pela ETE Alegria é derivado de áreas urbanas domiciliares e comerciais e obtido por processo de digestão anaeróbica.

Com base nas exigências impostas na resolução CONAMA nº 375/2006 (BRASIL, 2006), o biossólido atendeu aos parâmetros relativos à concentração dos agentes patogênicos e indicadores bacteriológicos (Tabela 2.2), sendo classificado como classe A.

O biossólido da ETE Alegria também atendeu aos parâmetros relativos à composição química estipulados pela legislação vigente, estando apto para uso em ambientes agrícolas (Tabela 2.3).

Tabela 2.2. Concentração de microrganismos patogênicos no biossólido da Estação de Tratamento de Esgoto de Alegria, Rio de Janeiro – RJ, em comparação ao estabelecido pela Resolução CONAMA nº 375/2006.

Parâmetro	Unidade	ETE Alegria ¹	CONAMA ²
Coliformes Termotolerantes	NMP g ⁻¹ ST	< 0,04	< 1000
Ovos Viáveis de Helminthos	Ovos g ⁻¹ ST	< 0,01	< 0,25
<i>Salmonella</i> sp.	Presente/ausente em 10g ST	Ausente	Ausente

¹valores encontrados no biossólido da ETE Alegria; ²Limites máximos de concentração exigido pela resolução CONAMA nº 375/2006. NMP: Número mais provável; ST: Sólidos totais. (Fonte: ABREU, 2014).

O esterco bovino foi adquirido por doações dos produtores rurais da região de Lavras-MG. Esse material foi coletado em currais de vacas leiteiras, tendo como principal alimento a pastagem natural.

A fibra de coco utilizada foi a “Golden Mix Fibroso”, sendo adquirida pela empresa Amafibra, a qual apresenta textura grosseira, elaborada à partir do mesocarpo do coco. De acordo com as informações descritas no rotulo do produto, esse substrato comercial apresenta capacidade de retenção de água de 300 ml por litro, porosidade total de 95% e peso de 150 kg por m³.

Antes da mistura dos componentes orgânicos, o biossólido e o esterco bovino permaneceram expostos em pleno sol, em ambiente aberto, por cerca de 60 dias para estabilização biológica. Logo em seguida, ambos os materiais passaram por peneira de aço com malha de 3,70 mm (6 MPL - malhas por polegada linear) para homogeneização das partículas do material.

Os tratamentos foram formulados, misturando manualmente os três resíduos orgânicos em diferentes proporções.

Para medir os volumes necessários dos componentes que foram misturados, foi utilizado balde de plástico graduado com capacidade para 10L e, após a homogeneização dos

mesmos, foram separadas amostras de cada substrato para a posterior realização das análises químicas e físicas.

Tabela 2.3. Concentração das substâncias inorgânicas e dos diferentes elementos indicadores do potencial agrônômico no biossólido proveniente da ETE Alegria, Rio de Janeiro – RJ.

Elementos	Resultados Analíticos ¹	Resolução nº 375/2006 CONAMA ²
(As) Arsênio	< 2,6 mg kg ⁻¹	41 mg kg ⁻¹
(Ba) Bário	157 mg kg ⁻¹	1300 mg kg ⁻¹
(Cd) Cádmio	< 0,2 mg kg ⁻¹	39 mg kg ⁻¹
(Pb) Chumbo	197 mg kg ⁻¹	300 mg kg ⁻¹
(Cu) Cobre	267 mg kg ⁻¹	1500 mg kg ⁻¹
(Cr) Cromo	70 mg kg ⁻¹	1000 mg kg ⁻¹
(Hg) Mercúrio	< 0,03 mg kg ⁻¹	17 mg kg ⁻¹
(Mo) Molibdênio	22,6 mg kg ⁻¹	50 mg kg ⁻¹
(Ni) Níquel	40,2 mg kg ⁻¹	420 mg kg ⁻¹
(Se) Selênio	< 5,9 mg kg ⁻¹	100 mg kg ⁻¹
(Zn) Zinco	681 mg kg ⁻¹	2800 mg kg ⁻¹
Carbono orgânico	28,70%	-
Fósforo total	0,62%	-
Potássio total	0,50%	-
Sódio total	0,16%	-
Enxofre total	1,20%	-
Cálcio total	0,24%	-
Magnésio total	0,01%	-
Nitrogênio total	3,88%	-
Nitrogênio Kjeldahl	33.497 mg kg ⁻¹	-
Nitrogênio amoniacal	208 mg kg ⁻¹	-
Nitrito	17 mg N. Kg ⁻¹	-
Nitrato	5.318 mg N. Kg ⁻¹	-
Sólidos totais	74,29%	-
Sólidos voláteis	24,29%	-
Umidade	25,71%	-
pH em água (1:10)	5,45	-

¹valores encontrados no biossólido da ETE Alegria; ²Limites máximos de concentração exigido pela resolução CONAMA nº 375/2006. NMP: Número mais provável; ST: Sólidos totais. (Fonte: Abreu, 2014).

2.3 Sementes e condução das mudas

As sementes de *M. polymorphum* foram adquiridas pela empresa Sementes Caiçara e, de acordo os resultados do capítulo anterior, as mesmas passaram pelo processo de beneficiamento que consistiu na retirada da estrutura de dispersão anemocórica e na separação pelo soprador de sementes tipo General, regulado na abertura 5 por 30 segundos. Logo em

seguida, realizou-se a semeadura manual utilizando aproximadamente três a cinco sementes por recipiente.

Para garantir um bom suprimento de nutrientes nas mudas, foram adicionados na formulação dos substratos 4 kg por m³ de fertilizante Basacote Mini 3M 13-06-16 (+1,4).

A semeadura foi realizada em tubetes com capacidade para 110 cm³ de substrato, acondicionados em bandejas de polipropileno com capacidade de 108 unidades, sendo estas bandejas dispostas em canteiro suspensos a 80 cm do solo em casa de sombra coberta com tela permitindo passagem de 50% da luminosidade.

As mudas permaneceram na casa de sombra durante 30 dias. Após este período, as mudas foram levadas para a área de pleno sol, permanecendo 120 dias neste ambiente até a rustificação. O raleio foi realizado com auxílio de tesoura após 60 dias da semeadura, deixando uma muda por recipiente, sendo essa a mais centralizada no tubete e com melhor crescimento da parte aérea.

