



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - FCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS – PPGCIFA**

---

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
CEDRO (*Cedrela odorata* L.)**

**IZA MARIA PAIVA BATISTA**

**MANAUS  
2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - FCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS – PPGCIFA**

---

**IZA MARIA PAIVA BATISTA**

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
CEDRO (*Cedrela odorata* L.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, área de concentração Manejo e Tecnologia de Recursos Florestais Tropicais

**Orientador: Prof. Dr. Antenor Francisco de Figueiredo**

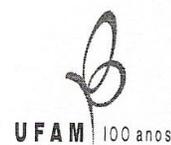
**MANAUS  
2009**

Ficha Catalográfica  
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

	Batista, Iza Maria Paiva
B333a	Armazenamento de sementes e produção de mudas de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.) / Iza Maria Paiva Batista. - Manaus: UFAM, 2009. 108 f.; il. color. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) — Universidade Federal do Amazonas, 2009. Orientador: Prof. Dr. Antenor Francisco de Figueiredo 1. Sementes - Germinação 2. Produção de mudas 3. Cedro I. Figueiredo, Antenor Francisco de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título CDU 631.53.03:582.752.3(043.3)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
STRICTO SENSU EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS E AMBIENTAIS - PPGCIFA



## PARECER

Defesa nº 093

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Amazonas, após argüir a mestrandia Iza Maria Paiva Batista, em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "Armazenamento de sementes e produção de mudas de cedro (*Cedrela odorata* L.)", é de parecer favorável à APROVAÇÃO da acadêmica habilitando-a ao título de Mestre "Magister Scientiae" em Ciências Florestais e Ambientais, na área de concentração em Manejo e Tecnologias dos Recursos Florestais Tropicais (MTRF).

Prof. Dr. Antenor Francisco de Figueiredo  
Professor e pesquisador do Departamento de Produção Animal e Vegetal - UFAM  
Orientadora e Presidente da banca examinadora

Prof. Dr. José Ferreira da Silva  
Professor e pesquisador do Departamento de Produção Animal e Vegetal - UFAM  
Primeiro examinador

Prof. Dr. Carlos Alberto Franco Tucci  
Professor e pesquisador do Departamento Engenharia Agrícola e Solos - UFAM  
Segundo examinador

Manaus, 10 de novembro de 2009.

Prof. Dr. Lizit Alencar da Costa  
Coordenador do Programa de Pós Graduação em  
Ciências Florestais e Ambientais – PPG-CIFA

Prof. Dr. Julio César Rodríguez Tello  
Vice-coordenador



*A minha mãe Iza Paiva, pela dedicação contínua e incansável.  
Aos meus irmãos e irmãs, que com todo apoio e fé sempre acreditaram que eu  
podia chegar mais adiante.*

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

A **Deus**, pela sua presença constante na minha vida, sem que eu precise pedir, pelo auxílio nas minhas escolhas e me confortar nas horas difíceis;

Ao Dr. Antenor Francisco de Figueiredo pela oportunidade, orientação e assistência durante o período de trabalho;

Ao meu co-orientador Dr. Carlos Alberto Franco Tucci, pelos importantes ensinamentos tanto científicos quanto pessoais, contribuindo para o meu aprimoramento na vida profissional e social;

Aos meus queridos amigos, Marlon, Aldilane, Alberlane, Sidnéia e Emilena, pela força nos momentos difíceis e por sempre acreditar na minha capacidade de alcançar meus objetivos;

Aos meus novos amigos, Isabel, Eliene, Liene, Ramila, Leocinira, Têres, Weslei, pela amizade, força e apoio em todos os momentos;

Aos colegas de graduação e de pós-graduação, pela experiência compartilhada, alegrias nos bons momentos e apoio nos momentos difíceis;

A Universidade Federal do Amazonas, pela formação profissional;

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais e seu corpo docente, mediante a oportunidade concedida e conhecimentos adquiridos.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram na realização deste trabalho.

**AGRADEÇO**

Nas dificuldades do dia-a-dia, esqueça os  
contratempos e siga em frente, recordando que  
Deus esculpiu em cada um de nós a faculdade de  
resolver os nossos próprios problemas.

André Luiz

Trecho do Livro "Resposta da Vida"

## RESUMO

Com a crescente demanda por informações sobre espécies com potencial para serem utilizadas na recomposição de ecossistemas degradados entre outros programas silviculturais, torna-se fundamental o conhecimento do comportamento das sementes quanto ao armazenamento e o desempenho da espécie frente às condições do substrato. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade de sementes armazenadas sob diferentes condições e analisar o crescimento de mudas de cedro em diferentes combinações de correção e adubação do substrato. Para isso foram conduzidos dois experimentos, um no laboratório de sementes I e outro no viveiro de mudas, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas. Experimento I (armazenamento de sementes), as sementes foram armazenadas por 3 períodos (3, 6 e 9 meses) mais a testemunha, sendo acondicionadas em 2 tipos de embalagens (polietileno e papel) e 2 tipos de ambiente (geladeira e ambiente natural), disposto em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial  $3 \times 2 \times 2 + 1$ , distribuídas em 5 repetições de 20 sementes. Ao término de cada período, foram determinados a porcentagem de sementes germinadas e formação de plântulas normais. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para efeito de interação fez-se o desdobramento dos dados, e para os períodos de armazenamento foram ajustadas equações. Experimento II (formação de mudas), foram testados 8 tratamentos: T<sub>1</sub> (esterco bovino), T<sub>2</sub> (calagem), T<sub>3</sub> (fosfatagem corretiva), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>6</sub> (FC+NPK), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK), disposto em delineamento inteiramente casualizados, com 4 repetições somando um total de 32 parcelas, cada parcela com 3 plantas. Aos 100 dias após a repicagem foram analisados: altura da parte aérea, diâmetro de colo, número de folhas, área foliar, matéria seca da parte aérea, da raiz e total, e o conteúdo de nutrientes na matéria seca da parte aérea. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados indicaram que as sementes armazenadas na condição ambiente natural apresentaram uma redução drástica na germinação e na formação de plântulas normais ao longo dos períodos de armazenamento, enquanto a condição de geladeira a redução foi menos intensa. Quanto ao tipo de embalagem não foi constatado efeito, independente do tipo de ambiente de armazenamento. Em relação à formação de mudas, o cedro respondeu positivamente a adição do esterco bovino, apresentando os melhores valores de conteúdo de nutrientes e no crescimento vegetativo. Quanto aos demais tratamentos, os efeitos foram menos relevante comparado ao esterco bovino, entretanto em termos de valores a aplicação isolada da calagem apresentou os menores resultados. Dessa forma, os resultados permitem concluir que a condição geladeira foi mais eficiente para preservar a germinação e vigor das sementes de cedro, e para a formação de mudas a adição do esterco bovino comprova sua eficiência no fornecimento de nutrientes e no crescimento das plantas.

**Palavras chave:** Germinação, vigor, formação de mudas, substrato, espécies florestais.

## ABSTRACTS

With the growing demand for information on species with potential for use in restoration of degraded ecosystems and other forestry programs, it is crucial to understand the behavior of seeds in terms of storage and performance of the species due to the conditions of the substrate. The aim of this study was to evaluate the quality of stored seeds under different conditions to examine the growth of cedar seedlings in different combinations of correction and fertilization of the substrate. For this two experiments were conducted, one in the seed laboratory I and others in the seedling nursery of the Faculty of Agrarian Sciences, Federal University of Amazonas. Experiment I (storage of seeds), seeds were stored for 3 periods (3, 6 and 9 months) plus the control, and packed in 2 types of packaging (polyethylene and paper) and 2 types of environment (refrigerator and natural environment), arranged in a completely randomized design with factorial arrangement of  $3 \times 2 \times 2 + 1$ , distributed in 5 replications of 20 seeds. At the end of each period, we determined the percentage of seed germination and seedling normal. Means were compared by Tukey test at 5% probability for the interaction effect because the disaggregation of data, and for the storage periods were adjusted equations. Experiment II (formation of seedlings), were tested 8 treatments: T<sub>1</sub> (cattle), T<sub>2</sub> (lime), T<sub>3</sub> (corrective phosphate), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal + FC), T<sub>6</sub> (FC + NPK), T<sub>7</sub> (Cal + NPK) and T<sub>8</sub> (Cal + FC + NPK), arranged in a completely randomized design with 4 replications for a total of 32 plots, each plot with 3 plants. At 100 days after the inoculation were analyzed: shoot height, stem diameter, leaf number, leaf area, dry matter of shoot, root and total, and the nutrient content in dry matter of shoots. Means were compared by Tukey test at 5% probability. The results indicated that seeds stored in the natural condition showed a drastic reduction in germination and normal seedling over the period of storage, while the condition of the refrigerator reduction was less intense. The type of packaging there was no effect, regardless of the type of storage environment. Regarding the formation of seedlings, cedar responded positively to the addition of manure, with the best values of nutrient content and vegetative growth. As for the other treatments, the effects were less important compared to cattle, however in terms of values to the isolated application of lime had the lowest results. Thus, we conclude that the condition was more efficient refrigerator to preserve the germination and vigor of trees, and for the formation of seedlings adding manure proves its efficiency in the supply of nutrients and plant growth.