A adubação de cobertura ocorreu aos 70 dias após a semeadura, utilizando 1000 g KristaTM MAP (12% N, 61% P₂O₅), 150g KCl, diluídos em 100 litros de água, sendo aplicados 10 ml desta solução por muda.

Foi realizada alternagem das mudas aos 110 dias após a semeadura, com o objetivo de reduzir a competição e aumentar o espaçamento entre as mudas. A irrigação foi por aspersão com sistema automático, sendo irrigadas quatro vezes ao dia (duas na parte da manhã e duas na parte da tarde), e cessada em dias chuvosos.

2.4 Delineamento experimental

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituindo cinco tratamentos, com quatro repetições de 54 mudas por parcela. As formulações dos substratos podem ser conferidas na Tabela 2.4.

Tabela 2.4. Proporção volumétrica dos componentes (%) que compõem os substratos (tratamentos) para produção de mudas de *M. polymorphum*.

Tratamentos	Constituintes (% - v:v)		
	BIO	EB	FC
1	80	0	20
2	60	20	20
3	40	40	20
4	20	60	20
5	0	80	20

BIO – Biossólido; EB – Esterco bovino; FC – Fibra de coco.

2.5 Análise química e física dos substratos

A caracterização física e química dos substratos foi realizada no Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Para as análises químicas foram consideradas as avaliações de condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH), em uma diluição substrato:água de 1:5 (v:v), conforme a IN nº 17, de 21 de maio 2007, que estabelece os métodos para análise de substratos para

plantas. Todas as análises foram realizadas com três repetições do substrato formulado em cada tratamento (BRASIL, 2007).

A análise química dos nutrientes não foi realizada por não existir uma metodologia padronizada para substratos formulados por componentes de base orgânica, podendo gerar interpretações inadequadas sobre determinado método quando comparado o crescimento vegetal com os laudos da análise (SPIER, 2012).

Para a análise física foram consideradas as avaliações: densidade úmida (DU), densidade seca (DS), umidade atual (UA), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água tamponante (AT), água remanescente (AR) e capacidade de retenção de água sob sucção de 10, 50 e 100 cm de coluna de água, determinado em base volumétrica (CRA).

A determinação da densidade foi realizada por meio do Método da Auto-compactação (HOFFMANN, 1970) e as curvas de retenção de água nas tensões de 0; 10; 50 e 100 hPa, foram determinadas em funis de tensão, conforme os princípios de De Boodt e Verdonck (1972).

2.6 Características morfológicas das mudas e análise estatística

Quando as mudas completaram 150 dias após a semeadura foram mensuradas as seguintes características morfológicas: altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), relação entre altura e o diâmetro do coleto (RHDC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação entre massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RMSPAR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

A altura foi obtida com auxílio de régua milimetrada, tomando-se como padrão a gema terminal (meristema apical) e o diâmetro do coleto foi mensurado por meio de paquímetro digital com precisão de 0,01 milímetro.

Para a obtenção da massa seca da parte aérea e da massa seca do sistema radicular foi realizada a pesagem das partes vegetais em separado após a secagem destas em estufa de circulação de ar forçada a 70°C, por um período de aproximadamente 72 h. O Índice de Qualidade de Dickson foi obtido pela fórmula de Dickson et al. (1960):

$$IQD = \frac{MST_{(g)}}{H_{(cm)}/DC_{(mm)} + MSPA_{(g)}/MSR_{(g)}}$$

Em que: $MST_{(g)}$ = Massa seca total; $H_{(cm)}$ = Altura da parte aérea; $DC_{(mm)}$ = Diâmetro do coleto; $MSPA_{(g)}$ = Massa seca da parte aérea; $MSR_{(g)}$ = Massa seca do sistema radicular

Para avaliação do crescimento das mudas de *M. polymorphum*, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando foram detectadas significâncias pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade de erro, por meio do software SISVAR[®] 5.3 (FEREIRA, 2010).

A análise de componentes principais (ACP) foi realizada baseada na matriz de correlação. A variância acumulada maior que 80% foi utilizada como critério para ACP. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa R, Version 3.0.2 (R CORE TEAM, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise química e física dos substratos formulados para a produção das mudas de *M. polymorphum* estão apresentados na tabela 2.5.

Tabela 2.5. Análise química (pH e CE) e física dos substratos formulados na produção de mudas de *M. polymorphum*.

Análise	Unidade	Tratamentos				
		T1	T2	T3	T4	T5
pH	H ₂ O	4,18	5,28	6,33	6,83	7,98
CE	mS cm ⁻¹	4,02	3,52	2,81	2,37	1,57
DU	Kg m ⁻³	528,43	534,28	505,54	492,21	505,02
DS	Kg m ⁻³	349,18	330,39	303,92	299,15	293,98
UA	%	33,92	38,16	39,88	39,23	41,79
PT	%	82,60	83,39	84,18	84,15	86,16
EA	%	18,54	16,90	18,14	16,53	17,27
AFD	%	27,10	29,26	29,19	30,00	28,76
AT	%	5,89	4,75	3,12	2,50	1,73
AR	%	31,06	32,39	33,73	34,91	38,40
CRA (10)	%	64,06	66,40	66,04	67,63	68,89
CRA (50)	%	36,96	37,14	36,85	37,41	40,13
CRA (100)	%	31,06	32,39	33,79	34,91	38,40

pH = determinado em água, diluição 1:5 (v/v); CE = condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v)
 DU = densidade úmida; DS = densidade seca; UA = Umidade Atual; PT = porosidade total; EA = Espaço de aeração; AFD = água facilmente disponível; AT = água tamponante; AR = água remanescente; CRA 10, 50 e 100 = capacidade de retenção de água sob sucção de 10, 50 e 100 cm de coluna de água determinado em base volumétrica; AD = água disponível que pode ser obtida pela soma de AFD + AT.

Com relação à análise química dos substratos, os resultados médios de pH variaram entre 4,18 a 7,98. Segundo a recomendação de Rodrigues et al. (2002) e Fett (2005), o pH em substrato é considerado ideal quando encontra-se entre 6,0 a 6,5. No presente estudo, apenas o tratamento T3 resultou substrato com valor dentro dessa faixa.

De acordo com Fett (2005), valores abaixo ou acima do limite considerado adequado podem trazer problemas na formação das mudas, devido à indisponibilidade de alguns nutrientes e/ou fitotoxicidade. O substrato formulado em T1 resultou valor de pH considerado baixo, apresentando caráter ácido, enquanto T5 apresentou valor de pH considerado alto, apresentando caráter básico.

Verifica-se que os valores de pH diminuíram na medida em que as proporções de biossólido foram sendo elevadas e as de esterco bovino sendo reduzidas (Tabela 2.5). Comportamentos similares foram observados nos estudos de Delarmelina et al. (2013) e Faria et al. (2013), ambos utilizando substratos à base biossólido, respectivamente, para produção de mudas de *Sesbania virgata* e *Senna alata*, os quais verificaram que os valores de pH diminuíram na medida em que foram elevadas as proporções de biossólido.

Na condutividade elétrica, os resultados dos substratos variaram entre 1,57 a 4,02 mS cm⁻¹ (Tabela 2.5). De acordo com Gonçalves et al. (2000), a condutividade elétrica não deve exceder o limite de 1,0 mS cm⁻¹, estando todos os substratos no presente estudo com valores

acima do limite proposto. Na condução de minijardins clonais de eucalipto, Alfenas et al. (2009) argumentam ser fundamental efetuar a dessalinização das minicepas com água pura quando a condutividade elétrica for superior a 2 mS cm^{-1} , pois o acúmulo de sais na superfície do substrato e no coleto das minicepas, acima desse valor, pode causar lesões nos tecidos caulinares e a plasmólise celular das raízes superficiais.

A condutividade elétrica foi aumentando à medida que foram sendo elevadas as proporções do biossólido na formulação dos substratos, estando o melhor resultado apresentado no substrato que não obteve biossólido em sua formulação (T5). Esse comportamento foi observado no estudo de Guerrini e Trigueiro (2004), em que proporções inferiores a 20% de biossólido em combinação com casca de arroz carbonizada, proporcionaram menores resultados na condutividade elétrica.

Com relação às propriedades físicas dos substratos, os resultados médios foram comparados com a classificação proposta por Gonçalves e Poggiani (1996), que estabelece uma escala de valores para a interpretação das propriedades físicas de densidade, porosidade total (macro e micro) e capacidade máxima de retenção de água (Tabela 2.6).

Tabela 2.6. Escala de valores para interpretação de propriedades físicas de substratos usados para produção de mudas florestais.

Propriedades Físicas	Nível		
	Baixo	Médio	Adequado
Densidade (kg m^{-3})	< 250	250 - 500	450 - 550
Porosidade total (%)	< 55	55 - 75	75 - 85
Macroporosidade (%)	< 20	20 - 40	35 - 45
Microporosidade (%)	< 25	25 - 50	45 - 55
Capacidade máx. de retenção de água ($\text{mL } 50 \text{ cm}^{-3}$)	< 15	15 - 25	20 - 30

Fonte: adaptado de Gonçalves e Poggiani (1996).

Os valores médios em densidade úmida apresentaram baixa relação com a densidade seca. Observa-se na tabela 2.5, que o aumento da densidade seca ocorreu à medida que foram adicionadas maiores proporções de biossólido na formulação dos substratos.

De forma geral, formulações que geram substratos mais densos apresentam menor espaço entre as partículas, o que dificulta as trocas gasosas e a circulação de água, oferecendo maior resistência ao crescimento radicular. Por outro lado, menores valores de densidade se refletem em substratos leves, com menor capacidade de suporte para as plantas, e menor capacidade de retenção de água. Segundo valores propostos por Gonçalves e Poggiani (1996), todos os tratamentos apresentaram resultados considerados médios quando avaliado a densidade seca (250 a 500 kg m^{-3}) e adequados para densidade úmida (450 a 550 kg m^{-3}).

A densidade do substrato é um critério físico importante para a interpretação de outras características, como porosidade total, a qual apresenta relação inversamente proporcional (FERMINO, 2002). Com relação à porosidade total, o substrato formulado em T5 foi o único que resultou valores acima do nível adequado nesse critério, apresentando valor médio igual a 86,16% (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). O elevado valor da porosidade total no substrato T5, somado ao desequilíbrio em macro e microporos, teve por consequência uma má distribuição por ar e água no substrato, refletindo assim em caráter prejudicial no crescimento do sistema radicular na produção de mudas. Os demais substratos apresentaram densidade adequada, com valores situados entre 75 a 85% (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

Segundo Scivittaro et al. (2007), embora a porosidade total seja importante, esta deve ser interpretada de maneira fracionada em macro e microporosidade para traduzir melhor a qualidade física do substrato. Quando o substrato encontra-se saturado hidricamente, os macroporos são preenchidos por ar e o seu volume é definido como espaço de aeração (EA), ao passo que os microporos estão preenchidos por água e este volume representa a capacidade de retenção hídrica de um substrato (CRA) (KAMPF, 2005). Avaliando a divisão da porosidade total, todos os tratamentos apresentaram valores baixos para microporosidade (EA < 20%) e valores acima do adequado para microporosidade (CRA (10) > 50%) (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

Substratos com boa qualidade física devem apresentar equilíbrio entre macro e microporosidade, pois os mesmos afetam diretamente na retenção de ar e água nos mesmos (EMBRAPA, 2003). No presente estudo, todos os substratos formulados apresentaram microporosidade em maior proporção na distribuição da porosidade total, indicando substratos com maior probabilidade de encharcamento de água quando a irrigação não for bem conduzida, sendo recomendado aumentar a porcentagem de fibra de coco na composição dos substratos a fim de proporcionar melhores condições físicas de aeração e retenção de água.

A capacidade de retenção de água é um dos principais critérios físicos a serem avaliados na qualidade do substrato, pois seu conhecimento permite um manejo racional das mudas em função da água disponível (SUGUINO, 2006). De maneira geral, substratos com menor capacidade de retenção de água exigem maior frequência de irrigação ou um maior volume de água aplicada (WENDLING et al., 2007), e substratos que possuem maior capacidade de retenção de água (maior microporosidade) requerem maior rigorosidade no controle da irrigação, a fim de evitar o excesso hídrico e consequentemente acúmulo de CO₂ e redução da aeração das raízes (GONÇALVES et al., 2000; SUGUINO, 2006). Condizendo com o exposto, o substrato formulado em T5 apresentou os maiores valores nas três avaliações da coluna de água para a CRA, influenciando negativamente no crescimento morfológicos das mudas de *M. polymorphum* devido ao excesso de hídrico no substrato. Na figura 2.1, estão ilustrados os cinco substratos formulados e seus respectivos caracteres visuais de presença/ausência de excesso hídrico.