**Keywords:** germination, vigor, seedling formation, substrate, tree species.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – <i>Cedrela odorata</i> . <b>A:</b> Vista parcial do indivíduo adulto. <b>B:</b> Vista de uma inflorescência na planta. <b>C:</b> Fruto aberto e casca da árvore adulta. <b>D:</b> Sementes. ....	<b>18</b>
<b>Figura 2</b> – Embalagens utilizadas no armazenamento de sementes de cedro. <b>A:</b> saco de polietileno transparente. <b>B:</b> saco de papel semi kraft .....	<b>34</b>
<b>Figura 3</b> – <i>Cedrela odorata</i> . <b>A:</b> Plântula normal com cotilédones. <b>B:</b> Detalhes dos cotilédones e eófilos. <b>C:</b> Detalhes da raiz com ramificações .....	<b>36</b>
<b>Figura 4</b> – <b>A:</b> Separação parte aérea e raiz. <b>B:</b> Separação raiz substrato.....	<b>42</b>
<b>Figura 5</b> – Germinação de sementes e a produção de plântulas normais de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.), acondicionadas em diferentes embalagens e condições ao longo de quatro períodos de armazenamento (x, em meses) .....	<b>46</b>
<b>Figura 6</b> – Crescimento de plantas de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.), resultado da influência dos diferentes tratamentos. T <sub>1</sub> – esterco bovino (EB); T <sub>2</sub> – calagem (Cal); T <sub>3</sub> – fosfatagem corretiva (FC); T <sub>4</sub> – NPK; T <sub>5</sub> – Cal+FC; T <sub>6</sub> – FC+NPK; T <sub>7</sub> – Cal + NPK; T <sub>8</sub> – Cal+FC+NPK.....	<b>75</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Atributos químicos e teor de argila do solo (terriço), antes da incorporação dos tratamentos .....	<b>38</b>
<b>Tabela 2</b> – Dados biométricos das sementes (n=100) de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.) – Meliaceae.....	<b>43</b>
<b>Tabela 3</b> – Percentagem de umidade das sementes de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.) no período inicial (P <sub>0</sub> ) e final (P <sub>3</sub> ), acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, em Manaus (AM) .....	<b>44</b>
<b>Tabela 4</b> – Percentagens de germinação e plântulas normais obtidas de sementes de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.) armazenadas em condição de geladeira e ambiente natural, acondicionadas em sacos de polietileno e sacos de papel, durante quatro períodos de armazenamento .....	<b>48</b>
<b>Tabela 5</b> – Interação período de armazenamento x ambiente sobre a germinação e produção de plântulas normais obtidas de sementes de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.) .....	<b>50</b>
<b>Tabela 6</b> – Atributos químicos das parcelas experimentais em função dos tratamentos, antes do transplântio .....	<b>53</b>
<b>Tabela 7</b> – Conteúdo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.), aos 100 dias após transplântio .....	<b>58</b>
<b>Tabela 8</b> – Conteúdo de micronutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.), aos 100 dias após transplântio .....	<b>67</b>
<b>Tabela 9</b> – Características de crescimento de plantas de cedro ( <i>Cedrela odorata</i> L.), avaliadas 100 dias após transplântio em função dos tratamentos .....	<b>72</b>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1. Objetivo Geral .....	16
2.2. Objetivos Específicos .....	16
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
3.1. Características gerais da espécie.....	17
3.2. Armazenamento de sementes.....	19
3.2.1. Efeito do ambiente no armazenamento de sementes. ....	19
3.2.2. Efeito da embalagem no armazenamento de sementes. ....	21
3.3. Importância da nutrição de plantas.....	23
3.3.1. Efeito da fertilização do substrato na produção de mudas de espécies florestais.....	25
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
4.1. Caracterização física das sementes.....	31
4.1.1. Biometria: Comprimento, largura e espessura. ....	31
4.1.2. Peso de 1000 sementes e número de sementes por quilograma. ....	32
4.1.3. Determinação do teor de água. ....	32
4.2. Experimento I: Efeito de embalagens, condições de ambiente e períodos de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de cedro. ....	33
4.2.1. Local de condução do experimento.....	33
4.2.2. Tratamentos. ....	33
4.2.2.1. Tempo de armazenamento .....	33
4.2.2.2. Embalagem .....	34
4.2.2.3. Ambiente. ....	34
4.2.3. Teste de germinação.....	35
4.2.4. Características avaliadas. ....	35
4.2.5. Delineamento experimental.....	36
4.2.6. Análise estatística.....	37
4.3. Experimento II: Formação de mudas.....	37
4.3.1. Local de condução do experimento.....	37

4.3.2. Caracterização do solo.....	37
4.3.3. Tratamentos e preparação do substrato.....	38
4.3.4. Pré-germinação das sementes e transplântio. ....	40
4.3.5. Características avaliadas. ....	41
4.3.6. Delineamento experimental. ....	42
4.3.7. Análise estatística.....	42
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
5.1. Caracterização física das sementes.....	43
5.2. Experimento I: Efeito de embalagens, condições de ambiente e períodos de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de cedro. ....	45
5.3. Experimento II: Formação de mudas.....	53
5.3.1. Análise química dos substratos.....	53
5.3.2. Absorção de nutrientes.....	58
5.3.3. Análise de características de crescimento. ....	72
5.3.3.1. Altura das plantas.....	73
5.3.3.2. Diâmetro de colo. ....	76
5.3.3.3. Número de folhas. ....	78
5.3.3.4. Área foliar. ....	79
5.3.3.5. Matéria seca da parte aérea, raiz e total. ....	81
<b>6. CONCLUSÃO. ....</b>	<b>85</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>103</b>

## 11. INTRODUÇÃO

O uso não sustentado dos recursos renováveis no Brasil acontece em ritmo acelerado, causando a perda de ecossistemas inteiros e diminuindo gradativamente os estoques das reservas naturais. Dentre esses recursos naturais destacam-se as espécies florestais nativas, que dominaram grandes extensões do território brasileiro e hoje muitas delas se encontram em extinção. A atividade humana, por meio da redução e fragmentação de habitats, da introdução de novas espécies e da superexploração dos recursos naturais, é a principal responsável pela atual taxa de extinção das espécies e consequente perda de biodiversidade (RICKLEFS, 2001; PRIMACK e RODRIGUES, 2006).

A exploração desordenada das florestas da Amazônia, com consequente diminuição da biodiversidade e perda de recursos genéticos de espécies com elevados valores econômicos, acarreta problemas ambientais, como a redução da cobertura florestal, a destruição dos mananciais hídricos e o prejuízo à fauna e a flora, especialmente às espécies em risco de extinção (COUTO et al., 2004).

Diante dessas problemáticas, a necessidade de recomposição de ecossistemas degradados, entre outros programas silviculturais, acarreta um aumento na demanda de serviços e produtos florestais, dentre os quais o armazenamento de sementes e a produção de mudas.

O armazenamento de sementes permite a disponibilidade das mesmas aos programas de reflorestamento e pesquisas sobre tecnologia e fisiologia de sementes. Porém, somente com o conhecimento prévio do comportamento fisiológico determinará o sucesso do armazenamento (HONG et al., 1996).

Muitos fatores afetam a longevidade das sementes durante o armazenamento, incluindo o ambiente e o tipo de embalagem. O controle do ambiente (temperatura e umidade relativa do ar), do teor de água das sementes e o uso de embalagens adequadas podem aumentar a longevidade das sementes armazenadas artificialmente (CARNEIRO e AGUIAR, 1993).

No que se refere à produção de mudas de espécies florestais nativas, o entendimento da nutrição das mudas e o uso de substratos de cultivo apropriados são fatores essenciais para a definição de uma adequada recomendação de fertilização.

Segundo Carneiro (1995), devido à grande variabilidade de comportamento das espécies florestais nativas, em relação às diferentes condições químicas, físicas e biológicas dos solos, é imprescindível conhecer as demandas nutricionais dessas espécies, destacando, além de suas exigências mínimas quanto a cada nutriente, a caracterização de seu comportamento em condições de baixa disponibilidade do elemento. Somente assim, será possível a recomendação de corretivos e fertilizantes para a implantação e a manutenção dos projetos de restauração, potencializando, dessa forma, a sobrevivência e o crescimento das mudas no campo após o plantio.

Gonçalves (1995) frisa, ainda, que as recomendações de adubação devam ser definidas a nível regional para as espécies e os tipos de solo mais representativos, relevando dessa maneira a consideração das formulações de adubação, pois, somente assim, é possível definir a adubação que proporciona a produção de mudas com qualidade. O êxito no plantio de espécies florestais depende da qualidade das mudas e, para isso, é necessário que apresentem características de crescimento e nutricionais adequadas (CARNEIRO, 1995; GONÇALVES et al., 2000). Mudas de

qualidade adequada são fundamentais no crescimento e desenvolvimento das espécies (SILVA, 2004).

Neste contexto, os estudos que analisam o comportamento das sementes, no armazenamento, na fase de muda e na determinação de suas características nutricionais, são fundamentais para fornecer os dados básicos sobre as espécies florestais, por conseguinte, o seu melhor aproveitamento.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

- Avaliar a qualidade das sementes armazenadas sob diferentes condições e analisar o crescimento de mudas de cedro em diferentes combinações de correção e adubação do substrato.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar os aspectos físicos das sementes de cedro;
- Verificar as condições adequadas à conservação das sementes da espécie;
- Avaliar o efeito da aplicação de matéria orgânica, corretivo e fertilizantes sob os atributos do solo, crescimento e absorção de nutrientes das mudas;

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Características gerais da espécie

*Cedrela odorata* L., também conhecida como cedro, cedro do brejo, cedro rosa, cedro pardo, cedro vermelho, acaju, cedro branco e cedro cheiroso, é uma espécie da família Meliaceae, que floresce nas matas de terra firme, sendo também frequente nas margens inundadas de alguns rios. Em florestas primárias, alcança posição de dossel superior ou emergente, com sua copa de folhagem belíssima, que a destaca das demais árvores. Pode ser encontrada em toda a Amazônia, e é frequente também no México, Peru, Equador e Guianas (SILVA, 2006).

A árvore apresenta fuste reto e cilíndrico com casca rugosa e fissurada, pode atingir uma altura de 30 a 40 m e diâmetro superior a 80 cm (Figura 1A e 1C). As folhas são compostas, penadas, alternadas, ovadoblôngas, com 5 a 8 pares de folíolos opostos, e margem inteira. As flores são curto-pediceladas, de cor branca, dispostas em panículas cimosas e, as pétalas são cobertas de pêlos amarelados (Figura 1B). O fruto é do tipo cápsula deiscente lenhosa e tem forma oblonga a elipsóide, possui 5 valvas de cor marrom escura com pequenos pontos esbranquiçados, quando maduro, medindo em média 5 cm comprimento (Figura 1C) (SILVA, 2006). Segundo Lamprecht (1990), as sementes são aladas, medindo de 2 a 3 cm de comprimento, o peso de mil sementes é de 18 a 25g com 40 a 55 unidades/kg (Figura 1D).

A árvore fornece madeira moderadamente pesada, muito resistente ao ataque de insetos. A cor do cerne varia do castanho claro ao bege-rosado escuro, ou castanho-avermelhado, diferindo do alburno róseo-pálido. Possui sabor amargo e

cheiro característico, fácil de trabalhar, recebendo bom acabamento. Muito utilizada em marcenaria, carpintaria, fabricação de compensados, laminados decorativos, caixotaria, artigos de escritório, molduras para quadros, instrumentos musicais, na construção civil e aeronáutica (LOUREIRO et al., 2000).

Segundo Lorenzi (1998), a espécie floresce de dezembro a fevereiro e os frutos amadurecem a partir de maio, com a planta totalmente sem folhas.

*Cedrela odorata* é indicada para a composição de reflorestamento heterogêneo, sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas, por apresentar rápido crescimento e bom rendimento nos plantios (SILVA, 2006).



**Figura 1** – *Cedrela odorata*. **A:** Vista parcial do indivíduo adulto. **B:** Vista de uma inflorescência na planta. **C:** Fruto aberto e casca da árvore adulta. **D:** Sementes. **FONTE:** (A; B) Gouvêa, 2005. (C; D) Lorenzi, 1998.

### **3.2. Armazenamento de sementes**

Na Amazônia, as pesquisas sobre sementes de espécies florestais nativas são insuficientes, principalmente no que se refere ao comportamento no armazenamento para manter a viabilidade por um período prolongado. Além disso, segundo Varela e Barbosa (1986/87), existem problemas resultantes da irregularidade de produção de sementes, da diversidade de espécies por área, da baixa frequência por área e da dificuldade de acesso às árvores matrizes, as quais ocasionam, frequentemente, a falta de sementes. Este conjunto de dificuldades limita o melhor aproveitamento dessas espécies em programas silviculturais.

De modo geral, a conservação das sementes é de grande importância, pois tem a função básica de preservar a qualidade fisiológica das mesmas, sendo que, essa preservação é possível porque o armazenamento, uma vez aplicado de modo adequado, vai diminuir a velocidade de deterioração, que se caracteriza por ser um processo irreversível (DELOUCHE et al., 1973; MELO et al., 1998). Contudo, o sucesso do armazenamento de sementes depende do conhecimento sobre o comportamento destas durante este processo, o que possibilita a utilização de condições adequadas para a manutenção da viabilidade (HONG e ELLIS, 1996).

#### **3.2.1. Efeito do ambiente no armazenamento de sementes**

A longevidade das sementes é variável de acordo com as diferentes espécies, mas o período durante o qual podem conservar suas boas qualidades (desde que estejam maduras e com alto poder germinativo) depende, em grande parte, das condições do ambiente de armazenamento (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1977).

O tempo e as condições de armazenamento das sementes influenciam na sobrevivência e na longevidade, e, embora a qualidade dessas sementes não possa ser melhorada, ela pode ser mantida, dependendo das condições de armazenamento (LEMOS FILHO e DUARTE, 2001).

Em virtude desses fatos, a manutenção da viabilidade das sementes através do armazenamento, em diferentes condições de ambiente, é um fator importante, uma vez que o ambiente de armazenamento exerce influência, de forma distinta, sobre as sementes das espécies diferentemente, requerendo dessa forma estudos específicos.

Em uma série de experimentos divulgados, autores abordaram o armazenamento de sementes em ambientes de condições não controladas (ambiente normal de laboratório) e controladas (câmara seca e câmara fria), obtendo resultados semelhantes. Piña-Rodrigues e Jesus (1992) e Figliolia (1988), trabalhando com as espécies cedro-rosa (*Cedrela angustifolia* S. ET. MOC) e cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) respectivamente, verificaram que para prolongar o poder germinativo das sementes, o ambiente frio e/ ou seco foram mais eficientes.

No trabalho de pesquisa desenvolvido por Botelho e Carneiro (1992), os autores acondicionaram sementes de pau-santo (*Kielmeyera coriacea* (Spreng.) Mart.) em dois tipos de ambiente, câmara fria e ambiente natural de laboratório, além de diferentes embalagens. Constataram que, após 330 dias, a melhor condição de armazenamento foi no ambiente câmara fria. Há que se considerar, porém, que o ambiente controlado geralmente não está disponível, de modo que é necessário o estudo de alternativas que possibilitem o armazenamento seguro, por período prolongado, sem a necessidade de investimentos iniciais significativos (BARBEDO et al., 1997).

Neste sentido, Nunes e Nunes (2005) acondicionaram sementes angico-preto (*Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg.) em ambiente de laboratório ( $20 \pm 2$  °C) e na geladeira ( $5 \pm 2$  °C), e verificaram que a germinação e o vigor iniciais de 40% foram mantidos apenas na geladeira. Lemos Filho e Duarte (2001), obtiveram resultados semelhantes com sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King.), que após um ano de armazenamento em refrigerador, apresentaram maior porcentagem de germinação, comparada com as sementes armazenadas em condição de laboratório.

De acordo com Carneiro e Aguiar (1993), as condições fundamentais para o armazenamento das sementes de determinadas espécies são a umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente de armazenamento. A maioria das espécies conserva melhor sua qualidade quando mantida em ambiente mais seco e frio possível.

### **3.2.2. Efeito da embalagem no armazenamento de sementes**

A embalagem é outro fator que tem grande influência na qualidade da semente durante o armazenamento. Quando são armazenadas em embalagens, através das quais ocorrem trocas de vapor d'água com a atmosfera, as sementes podem ganhar ou perder umidade, o que vai facilitar a deterioração. Toledo e Marcos Filho (1977) afirmam que a utilização de embalagens adequadas permite a conservação da qualidade das sementes, propiciando ou não, trocas de vapor d'água com o ar atmosférico.

As embalagens para acondicionamento das sementes desempenham papel importante na manutenção da sua viabilidade no armazenamento, devendo-se

escolher, para cada ambiente de armazenamento, a embalagem mais apropriada (MEDEIROS, 2000).

De acordo com Carneiro e Aguiar (1993), o uso da embalagem adequada e o controle do ambiente de armazenamento (temperatura e umidade relativa do ar), bem como do teor de água das sementes, podem aumentar a longevidade das sementes armazenadas artificialmente.

Carrillo et al. (2003), trabalhando com preservação de sementes de pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze), recomendam usar temperatura de 0°C e embalagens de polietileno e acetato de vinil etil seladas, criando condições de atmosfera modificada (AM). Tais condições foram apropriadas para o armazenamento, mantendo uma eficaz capacidade germinativa por um período de até dois anos. No entanto, Santos (2003), trabalhando com diferentes tipos de embalagens no armazenamento de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baillon) L. B. Smith & R. J. Down), não encontrou diferenças significativas.

O tipo de embalagem utilizado no acondicionamento das sementes de muitas espécies afeta sua viabilidade de forma diferenciada. Por exemplo, as sementes de jacareúba (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) armazenadas em sacos de polietileno e em câmara fria chegaram a uma condição que manteve a viabilidade das sementes por um período de 270 dias, enquanto o saco de papel, tanto no ambiente câmara fria quanto em condição ambiente, foi o que mais favoreceu a queda na viabilidade das sementes (NERY, 2006).

Os tipos de embalagens são classificados, com base no grau de permeabilidade ao vapor d' água, em três categorias: permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis. As embalagens permeáveis admitem trocas de vapor d'água entre as

sementes e o ar atmosférico; as semipermeáveis oferecem certa resistência à troca de umidade, enquanto que, as impermeáveis não permitem que a umidade do ar exerça influência sobre a semente. Por isso, a longevidade da semente varia quando se empregam diferentes tipos de embalagem, em razão da troca de umidade (HARRINGTON, 1972; POPINIGIS, 1985; CROCHEMORE, 1993; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Conforme Ferreira e Borghetti (2004), a preservação da qualidade fisiológica de sementes, sob determinadas condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar, é influenciada pelo tipo de embalagem utilizada. Para Marcos Filho (2005), a escolha da embalagem para acondicionamento das sementes depende da espécie, do grau de umidade das sementes, das condições e do período de armazenamento.

### **3.3. Importância da nutrição de plantas**

Existem fatores do meio que muito interferem nas características externas de uma muda e, sobre os quais, o homem tem certo controle. Entre esses, a nutrição das plantas, que pode ser ajustada a condições satisfatórias com práticas de manejo do solo como a correção e fertilização com nutrientes essenciais para a obtenção de mudas de boa qualidade (ALVAREZ, 1996).

É notório que, para um bom plantio florestal, é necessário a utilização de mudas com boa qualidade, e, para isso, as mesmas devem estar nutridas adequadamente. Tucci et al. (2007) salienta que o êxito do crescimento inicial em um reflorestamento, ou de um florestamento, entre outros fatores, depende da qualidade das mudas. De acordo com Carneiro (1995), mudas com adequado teor

nutricional constituem uma suposição de adequado desenvolvimento e boa formação de sistema radicular, com melhor capacidade de adaptação ao novo local, após o plantio.

A qualidade das mudas de espécies florestais tem uma relação direta com a qualidade do substrato, porque dele depende todo o conjunto de eventos que envolvem e antecedem a sua produção (TUCCI et al., 2007). Tendo em vista que, na formação de mudas, normalmente são utilizados solos e subsolos pobres em nutrientes que não atendem adequadamente às exigências das espécies. O uso de fertilizantes químicos e orgânicos, de forma balanceada, na confecção de substrato para a formação de mudas, torna-se imprescindível para a atividade (COSTA FILHO, 1992; BARBOSA, 1994), além da correção da acidez do substrato com a aplicação de calagem (SILVA, 2004; SOUZA, 2006; TUCCI et al., 2007; SANTOS, et al., 2008).

Os efeitos benéficos da adição de elementos minerais, para melhorar o crescimento das plantas, são conhecidos na agricultura há muito tempo. A nutrição adequada e o uso de substrato de cultivo apropriado são fatores essenciais na produção de mudas, proporcionando boa adaptação e crescimento após o plantio (DEL QUIQUI et al., 2004). Os nutrientes fazem parte de todos os tecidos das plantas e também são importantes na função de catalisador, transportador, regulador de pressão osmótica, etc (ANDRAE, 1978). De acordo com o mesmo autor, o abastecimento satisfatório se manifesta no bom crescimento e no aspecto sadio das plantas.

Conforme Bernardino et al. (2005), tem sido amplamente observado expressivos aumentos no crescimento e na qualidade de mudas de espécies florestais, sendo alcançados pela adoção de técnicas de fertilização do solo. No entanto, de acordo com Furtini Neto et al. (1999), as espécies florestais nativas de

diferentes grupos ecológicos tendem a se comportar distintamente em relação aos requerimentos nutricionais.