Figura 2.1. Diferença visual do excesso hídrico apresentada pelos substratos formulados no crescimento das mudas de *M. polymorphum*, após 150 dias da sementeira, sendo: T1=80%BIO+20%FC; T2=60%BIO+20%EB+20%FC; T3=40%BIO+40%EB+20%FC; T4=20%BIO+60%EB+20%FC; T5=80%EB+20%FC.

Os substratos formulados em T2, T3 e T4, não apresentaram aspecto visual de excesso hídrico, ao ponto que em T1 e T5 ocorreu acúmulo visual de água. A figura 2.1 representa os substratos ao final do crescimento das mudas de *M. polymorphum* aos 150 dias após a sementeira, após desbaste das mesmas. O substrato em T1 apresentou baixa qualidade em suas propriedades químicas, com pH muito ácido e condutividade elétrica elevada. Estas condições influenciaram negativamente no crescimento das mudas, fato esse discutido mais adiante. Já no substrato em T5, a baixa qualidade nas propriedades físicas, relacionada pela retenção de água e porosidade total, proporcionou o excesso na lâmina de água no substrato.

Para a quantidade de água facilmente disponível (AFD), os substratos apresentaram valores dentro do limite proposto, estando entre 20 a 30% (DE BOODT; VERDONCK, 1972; FERMINO, 2002). Gonçalves e Poggiani (1996) ressaltam que materiais com baixa densidade elevam a macroporosidade das misturas e reduzem a capacidade de retenção de água do substrato. No presente estudo, não houve correlação entre os resultados apresentados de AFD com a densidade. Para o critério água tamponante, seu valores variam entre 1,73 a 5,98%. De Boot e Verdonck (1972), e Haynes e Goh (1978) estipulam como valor de referência porcentagem de AT entre 4 a 10%, estando dentro dessa faixa apenas os substratos formulados em T1 e T2. Por fim, a água remanescente (AR) dos substratos formulados variaram seus resultados entre 31,06 a 38,40, estando T5 com o maior resultado médio (Tabela 2.5).

Após a interpretação da análise química e física dos substratos, foram avaliados os crescimentos das características morfológicas das mudas de *M. polymorphum*. Observa-se nas tabelas 2.7 e 2.8 que as mudas produzidas nos substratos com a junção de biossólido, esterco bovino e fibra de coco apresentaram resultados estatisticamente superiores nas características morfológicas quando comparadas às dos tratamentos formulados apenas com dois resíduos orgânicos (T1 e T5).

Tabela 2.7. Altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura/diâmetro (RHDC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *M. polymorphum* aos 150 após a semeadura.

Tratamentos	H (cm)	DC (mm)	RHDC	IQD
T1 (80%BIO+20%FC)	8,46 b	2,62 b	3,21 b	0,37 b
T2 (60%BIO+20%EB+20%FC)	17,34 a	3,16 a	5,48 a	0,49 a
T3 (40%BIO+40%EB+20%FC)	17,95 a	3,20 a	5,60 a	0,57 a
T4 (20%BIO+60%EB+20%FC)	16,99 a	3,12 a	5,42 a	0,53 a
T5 (80%EB+20%FC)	6,57 c	2,12 c	3,08 b	0,23 c
CV (%)	10,25	9,05	12,89	16,69

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott (P>0,05).

Tabela 2.8. Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e relação massa seca da parte aérea/raiz (RMSPAR) das mudas de *M. polymorphum* aos 150 dias após a semeadura.

Tratamento	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	RMSPAR
T1 (80%BIO+20%FC)	0,794 c	0,796 b	1,590 c	0,99 b
T2 (60%BIO+20%EB+20%FC)	2,074 b	1,370 a	3,444 b	1,62 a
T3 (40%BIO+40%EB+20%FC)	2,485 a	1,600 a	4,085 a	1,65 a
T4 (20%BIO+60%EB+20%FC)	2,335 a	1,477 a	3,812 a	1,71 a
T5 (80%EB+20%FC)	0,469 d	0,482 c	0,951 d	0,92 b
CV (%)	8,98	9,58	7,81	9,04

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott (P>0,05).

A altura da parte aérea e o diâmetro do coleto são as características morfológicas mais empregadas na avaliação de qualidade de mudas, pois além de serem facilmente mensuráveis, não são destrutíveis (GOMES et al., 2002).

A característica altura da parte aérea das mudas de *M. polymorphum* apresentou diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos estudados, com valores médios

variando de 6,55 a 17,95 cm. Os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram as maiores médias em altura, sendo estatisticamente superiores aos demais tratamentos (Tabela 2.7)

Para verificação da qualidade de mudas de eucalipto produzidas em tubetes de 55 cm³, Gonçalves et al. (2000) recomendam limites de altura entre 20 e 35 cm. Já Wendling e Dutra (2010) consideram que mudas de eucalipto com altura entre 15 e 25 cm já estão com qualidade apta para o plantio. No presente estudo foi possível constatar que as mudas que apresentaram altura entre 15 a 18 cm, aos 150 dias após a semeadura produzidas em tubetes de 110 cm³, resultaram melhor rusticidade e equilíbrio aéreo das mudas. Até o fim do experimento (150 dias após a semeadura) não foram constatadas mudas com problema de altura excessiva, a ponto de causar tombamento.

Com relação à característica morfológica diâmetro do coleto, as mudas de *M. polymorphum* variaram seus resultados médios entre 2,12 a 3,20 mm. Novamente os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram as maiores médias de crescimento, e T5 a menor média (Tabela 2.7). O diâmetro do coleto é uma característica difundida para expressar a capacidade de sobrevivência das mudas em campo, sendo usualmente indicado como padrão de qualidade em mudas de eucalipto valores superior a 2 mm (DANIEL et al., 1997; WENDLING; DUTRA, 2010; KRATZ; WENDLING, 2013). No presente estudo, os tratamentos que resultaram diâmetro do coleto superior a 3 mm, aos 150 dias após a semeadura produzidas em tubetes de 110 cm³, apresentaram melhor qualidade e rusticidade na haste principal das mudas de *M. polymorphum*. Os tratamentos T1 e T5 apresentaram diâmetro abaixo de 3 mm e mudas com baixa rusticidade, principalmente quando comparadas com a capacidade resultada pelas mudas nos demais tratamentos do estudo.