Neste sentido, Sorreano (2006) relata que é imprescindível conhecer as demandas nutricionais de espécies florestais nativas, destacando além de suas exigências mínimas quanto a cada nutriente, a caracterização de seu comportamento em condições de baixa disponibilidade do elemento. Somente assim, será possível a recomendação de corretivos e fertilizantes para a implantação e a manutenção dos projetos de restauração, potencializando, dessa forma, a sobrevivência e o crescimento das mudas no campo após o plantio (CARNEIRO, 1995), sendo de fundamental importância no aprimoramento e no sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas (FURTINI NETO et al., 2000).

### **3.3.1. Efeito da fertilização do substrato na produção de mudas de espécies florestais**

A adição de nutrientes no substrato, com conseqüente aquisição pelas plantas, é um fator de muita relevância para a produção de mudas. Esta adição é feita quando o solo não é capaz de fornecer os nutrientes em quantidades que não limitem o desenvolvimento das plantas. Porém, Malavolta (1989) salienta que para obter sucesso com o uso da técnica de fornecimento de nutrientes para as plantas, através da adubação, é necessário saber quando utilizá-la, que nutriente aplicar, a necessidade das plantas e as épocas e dosagens a serem aplicadas.

Muito embora grandes avanços tecnológicos tenham sido conseguidos na produção de mudas de espécies florestais nativas nos últimos anos, os resultados são ainda inconsistentes. Diferentes respostas têm sido amplamente observadas

através da adubação de mudas, assim como variações na concentração, absorção e eficiência de uso de nutrientes entre espécies. Segundo Neves (1983), as diferentes condições e hábitos de crescimento das espécies vegetais, bem como suas exigências nutricionais, são fatores que explicam o frequente insucesso das recomendações de adubação para determinada cultura, baseados em resultados experimentais, obtidos em diferentes condições de solo e plantas.

Um fator relevante, que deve ser considerado na produção de mudas, é a acidez dos solos, que, segundo autores como Tucci et al. (2002), Sena (2008) e Souza (2007), é limitante para a produção de mudas. Confirmado por Ozaki (1991) ao relatar que a acidez do solo, por influir nas características físicas, químicas e biológicas do mesmo, é uma das principais barreiras para a produtividade da maioria das culturas. Dessa forma, a calagem assume um papel imprescindível na neutralização (correção) da acidez e na liberação dos nutrientes para as plantas.

Resultados positivos da aplicação de corretivos, em diferentes espécies, têm sido observados em vários trabalhos conduzidos em diferentes regiões do Brasil, quando a acidez do solo é fator limitante para a produção (SOUZA, 2007). Tucci et al. (2002), estudando adubação e calagem para formação de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), observaram resposta positiva à calagem quando avaliaram os efeitos dessa prática sobre a altura, o diâmetro e a matéria seca. Também Silva et al. (2008) constataram resposta positiva em mudas de sumaúma à aplicação de calcário em altura, diâmetro do colo, matéria seca da parte aérea, raiz e total.

Entretanto, a associação calagem mais adubação são práticas que vêm obtendo resultados relevantes na formação de mudas, comparadas a aplicação isolada de calagem. Fernandes e Carvalho (2001) verificaram que a correção de

solo, seguidas de adubações com alta carga de fertilizantes, têm sido práticas comuns visando o aumento da produtividade das culturas, necessitando conhecer melhor a dinâmica dos nutrientes no solo e na planta, as exigências nutricionais da cultura e os fatores que afetam o equilíbrio dentro do complexo solo-planta. Segundo Barros (2001), a calagem, combinada com a fertilização mineral dos solos, pode elevar a capacidade produtiva de áreas agrícolas e florestais, suprindo as deficiências minerais e/ou repondo parte dos nutrientes que são exportados do sistema por lixiviação ou com a retirada pela planta.

Em trabalhos como de Tucci et al. (2007), os efeitos da combinação de correção de solo mais adição de adubação são confirmados. Os autores verificaram que para o mogno (*Swietenia macrophylla* King) a realização da calagem associada à fosfatagem corretiva e à adubação com NPK apresentou resultados positivos. Souza (2007), avaliando as exigências nutricionais dessa mesma espécie, observou que, mesmo o teor de matéria orgânica sendo considerado alto, é necessário a correção conjunta da acidez e da fertilidade do solo para solos ácidos e de baixa fertilidade natural.

Após a correção da acidez do solo, o fator nutricional que primeiro limita o crescimento de plantas, nos solos de terra firme, é o baixo teor de fósforo disponível (TUCCI, 1991). Assim, a prática de adubação fosfatada é recomendada na produção de mudas (TUCCI, et al., 2007).

Embora os trabalhos envolvendo respostas ao fornecimento de P pelas espécies florestais, para fins de produção de mudas para reflorestamento, sejam escassos, têm sido observadas respostas à adubação fosfatada em solos deficientes de nutrientes (SANTOS et al., 2008). São exemplos desses trabalhos os de Silva Júnior (2006) sobre resposta à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio

na formação de mudas de mogno e sumaúma e de Barroso et al. (2005) sobre o diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca (*Tectona grandis* L. f.). Venturin et al. (2005) chegaram também à conclusão de que a ausência do nutriente P reduziu drasticamente o crescimento das mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish).

O efeito dos nutrientes, principalmente nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), no crescimento de mudas, pelo o observado na literatura, tem despertado o interesse dos pesquisadores florestais. Barros (2001) enfatiza que os nutrientes minerais do solo, principalmente o N, P e K, têm grande influência no desenvolvimento das espécies e na produção de mudas. Neste sentido, a fertilização com NPK é outra prática muito utilizada, com o intuito de suprir as exigências nutricionais de espécies florestais na formação de mudas com qualidade.

Nicoloso et al. (2001), avaliando a nutrição mineral de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride), com o objetivo de determinar os níveis de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica no crescimento de plantas jovens, verificaram que, para as várias características avaliadas, o efeito benéfico da adubação nitrogenada é condicionado à aplicação de potássio. Os resultados evidenciam ainda que a espécie seja muito exigente em P e medianamente exigente em K e N na sua fase inicial de crescimento.

Tucci et al. (2009), trabalhando com adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno, observaram que não houve efeito de doses crescentes de N para as características número de folhas, matéria seca de caule e raiz, altura da planta e para os teores de Ca e Mg das folhas de muda de mogno. Entretanto, observaram-se respostas positivas na produção de matéria seca de folhas e total, diâmetro do caule e no conteúdo de N, P e Ca nas folhas.

Duboc et al. (1996), avaliando a nutrição de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) pela técnica do nutriente faltante, concluíram que a espécie apresentou pequeno requerimento nutricional para o N, P e K. Para esses autores, esses elementos não limitaram o crescimento das mudas em termos de altura, diâmetro, matéria seca da parte aérea e matéria seca do sistema radicular. Todavia, Venturin et al. (1999), estudando a adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.), constataram que as plantas dessa espécie apresentam elevada exigência nutricional e que os nutrientes N, P e K são limitantes ao crescimento das plantas. De acordo com Higashi et al. (2002), os nutrientes necessários para o desenvolvimento das mudas em fase de crescimento são os mesmos para todas as espécies vegetais, sendo que as quantidades extraídas diferenciam-se entre e dentro de cada espécie.

Paralelamente à utilização de fertilizantes químicos na formação de mudas, o alto custo de adubos e corretivos químicos, aliado a contaminação de recursos hídricos, têm apontado como alternativa a utilização de adubos orgânicos (SCHUMACHER et al., 2001). Dentre os adubos orgânicos, os esterco de animais são os mais importantes, devido à sua composição, disponibilidade e benefícios de aplicação (MAIA, 2002).

A adubação orgânica (esterco) melhora a aeração do solo, aumenta a permeabilidade, a estabilidade de agregados e a capacidade de retenção de água, e diminui a compactação do solo (HOLANDA, 1990). Com essas vantagens, autores vêm obtendo bons resultados com a utilização da adubação orgânica na produção de mudas.

Carvalho Filho et al. (2002) obtiveram melhores resultados para número de folhas de canafístula (*Cassia grandis* L.) em substrato composto por solo + esterco

(2:1) e solo + areia + esterco (1:2:1) (v:v:v). Na formação de mudas de angelim (*Andira fraxinifolia* Benth.), Carvalho Filho et al. (2004) obtiveram um bom desenvolvimento da espécie, utilizando substrato adubado com esterco bovino.

Os efeitos da adubação orgânica também foram estudados por Castro et al. (1996). Estes autores observaram que a mistura de esterco bovino, com vermiculita e material de subsolo, na proporção de (20: 40: 40) foi à composição do substrato que proporcionou os melhores resultados em relação ao desenvolvimento de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi desenvolvida com a condução e a avaliação de dois experimentos, sendo um para estudar o efeito de embalagens, condição de ambiente e períodos de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes e outro para analisar a formação de mudas.

As sementes utilizadas neste trabalho foram extraídas de frutos colhidos diretamente de árvores matrizes, situadas na Avenida André Araújo próxima à garagem da prefeitura, na cidade de Manaus, AM. A colheita foi realizada na época de dispersão, quando foi observada a abertura espontânea dos frutos. Durante a coleta, foi utilizado podão para cortar os ramos. Em seguida, os frutos foram acondicionados em sacos de ráfia e transportados ao laboratório de sementes I da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), onde foram colocados em bandejas para secagem natural, permanecendo até a liberação das sementes que foram retiradas manualmente.

### **4.1. Caracterização física das sementes**

#### **4.1.1. Biometria: Comprimento, largura e espessura**

De acordo com a RAS (Regra de Análise de Sementes), foram coletados os dados biométricos das sementes da espécie estudada, obtidos utilizando 100 unidades retiradas aleatoriamente do lote coletado (BRASIL, 1992). Para as medições foi utilizado paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Considerou-se como comprimento a medida da semente mais a aba; a largura, medida somente da

região mais escura, onde está localizada a semente; e a espessura, medida somente da região de localização da semente. Para cada uma das variáveis estudadas foram calculados: média aritmética e o erro padrão da média.

#### **4.1.2. Peso de 1000 sementes e número de sementes por quilograma**

A determinação do peso de 1000 sementes iniciou com a retirada de 8 (oito) sub-amostras de 100 sementes puras. Em seguida, as sub-amostras foram pesadas em uma balança analítica, com precisão de 0,001g. De acordo com a RAS, calculou-se o coeficiente de variação para verificar se estava dentro do limite estabelecido (BRASIL, 1992). Com o peso das sub-amostras, calculou-se a média que, em seguida, foi multiplicada por 10 (BRASIL, 1992).