Relacionando pesquisas na literatura com os resultados apresentados no presente estudo, diferentes espécies resultaram comportamento similar no crescimento inicial utilizando os mesmos resíduos orgânicos. A espécie florestal crindiúva (*Trema micrantha* L. Blume), sob diferentes composições de substratos orgânicos, apresenta melhor crescimento inicial em substratos contendo esterco bovino para a maioria das características de crescimento, incluindo a altura e diâmetro do coleto (VIEIRA et al., 2009). Mudanças da espécie leguminosa *Senna alata* também apresentam maior crescimento em altura e diâmetro em substratos formulados com biossólido, estando este na proporção de 60%, com adição de 40% de composto orgânico à base de esterco bovino e palha de café *in natura* (FARIA et al., 2014). De maneira semelhante, entre diferentes resíduos orgânicos na composição de substrato, o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* desempenha melhor crescimento nessas duas características morfológicas em substratos formulados à base de biossólido juntamente com o composto orgânico (1:1 de esterco bovino e palha de café *in natura*) (PERONI, 2012), e substratos contendo de 40 a 50% de biossólido combinado com casca de arroz carbonizada (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003).

Na literatura, ainda são poucos os estudos relacionados à espécie florestal *M. polymorphum*. Avaliando o crescimento de mudas desta espécie em diferentes formulações de substratos à base de substrato comercial, casca de arroz carbonizada e terra de subsolo, Souza Junior et al. (2005) verificaram resultados médios para altura entre 5,8 a 8,4 cm, aos 150 dias após repicagem. No presente estudo, os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram média de crescimento superior, obtendo valores médios entre 17 a 18 cm. Os tratamentos que resultaram os menores valores médios em altura (T1 e T5) encontraram-se próximos aos reportados pelos autores.

A relação H/DC e o índice de qualidade de Dickson são parâmetros morfológicos muito difundidos em diversos estudos científicos na avaliação da qualidade e produção de mudas agrônomicas e florestais. Vale ressaltar que encontra-se na literatura discordância na definição dos valores ideais para essas duas grandezas, sendo que as mesmas podem variar de acordo com a espécie de estudo, tipo e proporção de substrato, volume do recipiente,

adubação e idade de avaliação das mudas (CALDEIRA et al., 2008; SOUZA et al., 2008; FENILLI et al., 2010; PEREIRA et al., 2010; SOUZA et al., 2010; SPERANDIO et al., 2011).

A relação entre as características altura da parte aérea e diâmetro do coleto demonstra o equilíbrio de crescimento das mudas no viveiro, sendo um método de facilidade operacional e precisão (CARNEIRO, 1995). A relação H/DC das mudas de *M. polymorphum* variou de 3,08 a 5,60, estando apenas os tratamentos T2, T3 e T4 dentro da faixa considerada ideal por Carneiro (1995), que indica valores variando entre 5,4 e 8,1, sendo esse intervalo responsável por expressar o balanceamento de crescimento entre ambas características.

O índice de qualidade de Dickson pode ser considerado um importante indicador da qualidade das mudas, pois para seu cálculo são consideradas a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, permitindo agrupar resultados de várias características importantes empregadas para avaliação da qualidade das mudas (FONSECA et al., 2002; HUNT, 1990; AGUIAR et al., 2011). De acordo com os autores Bernardino et al. (2005) e Gomes et al. (2002), quanto maior for o valor de IQD, melhor será a qualidade da muda. Com relação aos valores médios de IQD para mudas de *M. polymorphum* os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram as maiores médias para este índice de qualidade (Tabela 2.7).

Para as análises da massa seca da parte aérea (MSPA) e radicular (MSR), Carneiro (1995) verificou que seus crescimentos são importantes para o suporte da biomassa verde produzida pelas plantas, sendo esses crescimentos consequências da qualidade das sementes, do tipo e proporção do substrato (componentes físico, químico e biológico), manejo das mudas no viveiro, além de outros aspectos, como volume do recipiente.

No que se refere à massa seca da parte aérea, as mudas de *M. polymorphum* variam seus valores médios entre 0,469 a 2,485 g, estando os maiores resultados expressos nos tratamentos T3 e T4, ambos estatisticamente iguais. A menor média foi apresentada pelo tratamento T5, constituído por 80% de esterco bovino juntamente com 20% de fibra de coco (Tabela 2.8).

A massa seca radicular é outra importante característica para estimar a taxa de sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo. A presença de raízes fibrosas permite maior capacidade de crescimento constante e de formação de raízes novas, possibilitando maior resistência em condições adversas no campo (CARNEIRO, 1995; GOMES et al., 2003). Avaliando a massa seca radicular das mudas de *M. polymorphum*, os tratamentos que apresentaram as maiores médias foram T2, T3 e T4, não diferindo estatisticamente entre os mesmos. A menor média foi verificada no tratamento T5, obtendo valor de 0,482 g (Figura 2.2).

Segundo Buckeridge et al. (2004), raízes primárias e raízes jovens respiram muito intensamente e para essas raízes o oxigênio necessário para o processo respiratório advém do próprio substrato. No presente estudo, a menor média da massa seca radicular encontrada em T5 pode ser justificada pela excessiva capacidade de retenção de água de seu substrato formulado (Tabela 2.5), o qual requer maior rigorosidade no controle da irrigação devido a maior possibilidade de encharcamento, e conseqüentemente acúmulo de CO₂ e redução da aeração das raízes.

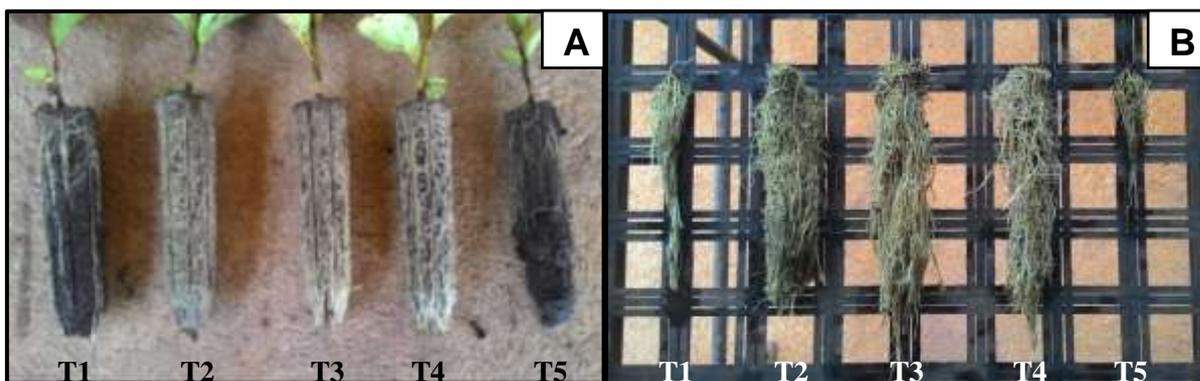


Figura 2.2. Diferenças entre volumes no crescimento das raízes das mudas *M. polymorphum* produzidas em diferentes substratos, aos 150 dias após a semeadura, sendo: T1=80%BIO+20%FC; T2=60%BIO+20%EB+20%FC; T3=40%BIO+40%EB+20%FC; T4=20%BIO+60EB+20%FC; T5=80%EB+20%FC. A. Distribuição do sistema radicular na presença do substrato; B. Volume do sistema radicular após retirada do substrato.