O número de sementes por quilograma foi determinado a partir do peso de 1000 sementes, de acordo com a seguinte fórmula (BRASIL, 1992):

$$\text{Nº de sementes/kg} = \frac{1000}{\text{Peso de 1000 sementes (g)}} \times 1000$$

#### **4.1.3. Determinação do teor de água**

O teor de água das sementes foi determinado utilizando duas repetições de 25 sementes intactas colocadas em estufas à temperatura de 105°C por 24 horas, conforme recomendação da RAS (BRASIL, 1992). Baseado no peso da matéria úmida, o teor de água foi determinado utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{TA \%} = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

Onde:

P= peso inicial

p= peso final

t= tara (peso do recipiente)

A determinação do teor de água das sementes foi realizada no início do experimento (umidade das sementes antes do armazenamento) e no final do experimento (umidade das sementes armazenadas em cada embalagem e em cada ambiente).

## **4.2. Experimento I: Efeito de embalagens, condições de ambiente e períodos de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de cedro.**

### **4.2.1. Local de condução do experimento**

Este experimento foi conduzido no laboratório de sementes I da FCA/UFAM, no período de setembro/2006 a agosto/2007.

### **4.2.2. Tratamentos**

#### **4.2.2.1. Tempo de armazenamento**

Separaram-se treze amostras de 100 sementes, sendo: uma amostra sem armazenamento (testemunha –  $P_0$ ); quatro amostras armazenadas por três meses ( $P_1$ ); quatro amostras armazenadas por seis meses ( $P_2$ ) e quatro amostras armazenadas por nove meses ( $P_3$ ).

#### 4.2.2.2. Embalagem

Antes de armazenar, as amostras de sementes foram acondicionadas em dois tipos de embalagens: seis amostras acondicionadas em saco de polietileno transparente ( $E_1$ ), com dimensões de 20x30x0,10 cm (Figura 2A); e seis amostras acondicionadas em saco de papel semi Kraft ( $E_2$ ), com capacidade de 2 kg (Figura 2B).

#### 4.2.2.3. Ambiente

Posteriormente ao acondicionamento das sementes, as amostras foram armazenadas em dois tipos de ambientes: seis amostras armazenadas em geladeira ( $A_1$ ), com temperatura variando de 7 a 8 °C e umidade relativa variando de 78 a 80%; e seis amostras armazenadas em ambiente natural ( $A_2$ ), com temperatura variando de 24 a 26 °C e umidade relativa variando de 70 a 80%.



**Figura 2** – Embalagens utilizadas no armazenamento de sementes de cedro. **A:** saco de polietileno transparente. **B:** saco de papel semi Kraft.

#### 4.2.3. Teste de germinação

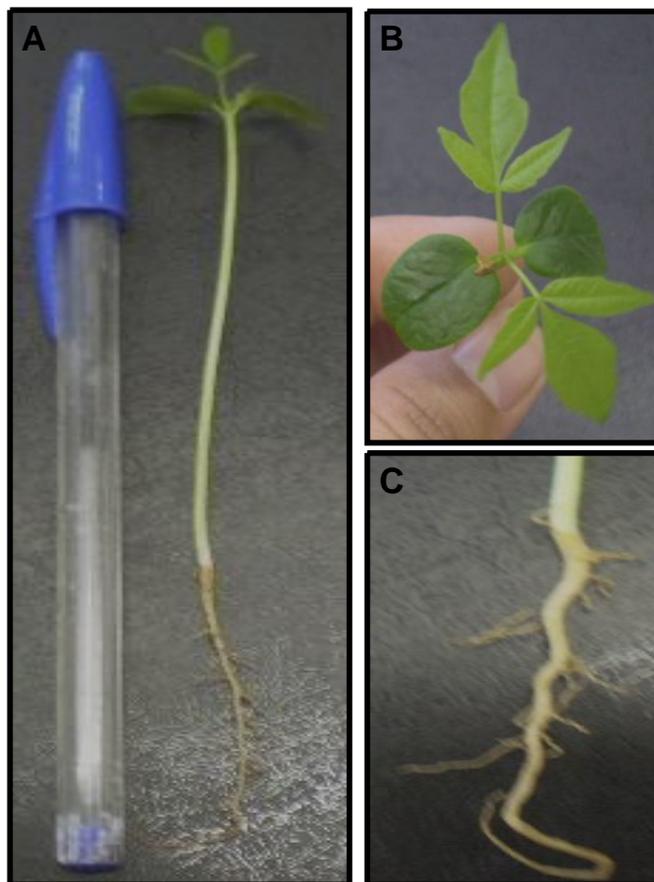
Os testes de germinação foram conduzidos utilizando como recipiente o gerbox (dimensões de 11x11x3,2 cm) e contendo como substrato papel filtro previamente autoclavado. Quanto ao ambiente de germinação, foi utilizado o germinador tipo Mangelsdorf (com temperatura 30 °C).

Antes do procedimento de instalação do teste, as sementes foram lavadas com hipoclorito de sódio a 1% durante 2 minutos e, em seguida, enxaguadas em água corrente. Periodicamente, durante a avaliação da germinação e dependendo da necessidade, foi borrifada água destilada a fim de manter o substrato sempre úmido.

#### 4.2.4. Características avaliadas

a) porcentagem total de sementes germinadas – esta foi obtida com as contagens, a cada três dias, do número de sementes germinadas, sempre no mesmo horário. Adotou-se como critério de germinação a protrusão de 2 mm de radícula (critério botânico, segundo LABOURIAU, 1983);

b) formação de plântulas normais – esses dados foram obtidos com a observação do número de plântulas normais (Figura 3) no término de 40 dias do teste de germinação. Para isso, seguiu-se o critério tecnológico, conforme a RAS (BRASIL, 1992).



**Figura 3** – *Cedrela odorata*. **A:** Plântula normal com cotilédones. **B:** Detalhes dos cotilédones e eófilos. **C:** Detalhes da raiz com ramificações.

#### 4.2.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com arranjo fatorial  $(3 \times 2 \times 2) + 1$  (três períodos de armazenamento x dois tipos de embalagens x dois tipos de ambiente + testemunha), distribuídas em cinco repetições de 20 sementes cada.

#### **4.2.6. Análise estatística**

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). Os dados expressos em porcentagem foram transformados em  $\sqrt{(x+0,5)}$ . Em seguida, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando houve efeito de interação entre os fatores, fez-se o desdobramento para cada embalagem e ambiente em função do período de armazenamento. Para os períodos de armazenamento, utilizando os dados originais, foram ajustadas equações com o auxílio do programa Microsoft Excel (NASCIMENTO, 2007).

### **4.3. Experimento II: Formação de mudas**

#### **4.3.1. Local de condução do experimento**

O experimento foi conduzido no viveiro de mudas da FCA/UFAM, no período de abril/2008 a setembro/2008.

#### **4.3.2. Caracterização do solo**

As amostras de solos utilizadas como terriços para compor o substrato na produção das mudas foram retiradas de um Latossolo Amarelo de baixa fertilidade natural, retirado da camada subsuperficial de 20 a 40 cm de profundidade, situada no setor sul do campus da Universidade Federal do Amazonas, cujas coordenadas geográficas, em UTM, são 21 M 016894 e 9657166.

O solo foi seco ao ar, destorroado e peneirado em peneira com abertura de 5,0 mm de malha. Nessa ocasião, foram tomadas amostras para caracterização dos atributos químicos e do teor de argila, antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 1). As análises foram realizadas no Laboratório de Solos da FCA/UFAM, segundo a metodologia da EMBRAPA (1999).

**Tabela 1** – Atributos químicos e teor de argila do solo (terriço), antes da incorporação dos tratamentos.

<b>pH (H<sub>2</sub>O)</b>	<b>Al<sup>3+</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup></b>	<b>H+Al</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
	-----cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----				--mg kg <sup>-1</sup> --	
4,5	0,8	0,4	0,2	4,3	2	14
<b>Sb</b>	<b>t</b>	<b>T</b>	<b>V</b>	<b>m</b>	<b>argila</b>	<b>MO</b>
	-----cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----		----(%)----		----g kg <sup>-1</sup> ----	
0,63	1,4	4,9	12,8	55,9	86,8	9

pH em água, relação 1:2,5.

Al<sup>3+</sup>: alumínio trocável; Ca<sup>2+</sup>: cálcio trocável; Mg<sup>2+</sup>: magnésio trocável.

H+Al: acidez potencial, extração acetado de cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0.

P: fósforo; K: potássio.

Sb: soma de bases.

t: capacidade de troca de cátions efetiva.

T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0.

m: percentagem de saturação de alumínio.

V: percentagem de saturação de bases;

MO: C (carbono orgânico) x 1,724 – Walkley-Black.

#### 4.3.3. Tratamentos e preparação do substrato

Os tratamentos analisados foram oito combinações de correção e adubação do substrato, que constituíram de:

T<sub>1</sub> – esterco bovino (EB);

T<sub>2</sub> – calagem (Cal);

T<sub>3</sub> – fosfatagem corretiva (FC);

T<sub>4</sub> – NPK;

T<sub>5</sub> – Cal + FC;

T<sub>6</sub> – FC + NPK;

T<sub>7</sub> – Cal + NPK;

T<sub>8</sub> – Cal + FC + NPK;

O esterco bovino (EB) utilizado foi curtido, seco ao ar e homogeneizado para ser misturado uniformemente ao terriço. A dosagem de esterco correspondeu à proporção 2:1 em peso, respectivamente (sendo duas partes de terriço para uma parte de esterco), a partir das sugestões de Carvalho Filho (2004).

A calagem (Cal) foi realizada com uma mistura de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, na proporção de 4:1 em peso, respectivamente. A dose de calcário equivaleu a 2.000 kg ha<sup>-1</sup>, segundo método proposto por Catani e Alonso (1969) e sugerida por Tucci (1999). Isto equivaleu a 3,2g de CaCO<sub>3</sub> por unidade experimental.

A fosfatagem corretiva (FC) foi realizada com dose equivalente a 10 kg de superfosfato simples por m<sup>3</sup> de substrato, adaptadas em sugestões de Tucci et al. (2007). Correspondendo a 30g de SSF (superfosfato simples) por unidade experimental.

A adubação com N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (NPK) foi realizada com dose equivalente a 100-300-200 Kg ha, cuja recomendação adaptada de Tucci et al. (2002), o que equivaleu para unidade experimental a 0,33g de uréia; 1,1g de STF e 0,52g de KCl, respectivamente. Como fonte de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O foi utilizada a uréia, superfosfato triplo (STF) e cloreto de potássio (KCl).