Para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* o uso de biossólido como componente de substrato torna-se viável, pois 50% a 60% em sua constituição, resultam em maior produção de massa seca radicular e da parte aérea de suas mudas (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003).

Algumas espécies florestais nativas também apresentam comportamento benéfico na produção da biomassa seca com uso de biossólido. A espécie *Chamaecrista desvauxii* obtém maior ganho de massa seca aérea e radicular utilizando o biossólido como constituinte na proporção de 60% juntamente com outro resíduo para aeração do mesmo (CALDEIRA et al., 2013). A espécie leguminosa *Senna alata* é outra que possui ganho de massa aérea e radicular com o uso de substrato de biossólido a 60% em sua constituição, juntamente com esterco bovino e material para aeração (FARIA et al., 2013).

Assim como o biossólido, o uso do esterco bovino possui importantes características nutricionais para o crescimento inicial de mudas florestais, pois no crescimento inicial de angico (*Anadenanthera macrocarpa*) o desenvolvimento aéreo e radicular, em proporções crescentes até 50% de esterco bovino, possui caráter benéfico, mas a partir dessa proporção ocorre decréscimo na produção das mudas, principalmente por causa da diminuição dos espaços porosos no substrato (PRESTES, 2007).

A massa seca total e a relação MSPAR proporcionam analisar de forma quantitativa e qualitativa a distribuição dessas características morfológicas de crescimento das mudas. A massa seca total dos tratamentos T3 e T4 foram as que apresentaram os maiores resultados médios, enquanto T5 apresentou a menor média, com valor igual a 0,95 g (Tabela 2.8). A variação entre a maior (4,085 g) e a menor (0,951 g) massa seca total absoluta foi de 3,134 g, demonstrando novamente como a composição do substrato influenciou diretamente no crescimento aéreo e radicular das mudas de *M. polymorphum*.

A relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca radicular (RMSPAR) também pode ser utilizada para avaliar a qualidade de mudas, e alguns pesquisadores sugerem valores menores ou iguais a 2,0 para algumas espécies, como sendo a melhor relação entre essas duas características (BRISSETE, 1984; DANIEL et al., 1997; CALDEIRA et al., 2008). Os valores médios para as mudas de todos os tratamentos no presente estudo apresentaram-se inferiores a 2. Os tratamentos que resultaram as maiores médias foram T2, T3 e T4, apresentando resultados próximos ao limite 2. Os tratamentos T1 e T5 resultaram relação próxima a 1, indicando desequilíbrio no ganho das massas aérea e radicular (Tabela 2.8).

A análise conjunta dos efeitos dos substratos nas características morfológicas é importante, pois permite o agrupamento dos tratamentos de acordo com seu desempenho de

crescimento. Na Figura 2.3, pode-se notar a distribuição das observações de cada tratamento, resultado da interação entre os dois componentes principais.

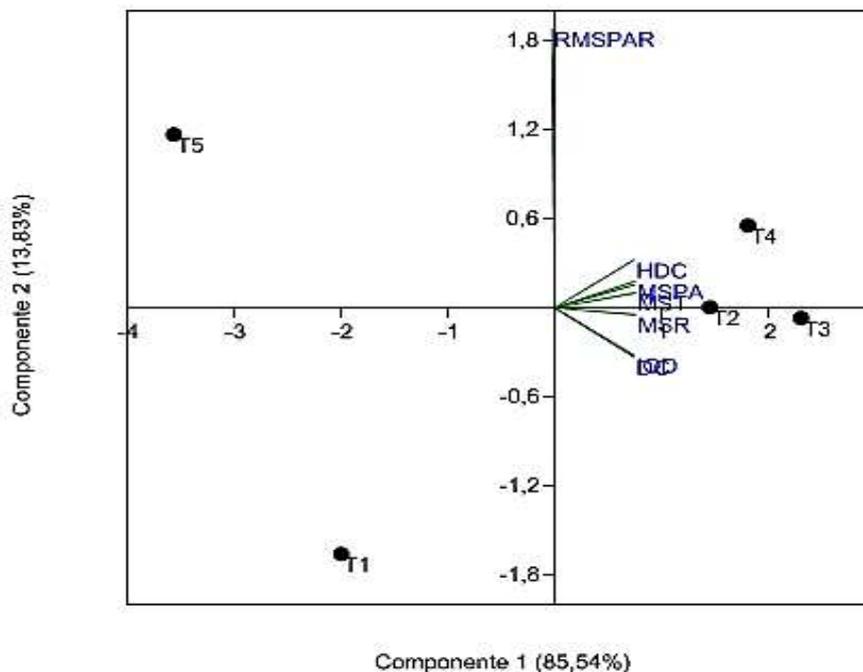


Figura 2.3. Projeção dos dois componentes principais mostrando o desempenho dos tratamentos em relação às diferentes características morfológicas H, DC, RHDC, IQD, MSPA, MSR, RMSPAR e MST no crescimento de mudas de *M. polymorphum*.

Analisando o eixo 1, referente ao primeiro componente principal, verifica-se nítida separação entre grupos. Do lado esquerdo da linha vertical que passa pelo zero, encontram-se as observações dos tratamentos T1 e T5, enquanto, do lado direito, estão localizadas as observações dos demais tratamentos. A maior correlação dos tratamentos T2, T3 e T4 com as características H, DC, RHDC, MSR, MSPA, MST e IQD (Figura 2.3), comprovam o melhor crescimento das mudas desenvolvidas nestes substratos, conforme já discutido anteriormente.