Tanto a fosfatagem corretiva, a adubação com NPK e a calagem foram realizadas com 30 dias antecedência à repicagem, para que houvesse a solubilização da fonte com o solo e evitasse a queima das plantas.

Após a incubação com os tratamentos e a cada 15 dias até o final do experimento, foi aplicada uma fonte de micronutrientes quelatizada (Chelamix), excetuando-se os substratos que continham o esterco bovino (EB). O produto foi

adicionado na forma de solução (1,5ml de Chelamix L<sup>-1</sup> de água destilada), sendo 6 aplicações de 50ml de solução por unidade experimental. Isto correspondeu à aplicação de 0,225mg de B; 0,09mg de Cu; 0,135mg de Fe; 0,09mg de Mn; 0,225mg de Mo e 1,08 mg de Zn. As doses foram extrapoladas a partir das sugestões de Tucci et al. (2007) e Sena. (2008).

Após a incubação dos tratamentos e antes do transplântio, foram coletadas amostras de cada tratamento para caracterização dos atributos químicos (Tabela 6). Essas análises foram realizadas no Laboratório de Solos da EMBRAPA-CPAA (Manaus), segundo a metodologia da EMBRAPA (1999).

#### **4.3.4. Pré-germinação das sementes e transplântio**

Antes do semeio, as sementes foram tratadas com hipoclorito de sódio a 1%, para evitar problemas com fungos (MUNIZ et al., 2007). E, em seguida, foram semeadas em bandejas com substrato de areia lavada. Após a germinação e ao atingir uma altura de aproximadamente 12 cm, paralelo à formação dos dois pares de folhas, as plântulas foram repicadas e selecionadas, para homogeneização de acordo com o tamanho (TUCCI et al., 2007).

As plântulas foram transplantadas para os citropote, com capacidade de 3,6 litros de substrato, em seguida, foram dispostos no viveiro de mudas coberto por sombrite, com 50% de sombreamento por um período de 100 dias. Nesse tempo foi realizada a irrigação das mudas, o controle de invasoras, além da adubação com micronutriente.

#### 4.3.5. Características avaliadas

Após o período de 100 dias que as mudas de cedro permaneceram no viveiro, foram avaliadas as seguintes características:

a) altura da parte aérea (cm): a medição foi feita desde a superfície do solo até o ápice de cada planta, utilizando uma régua graduada;

b) diâmetro de colo (mm): medição feita a 1 cm do substrato, utilizando paquímetro digital com precisão de 0,01 mm;

c) número de folhas: foi anotado o número de folhas de cada planta, considerando folha toda aquela que por ocasião da coleta do experimento encontrava-se completamente aberta.

d) área foliar (cm<sup>2</sup>): foi medida de cada planta, em centímetros quadrados utilizando “Área Meter” modelo LICOR 3050 A/4;

e) matéria seca da parte aérea do sistema radícula e total: as plantas de cedro foram separadas em parte aérea e raiz, com o auxílio de uma tesoura de poda, realizada rente ao solo para padronização (Figura 4A). A raiz foi lavada com o auxílio de uma mangueira sobre uma peneira (Figura 4B). Posteriormente, foram acondicionadas em saco de papel, previamente identificados, e levadas à estufa com temperatura de 65-70 °C, até a obtenção do peso constante. O material vegetal foi pesado com o auxílio de balança analítica (precisão de 0,001g), e moído em um moinho de aço inoxidável tipo Willey.

f) teor de nutrientes: as análises dos teores de nutrientes da MSPA (matéria seca da parte aérea) foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP) do Centro de Pesquisa Agroflorestal (CPAA) da EMBRAPA, de acordo com a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

g) conteúdo de nutrientes da matéria seca da parte aérea nas plantas: estes foram estimados em função dos teores, multiplicando o teor de nutrientes da parte aérea (em percentagem (%)) pela MSPA.



**Figura 4 – A:** Separação parte aérea e raiz. **B:** Separação raiz substrato.

#### 4.3.6. Delineamento experimental

Os oitos tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizados (DIC) com quatro repetições, perfazendo assim, um total de 32 parcelas experimentais, sendo, cada parcela composta por 3 plantas.

#### 4.3.7. Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos às análises de variância, utilizando o programa estatístico SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). Para os dados que não obtiveram distribuição normal, para efeito de análise de variância, foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ . As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Caracterização física das sementes

Os dados biométricos das sementes de cedro (*Cedrela odorata* L.) são apresentados na tabela 2.

**Tabela 2** – Dados biométricos das sementes (n=100) de cedro (*Cedrela odorata* L.) – Meliaceae.

Especificação	Semente
	Média ± Epm
Comprimento (mm)	49,39 ± 2,96
Largura (mm)	5,90 ± 0,67
Espessura (mm)	1,27 ± 0,15
Peso de 1000 sementes (g)	50
Número de sementes por Kg	20.00

Epm: erro padrão da média de 100 sementes.

As sementes são aladas, apresentado em média 49 mm de comprimento (incluindo a asa), 5 mm de largura e 1 mm de espessura (Tabela 2). Rocas (2003) verificou resultados semelhantes com média de 2 a 3 cm de comprimento, 3,5 a 5 mm de largura, e 1,2 a 1,5 mm de espessura para a mesma espécie.

No que diz respeito ao peso de 1000 sementes recém-colhidas, com grau de umidade de 39,7%, foi em média, de 50g, correspondendo a 20.000 sementes por quilograma. Tais dados diferem dos encontrados por Silva (2006), que foi em média de 56.338 sementes em lotes com 11,05% de umidade.

Na tabela 3, verificam-se de acordo com o grau de umidade final oscilações em função dos ganhos e perdas da umidade relativa do ar e da temperatura nessas condições, sobretudo, do tipo de embalagem utilizada.

**Tabela 3** – Percentagem de umidade das sementes de cedro (*Cedrela odorata* L.) no período inicial (P<sub>0</sub>) e final (P<sub>3</sub>), acondicionadas em diferentes embalagens e ambientes, em Manaus (AM).

Embalagem	Ambiente (temperatura)	Período de armazenamento (meses)	
		P <sub>0</sub>	P <sub>3</sub>
Saco Plástico	Geladeira	39,7	44,3
	Ambiente natural	39,7	42,7
Saco de Papel	Geladeira	39,7	33,2
	Ambiente natural	39,7	22,1

P<sub>0</sub>: testemunha; P<sub>3</sub>: 9 meses de armazenamento.

Para a embalagem de saco de papel, tanto na condição ambiente natural como em geladeira, observa-se uma redução do grau de umidade quando comparadas com a umidade inicial (Tabela 3). Essa redução deve-se ao tipo de embalagem utilizada, pois a mesma permite uma livre troca de vapor d'água da semente com o ambiente circundante (GARCIA e LIMA, 2000).

Quanto à embalagem saco de polietileno nota-se o oposto, as sementes obtiveram ganho de água, independente do ambiente em que foram mantidas (Tabela 3), sendo que, os teores de água permanecem próximos àqueles das sementes frescas. Esse fato deve-se à impermeabilidade conferida pelo polietileno à embalagem, impedindo que a umidade das sementes atingisse o equilíbrio com a umidade do ambiente. Resultado que concorda com Nery (2006) ao afirmar que a utilização da embalagem de saco de polietileno, na conservação de jacareúba (*Calophyllum brasiliense* Cambess.), atenua a redução do grau de umidade ao longo do tempo de armazenamento.

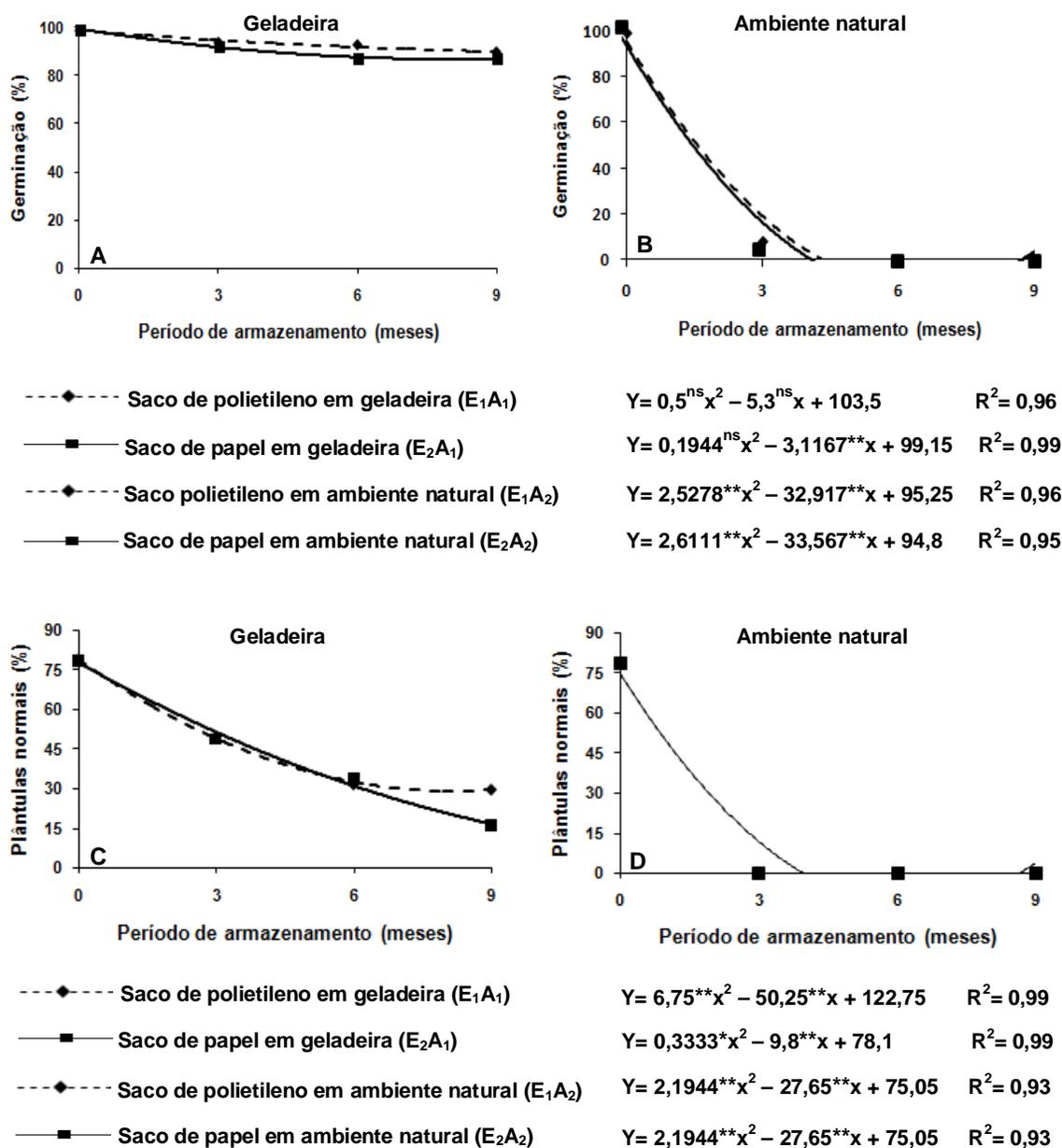
Kano et al. (1978) descreve, para as sementes da espécie *Tabebuia* sp., que o acondicionamento em sacos plásticos o teor de umidade das sementes aumentou lenta e gradativamente no transcorrer do período de armazenamento, tanto em câmara fria quanto em ambiente.

## **5.2. Experimento I: Efeito de embalagens, condições de ambiente e períodos de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de cedro.**

Analisando as curvas ajustadas para a germinação (Figura 5A), observa-se um decréscimo com efeito polinomial de segundo grau nas sementes acondicionadas na condição de geladeira ( $A_1$ ), tendo mantido a porcentagem de germinação acima de 80%, tanto para a embalagem de papel ( $E_2$ ) quanto de polietileno ( $E_1$ ). De acordo com a análise estatística, as duas embalagens não apresentaram diferenças significativas (Tabela 4), no entanto, a embalagem de polietileno obteve um menor declínio de germinação que a embalagem de papel. Certamente, a combinação de temperatura baixa com a alta umidade relativa do ar, juntamente com a embalagem de polietileno (semipermeável), proporcionou condições mais favoráveis, o que minimizou a velocidade de deterioração das sementes. Resultados semelhantes foram observados por Nery (2006), que definiu a embalagem saco de polietileno a mais adequada, por manter viáveis sementes de jacareúba (*Calophyllum brasiliense* Cambess) pelo período de 9 meses, armazenadas em câmara fria.

Na condição ambiente natural ( $A_2$ ), as curvas ajustadas revelam que as sementes de cedro tiveram uma queda acentuada na germinação independente do tipo de embalagem de acondicionamento (Figura 5B). Nota-se, nessa condição de armazenamento, que as sementes tiveram comportamento semelhante entre si, com valores de germinação condicionados pelos períodos de armazenamento, atingindo valores nulos já no quarto mês de armazenamento. Estes resultados estão em concordância com os obtidos por Fowler e Carpanezi (1998a), quando ressaltam que o armazenamento em sala de laboratório (ambiente não controlado) foi

desfavorável para a manutenção da viabilidade das sementes de angico-gurucaia (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan), antes dos 12 meses de armazenamento.



**Figura 5** – Germinação de sementes e a produção de plântulas normais de cedro (*Cedrela odorata* L.), acondicionadas em diferentes embalagens e condições ao longo de quatro períodos de armazenamento (x, em meses).

ns: não significativo;

\* e \*\*: significativo a 5% e 1% de probabilidade;

A; C: E<sub>1</sub>E<sub>2</sub>/A<sub>1</sub> – embalagem de plástico e de papel na condição de geladeira;

B; D: E<sub>1</sub>E<sub>2</sub>/A<sub>2</sub> – embalagem de plástico e de papel na condição de ambiente natural;

No que diz respeito ao vigor das sementes, avaliado por meio dos resultados da porcentagem de plântulas normais, obtidas no teste de germinação, observa-se que o vigor das sementes (Figuras 5C e 5D) apresenta um comportamento semelhante ao de germinação, sendo, contudo, a formação de plântulas normais inferior a germinação já a partir do período zero ( $P_0$ ). Esses resultados permitem inferir que o lote de sementes trabalhado apresentava sementes pouco vigorosas, ou seja, um lote com baixa qualidade inicial. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), o vigor das sementes tem consequências importantes no armazenamento destas, pois quanto menor o vigor das sementes, mais baixo será o potencial de armazenamento.

Para o armazenamento na condição de geladeira ( $A_1$ ), de acordo com as curvas ajustadas para plântulas normais, os dados revelaram como na germinação efeito polinomial de segundo grau para ambas as embalagens (Figura 5C). Entretanto, quando é feita a comparação da germinação e do vigor nos mesmos períodos de armazenamento, verifica-se maiores perdas de vigor. O fato das sementes terem sido embaladas com o grau de umidade inicial alto (Tabela 3) pode ter contribuído para que a queda no vigor fosse acentuada nessas condições.

Considerando o comportamento do vigor nas duas condições de armazenamento (geladeira e ambiente natural), observa-se que a condição geladeira obteve menor perda de vigor que a condição ambiente natural (Figura 5C e 5D). Da mesma forma, Souza et al. (2005a) constataram que as sementes de ipê-amarelo mantidas em refrigerador apresentaram menor redução no vigor ao longo do armazenamento, em relação àquelas armazenadas no laboratório (condições naturais).

Para o armazenamento na condição ambiente natural ( $A_2$ ), a figura 5D ilustra um declínio do vigor similar para os dois tipos de embalagens, apresentando perda completa a partir do terceiro mês de armazenamento ( $P_1$ ). A redução no vigor das sementes, em ambiente natural, pode ser explicada pelo declínio do poder germinativo das sementes de cedro armazenadas nessas condições (Figura 5B). Segundo Vieira e Carvalho (1994), o processo de deterioração das sementes durante o armazenamento ocasiona uma queda progressiva na porcentagem de plântulas normais. Resultados também constatados com sementes de monjoleiro (*Acacia polyphylla* DC.) por Araújo Neto et al. (2005) e fruto-de-pombo (*Rhamnus sphaerosperma* Swartz) por Medeiros e Zanon, (1998a). De acordo com Carneiro e Aguiar (1993), as condições de ambiente natural aumentam as atividades respiratórias das sementes e reduzem a qualidade das mesmas, como consequência do esgotamento de suas reservas.

Às percentagens de germinação e plântulas normais das sementes de cedro para os fatores condição de conservação, tipo de embalagem e período de armazenamento, estão ilustrados na tabela 4.

**Tabela 4** – Percentagens de germinação e plântulas normais obtidas de sementes de cedro (*Cedrela odorata* L.) armazenadas em condição de geladeira e ambiente natural, acondicionadas em sacos de polietileno e em sacos de papel, durante quatro períodos de armazenamento.

Tratamentos		Germinação (%)	Plântulas normais (%)
<b>Ambiente:</b>	<b>A<sub>1</sub></b>	92 a	41 a
	<b>A<sub>2</sub></b>	16 b	11 b
<b>Embalagem:</b>	<b>E<sub>1</sub></b>	60 a	34 a
	<b>E<sub>2</sub></b>	59 a	32 a
<b>Período:</b>	<b>P<sub>0</sub></b>	99 a	79 a
	<b>P<sub>1</sub></b>	50 b	25 b
	<b>P<sub>2</sub></b>	45 c	16 c
	<b>P<sub>3</sub></b>	44 c	11 d

A<sub>1</sub>: geladeira; A<sub>2</sub>: ambiente natural; E<sub>1</sub>: saco de polietileno; E<sub>2</sub>: saco de papel; P<sub>0</sub>: testemunha; P<sub>1</sub>: 3 meses de armazenamento; P<sub>2</sub>: 6 meses de armazenamento; P<sub>3</sub>: 9 meses de armazenamento.

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

Analisando o fator condição de armazenamento, verifica-se que houve diferenças significativas na germinação e no vigor das sementes para as duas condições estudadas, o que se confirma nas análises dos valores absolutos (Figura 5). Conforme as análises, a condição geladeira se apresenta mais favorável do que a condição de ambiente natural. O armazenamento em geladeira proporcionou menor redução na germinação e no vigor, estando de acordo com Floriano (2004). Para este autor, as condições de baixa temperatura são as mais recomendadas para armazenar sementes ortodoxas.

Para o fator embalagem, apesar das embalagens utilizadas apresentarem diferentes características com relação às trocas de vapor d'água, elas comportaram-se de maneira semelhantes nas duas condições de ambiente, ou seja, de acordo com os resultados das análises dos valores de germinação e de vigor (Tabela 4), não houve diferenças significativas entre as duas embalagens. Estes resultados condizem com os verificados por Cabral et al. (2003) para sementes de para-tudo (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore.), os quais referem que as embalagens utilizadas no armazenamento mantiveram a viabilidade das sementes por até 120 dias.

Matos et al. (2008) também não verificaram diferenças para as embalagens papel e polietileno no armazenamento de pau-de-jandada (*Apeiba tibourbou* Aubl.) na condição de ambiente não controlado, enquanto que na condição ambiente controlado a embalagem polietileno se apresentou mais adequada para a conservação de sua viabilidade.

Na tabela 4, observa-se redução da germinação e vigor com o período de armazenamento, fato este verificado também para outras espécies (SANTOS e CESAR de PAULA, 2007; DEGAN et al., 2001; FOWLER e CARPANEZZI, 1998b;

MEDEIROS e ZANON, 1998b). A figura 5 ilustra o desempenho da germinação e do vigor no decorrer do armazenamento, comprovando as afirmações de Delouche et al. (1973) de que a deterioração é inevitável e irreversível, sendo a velocidade das transformações degenerativas dependente das condições nas quais a semente foi exposta antes e após a colheita e também durante a secagem, beneficiamento e nas condições de armazenamento.

Fazendo-se o desdobramento da interação ambientes de armazenamento, dentro dos períodos de armazenamento para germinação e vigor, têm-se os dados na tabela 5.

**Tabela 5** – Interação período de armazenamento x ambiente sobre a germinação e produção de plântulas normais obtidas de sementes de cedro (*Cedrela odorata* L.).

Período	Germinação (%)		Plântulas normais (%)	
	Geladeira	Ambiente	Geladeira	Ambiente
P <sub>0</sub>	99 A a	99 A a	79 A a	79 A a
P <sub>1</sub>	93 A ab	6 B b	49 A b	0 B b
P <sub>2</sub>	90 A ab	0 B c	33 A c	0 B b
P <sub>3</sub>	88 A b	0 B c	23 A d	0 B b

P<sub>0</sub>: testemunha; P<sub>1</sub>: 3 meses de armazenamento; P<sub>2</sub>: 6 meses de armazenamento; P<sub>3</sub>: 9 meses de armazenamento.