Com relação aos tratamentos que apresentaram os melhores crescimentos das características morfológicas estudadas, foi possível inferir que dentre eles o T2 (60% BIO + 20% EB + 20% FC), T3 (40% BIO+40%EB+20%FC) e o T4 (20% BIO+60%EB+20%FC) resultaram as melhores médias de crescimento. Esses resultados ocorreram pela melhor distribuição das características químicas e físicas dos mesmos (Tabela 2.5). Segundo valores propostos por Gonçalves e Poggiani (1996) os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram resultados considerados adequados quando avaliado a porosidade total (75 a 85%), níveis médios para densidade seca (250 a 500 kg m⁻³) e altos para retenção de água (Tabela 2.6).

As mudas resultaram as menores médias de crescimento das características morfológicas nos substratos formulados em T1 e T5. Enquanto o tratamento T1 apresentou baixa qualidade em suas propriedades químicas, com pH muito ácido e condutividade elétrica elevada, o tratamento T5 apresentou baixa qualidade nas propriedades físicas, relacionado em excessiva retenção de água e porosidade total, e baixa qualidade química com pH básico (Tabela 2.5).

O biofóssido e o esterco bovino, apesar de serem importantes resíduos orgânicos no crescimento de mudas florestais, necessitam da adição de outros componentes a fim de dar equilíbrio entre o fornecimento de nutrientes e as condições físicas, como aeração e retenção de água. Devido ao caráter apresentado pelas características morfológicas avaliadas no trabalho em questão (parábola com concavidade voltada para baixo), o aumento da porcentagem de fibra de coco na composição dos substratos poderia contribuir ainda mais

para o aumento do crescimento e produção das mudas de *M. polymorphum*, equilibrando melhor as propriedades físicas e químicas dos substratos formulados.

4 CONCLUSÕES

O crescimento das características morfológicas das mudas de *M. polymorphum* respondem positivamente aos substratos formulados juntamente com os componentes orgânicos bio-sólido, esterco bovino e fibra de coco.

A produção de mudas de *M. polymorphum* mostra-se pouco viável em substratos formulados com elevadas proporções de bio-sólido e esterco bovino ($\geq 80\%$).

Os melhores crescimentos das características morfológicas das mudas de *M. polymorphum* foram obtidos pelos substratos formulados por 20 a 60% de bio-sólido + 20 a 60% de esterco bovino + 20% de fibra de coco, aos 150 dias após a semeadura produzidas em tubetes de 110 cm³.

5 REFERÊNCIAS

ABREU, A. H. M. **Bio-sólido na produção de mudas florestais da Mata Atlântica**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; 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.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Editora UFV, 2ª edição, 2009. 500p.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico**. Instituto Souza Cruz: Pallotti, 2002. 70p.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA**. Resolução CONAMA nº 375/2006, de 30 de agosto de 2006; In: RESOLUÇÕES, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 20 outubro 2015.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento (MAPA)**. Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). Instrução Normativa SDA Nº 17 de 21 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de maio 2007. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis.consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=14783>>. Acesso em: 04 de dezembro de 2015.

BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.863-870, 2005.

BRISSETE, J. C. Summary of discussion of about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria. **Proceedings...** New Orleans: USDA, Forest Service/Southern Forest Experiment Station, p.127-128, 1984.

- BUCKERIDGE, M. S.; TINÉ, M. A. S.; MINHOTO, M. J.; LIMA, D. U. Respiração. In: KERBAUY, G. B. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.198-216, 2004.
- CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v.9, n.1, p.27-33, 2008.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L.; GONÇALVES, E. O.; SILVA, A. G. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.2, p.155-163, 2013.
- CARVALHO, J. M. C.; MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M.; MAIA JR, G. A. Água-de-coco: Propriedades nutricionais, funcionais e processamento. **Semina**, v.27, n.3, p.437-452, 2006.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.1, 2003, 1039 p.
- CARNEIRO, J. G.; **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Campo dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1995.
- CIESLIK, B. M.; NAMIESNIK, J.; KONIECZKA, P. Review of sewage sludge management: standards, regulations and analytical methods. **Journal of Cleaner Production**, v.90, p.1–15, 2015.
- CORRÊA R. S.; R. S.; FONSECA, Y. M. F.; CORRÊA, A. S. Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.4, p.420-426, 2007.
- CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SAMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, p.207-214, 2006.
- DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOVISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R. P.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, v.21, n.2, p.163-168, 1997.
- DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.6, p.1862-1866, 2007.
- DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, v.26, p.37-44, 1972.
- DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **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, n.1, p.11-13, 1960.
- DORNELLES, P.; SILVA, F. G.; MOTA, C. S.; SANTANA, J. G. Production and quality of *Anacardium othonianum* Rizz. seedling grown in different substrates. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.2, p.479-486, 2014.
- DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. de O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas Letras Editora e Gráfica, 1997. 65 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA FLORESTAS. **Cultivo do Eucalipto: Produção de Mudanças**. 2003. Disponível em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/03_producao_de_mudas.htm>. Acesso em: 02 set. 2015.

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; GONCALVES, E. O. Uso de resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Mimosa setosa*. **Pesquisa Florestal Brasileira** (Online), v.33, n.76, p.409-418, 2013.

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LACERDA, L. C.; GONCALVES, E. O. Substratos à base de lodo de esgoto na produção de mudas de *Senna alata*. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.4, p.342-351, 2013

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. R. Uso de resíduos orgânicos na produção de mudas de *Senna alata*. (L.) Roxb. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v.1, n.3, p.133-146, 2014.

FENILLI, T. A. B.; SCHORN, L. A.; NASATO, S. K. Utilização do pó de fumo no substrato para produção de mudas de tucaneira. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias e Ambientais**, v.8, n.2, p.183-190, 2010.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. (Coords.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, p.29-37, 2002.

FERREIRA, D. F. **Sisvar, versão 5.3 (Build 75)**. Lavras, DEX/UFLA. 2010. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/sisvar.zip>>. Acessado em: 27 de setembro de 2015.

FETT, M. S. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Agricultura e pecuária**. SENAI/Rio Grande do Sul/Departamento Regional. 2005. Disponível em:<<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 8 de janeiro 2016.

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.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, 2000, 402 p.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GOMES, J. M.; COUTO, L., LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GONÇALVES; J. L. M.; POGGIANI, F. Substrato para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO. Águas de Lindóia, 1996. **Resumos...** Piracicaba. Sociedade Latino Americano de Ciência do Solo, 1996. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTERELLI, E. G.; NETO, S. P. M.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, p.309-350, 2000.

- GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.6, p.1069-1076, 2004.
- HAYNES, R. J; GOH, K. M. Evaluation of potting media for commercial nursery production of container-grown plants. IV: Physical properties of a range amendment peat-based media. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.21, p.449-456, 1978.
- HOFMANN, G. Verbindliche methoden zur untersuchung von TKS und gartnerischen erden. Mitteilungen der VSLUFA, Heft, v.6, p.129-153, 1970.
- HOSSAIN, L.; SALAM, M. A.; RUBAIYAT, A., HOSSAIN, M. K. Sewage Sludge as Fertilizer on Seed Germination and Seedling Growth: Safe or Harm. **International Journal of Research in Management**, v.2, n.3, p.136-146, 2013.
- HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990. Roseburg: **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, p.218-222, 1990.
- IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, n.56, p.83-99, 1999.
- KÄMPF, A. N. Substrato. In: KAMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2. ed. Guaíba: Agrolivros, p.45-72. 2005.
- KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Floresta**, v.43, n.1, p.125-136, 2013.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002, 368p.
- NÓBREGA, R. S. A.; BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*/Raddi). **Revista Árvore**, v.31, n.2, p.239-246, 2007.
- NOGUERA, P.; ABAD, M.; NOGUERA, V.; PUCHADES, R.; MAQUIEIRA, A. Coconut coir waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute. **Acta Horticulturae**, v.517, p.279-286, 2000.
- PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FREITAS, R. S.; TOMAZ, M. A.; TEIXEIRA, I. R. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n.3, p.136-142, 2010.
- PERONI, L. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, 2012.
- PRESTES, M. T. **Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço Nutricional de mudas do angico (*anadenanthera macrocarpa*)**. 2007. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Brasília, DF, 2007
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. 2015. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

- RESTREPO, A. P.; MEDINA, E.; PEREZ-ESPINOSA, A.; AGULLO, E.; BUSTAMANTE, M. A.; MININI, C.; BERNAL, M. P.; MORAL, R. Substitution of Peat in Horticultural Seedlings: Suitability of Digestate-Derived Compost from Cattle Manure and Maize Silage Codigestion. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.44, p.668–677, 2013.
- RODRIGUES, C. A. G.; BEZERRA, B. C.; ISHII, I. H.; CARDOSO, E. L.; SORIANO, B. M. A.; OLIVEIRA, H. O. **Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 26 p.
- SAITO, M. L. 2007. **O Uso do Lodo de esgoto na Agricultura: precauções com os contaminantes orgânicos**. Jaguariúna. EMBRAPA Meio Ambiente, cap 64, p 349-357. Disponível em: http://www.cnpma.embrapa.br/download/documentos_64.pdf
- SANCHO, G.; ROQUE, N. *Gochnatia* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5325>>. Acesso em: 04 de maio de 2015.
- SANTOS, F. E. V. **Produção de mudas de *Aegiphila sellowiana* Cham em diferentes substratos com lodo de esgoto**. 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, 2013.
- SCIVITTARO, W. B.; SANTOS, K. F.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V. **Caracterização física de substratos elaborados a partir de resíduos agroindustriais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 58).
- SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; BRESSAN, O. A.; SANTOS, K. G. Mudanças de *Jasminum mesnyi* Hance produzidas com substratos à base de lodo de esgoto compostado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p.931–937, 2012.
- SOUZA JUNIOR, L.; WENDLING, I.; CUNHA, A. C. M. C. M. da; ROSA, L. S. da; QUOIRIN, M. Substratos e planta matriz na sobrevivência e crescimento de mudas de cambará. **Embrapa Florestas. Comunicado técnico 148**, 2005, 5p.
- SOUZA, P. H.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, L. S. Influência da saturação por bases do substrato no crescimento e qualidade de mudas de *Machaerium nictitans* (Vell.) Benth. **Revista Árvore**, v.32, n.2, p.193-201, 2008.
- SOUZA, P. H.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, L. S. Crescimento e qualidade de mudas de *Senna macranthera* (collad.) Irwin et Barn. em resposta à calagem. **Revista Árvore**, v.34, n.2, p.233-240, 2010.
- SANTANA, C. A. A.; LIMA, C. C. D.; MAGALHÃES, L. M. S. Estrutura horizontal e composição florística de três fragmentos secundários na cidade do Rio de Janeiro. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v.26, n.4, p.443-451, 2004.
- SPERANDIO, H. V.; CALDEIRA, M. V. W.; GOMES, D. R.; SILVA, A. G.; GONÇALVES, E. O. Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* produzidas em diferentes substratos. **Engenharia Ambiental**, v.8, n.4, p.214-221, 2011.
- SPIER, M. **Avaliação de métodos para determinação de nutrientes disponíveis às plantas em substratos**. 2012, 88f. Tese em Fitotecnia Ênfase Horticultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de pós-graduação em Fitotecnia, RS, 2012.
- STEFANELLO, M. E. A.; CERVI, A. C.; JÚNIOR, A. W.; SIMIONATTO, E. L. Óleo essencial de *Gochnatia polymorpha* (Less) Cabr. ssp floccosa Cabr. **Química Nova**, v.29, n.5, p.999-1002, 2006.

- SUGUINO, E. **Influência do substratos no desenvolvimento de mudas de plantas frutíferas**. 2006, 82 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2006.
- TERRA, S. B.; FERREIRA, A. A. F.; PEIL, R. M. N.; STUMPF, E. R. T.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; CAVALCANTE, I. H. L. Alternative substrates for growth production of potted chrysanthemum (cv. Funny). **Acta Scientiarum Agronomy**, v.33, n.3, p.465-471, 2011.
- TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; REIS, E. F.; SILVA, A. G. Produção de mudas de *Tectona grandis* em substratos formulados com biossólido. **Cerne**, v.20, p.293-302, 2014.
- TRIGUEIRO, R. DE M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v.64, p.150-162, 2003.
- WENDLING, I.; GUASTALA, D; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, v.31, p.209-220, 2007.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, p.13-47, 2010.
- VAN DAM, J. E. G.; VAN DEN OEVER, M. J. A.; KEIJSERS, E. R. P. Production process for high density high performance binderless boards from whole coconut husk. **Industrial crops and products**, v.20, p.97-101, 2004.
- VIEIRA, A. R.; PEREIRA, A. J.; GONCALVES, E. O. **Crescimento de mudas de *Trema micrantha* L. Blume em diferentes substratos orgânicos**. In: VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino americano de Agroecologia, 2009, Curitiba. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, p.597-600, 2009.