Obs.: Letras maiúsculas nas linhas comparam ambientes dentro de cada período de armazenamento e letras minúsculas nas colunas comparam médias dentro de cada período de armazenamento, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As interações entre os fatores período de armazenamento e condição de armazenamento foram significativos em relação à germinação e vigor das sementes (Tabela 1A e 4A do Apêndice). De modo geral, nota-se que as sementes que ficaram armazenadas na geladeira apresentaram germinação e vigor superior ao das armazenadas no ambiente natural (Tabela 5). O comportamento constatado parece indicar que o armazenamento das sementes de cedro na condição ambiente natural (24 a 26°C e 70 a 80%UR), pode ser crítico por períodos superiores a 30 dias. Este fato pode ser devido, possivelmente, as altas temperaturas e umidade relativa do ar na condição de ambiente natural. Confirmado por Medeiros e Zanon

(1998c), ao relatar que a perda de qualidade fisiológica das sementes armazenadas em condições ambientais, pode ser devida à variação da umidade, da temperatura do ambiente e à proliferação de fungos de armazenamento. A ação desses microrganismos, desde que haja condições de umidade e temperatura, pode, conforme Carvalho e Nakagawa (2000), acelerar a taxa de deterioração das sementes.

O percentual de germinação e vigor das sementes armazenadas em ambiente natural nos períodos  $P_1$  (3 meses),  $P_2$  (6 meses) e  $P_3$  (9 meses) apresentaram uma redução significativa comparadas ao período  $P_0$  (testemunha) (Tabela 5). Já sob a condição geladeira, a germinação e o vigor das sementes diferiram significativamente entre os períodos  $P_0$  e  $P_3$ . Contudo, na comparação isolada do  $P_0$  e  $P_3$  com os demais períodos, observa-se que não houve diferença significativa. Esse resultado aponta que as sementes de cedro mantiveram o poder germinativo ao longo do armazenamento nessa condição.

Essas observações indicam ser conveniente o armazenamento das sementes dessa espécie sob refrigeração, em decorrência provavelmente das condições mais favoráveis de temperatura e umidade da geladeira. Confirmado também por Scalon et al. (2004), os autores encontraram resultado similar para uvaia (*Eugenia uvalha* Cambess), chegaram a recomendar o armazenamento da espécie por 90 dias sob refrigeração. Santana e Carvalho (2006) relataram em seu trabalho que as sementes de carqueja (*Baccharis trimera* (Less.) DC.) acondicionadas em geladeira apresentaram melhor conservação, independentemente da embalagem utilizada.

Entretanto, em relação ao percentual de vigor das sementes armazenadas em geladeira (Tabela 5), nota-se uma redução significativa do valor inicial do vigor das sementes no decorrer dos demais períodos de armazenamento ( $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$ ),

indicando que quanto mais tempo as sementes de cedro permanecem armazenadas mais há redução no vigor, o que pode ser explicado pelo avanço no processo de deterioração. Segundo Vieira e Carvalho (1994), o processo de deterioração das sementes, durante o armazenamento, ocasiona uma queda progressiva na porcentagem de plântulas normais.

Os resultados observados neste trabalho são similares aos obtidos por Nery (2006) que, estudando o armazenamento de sementes de jacareúba (*Calophyllum brasiliense* Cambess), observou queda acentuada no vigor das sementes ao longo do armazenamento na condição de câmara fria. Pontes et al. (2006) da mesma forma, em estudo da influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.), verificaram redução significativa no vigor das sementes com o aumento do tempo de armazenamento.

### 5.3. Experimento II: Formação de mudas

#### 5.3.1. Análise química dos substratos

Na tabela 1, encontram-se os dados referentes aos atributos químicos dos solos antes da aplicação dos tratamentos (vide material e métodos) e, na tabela 6, os dados referentes aos atributos químicos dos solos após o período de 30 dias de incubação dos tratamentos. Comparando os resultados das duas tabelas, observa-se que os tratamentos promoveram alterações em diferentes magnitudes nos atributos do solo.

**Tabela 6** – Atributos químicos das parcelas experimentais em função dos tratamentos, antes do transplântio.

	Tratamentos							
	EB	Cal	FC	NPK	Cal+FC	FC+NPK	Cal+NPK	Cal+FC+NPK
<b>pH (1)</b>	6,86 a	5,33 c	4,72 d	4,84 d	5,48 c	4,77 d	5,74 b	5,86 b
<b>Al<sup>3+</sup> (2)</b>	0,00 c	0,03 c	0,17 b	0,61 a	0,04 c	0,17 b	0,00 c	0,00 c
<b>Ca<sup>2+</sup> (2)</b>	2,66 a	0,61 f	1,40 d	0,42 g	1,86 b	1,60 c	0,87 e	1,87 b
<b>Mg<sup>2+</sup> (2)</b>	3,39 a	0,44 b	0,6 b	0,8 b	0,28 b	0,6 b	0,49 b	0,29 b
<b>H+Al (3)</b>	1,24 d	1,32 cd	4,08 a	2,31 bc	2,71 b	4,14 a	1,13 d	2,52 b
<b>P (4)</b>	366 ab	10,0 c	215 bc	21,33 c	379 ab	484 a	22,67 c	385 ab
<b>K (4)</b>	933 a	15,33 b	19,0 b	18,67 b	14,07 b	17,00 b	24,33 b	15,33 b
<b>t (5)</b>	8,47 a	1,12 b	1,66 b	1,06 b	2,21 b	1,88 b	1,43 b	2,21 b
<b>T (6)</b>	9,71 a	2,42 c	5,57 b	2,76 c	4,88 b	5,84 b	2,55 c	4,73 b
<b>V (7)</b>	86,91 a	46,15 b	26,76 c	17,08 c	44,51 b	29,28 c	56,38 b	47,03 b
<b>m (8)</b>	0,00 c	2,33 c	10,03 b	37,56 a	1,79 c	8,87 b	0,00 c	0,00 c
<b>MO (9)</b>	64,57 a	9,28 bc	9,04 c	9,88 b	9,32 bc	10,05 b	10,25 b	9,52 bc
<b>C (9)</b>	37,54 a	5,39 bc	4,98 c	5,75 b	5,42 bc	5,85 b	5,96 b	5,54 bc
<b>N (10)</b>	3,28 a	0,74 b	0,89 b	0,72 b	0,73 b	0,73 b	0,75 b	0,75 b

(1) pH em água, relação 1:2,5.

(2) Al<sup>3+</sup>: alumínio trocável; Ca<sup>2+</sup>: cálcio trocável; Mg<sup>2+</sup>: magnésio trocável, expresso em cmol<sub>e</sub>/kg<sup>-1</sup>.

(3) H + Al: acidez potencial, extração acetato de cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0.

(4) Extrator Mehlich- 1, expresso em mg/dm<sup>3</sup>.

(5) t: capacidade de troca de cátions efetiva, expressa em cmol<sub>e</sub>/kg<sup>-1</sup>.

(6) T: capacidade de troca catiônica a pH 7,0, expressa cmol<sub>e</sub>/kg<sup>-1</sup>.

(7) V: percentagem de saturação por bases.

(8) m: percentagem de saturação de alumínio.

(9) MO: C (carbono orgânico) x 1,724 – Walkley-Black, expressa em g/kg.

(10) N: nitrogênio, expressa em g/kg.

Obs.: As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

De acordo com a análise das tabelas 1 e 6, o tratamento T<sub>1</sub> (EB) juntamente com os tratamentos na presença de calagem, T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) promoveram a elevação do pH. Com destaque para o tratamento T<sub>1</sub>, onde se verificou os maiores valores de pH (Tabela 6). Esse aumento dos valores de pH em solos ácidos, quando submetidos à aplicação de adubo orgânico, pode ser atribuído à aplicação de humatos alcalinos (KIEHL, 1985), produção de hidroxilas (OH<sup>-</sup>), quando o oxigênio da solução do solo atua como receptor de elétrons provenientes da oxidação microbiana do carbono (MATTIAZZO – PREZOTTO, 1992); complexação do H<sup>+</sup> e Al<sup>3+</sup> pela carga orgânica do composto (OLIVEIRA, 2000), ou ainda, devido ao aumento nos teores de cátions trocáveis do solo Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, que ocupam o lugar de cátions ácidos Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup>, resultando na precipitação de Al<sup>3+</sup> (BARROS, 2001). Isto concorda com os resultados de autores como Casagrande Jr. et al. (1996) com a utilização de materiais orgânicos, Abreu Jr. et al. (2000) e Mantovani et al. (2005) com aplicação de composto de lixo urbano e Silva (2005) com a utilização de esterco líquido de gado.

No caso da aplicação dos tratamentos T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK) e T<sub>6</sub> (FC+NPK), quando comparados ao solo sem tratamento, esses praticamente não promoveram alterações no pH do solo (Tabela 1 e 6). Tais resultados estão dentro do esperado, haja vista que a FC e o NPK não são corretivos da acidez do solo. Barros (2001), em estudo da calagem e adubação para a formação de mudas de mogno, também observou o mesmo efeito para o atributo pH do solo com a utilização de FC e NPK.

Em relação aos valores de acidez potencial (H + Al), Al trocável (Al<sup>3+</sup>) e percentagem de saturação por Al (m) (Tabela 6), observa-se de fato comportamento inverso ao pH, ou seja, os demais componentes de acidez apresentaram redução em função da aplicação dos tratamentos. Constatando valores mais significativos no

T<sub>1</sub> (EB) e T<sub>7</sub> (Cal+NPK). Este efeito pode ser devido as reações de hidrólise e formação de precipitado Al (OH)<sub>3</sub> com a aplicação de calcário e a complexação do Al<sup>3+</sup> com compostos orgânicos, respectivamente.

A relação inversa ao pH, dos atributos acidez potencial e Al no solo, também foi citada por Alcântara et al. (2007); Theodoro et al. (2003) e Nascimento (2007). Os autores mencionam que o aumento do pH, pode ter ocasionado o decréscimo no teor de Al no solo, além dos efeitos de neutralização da acidez e do Al pela adição de composto orgânico.

Os resultados quanto aos atributos Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>3+</sup>, P e K foram, como já observados em outros trabalhos na aplicação de corretivos, adubos químicos e orgânicos (ALBUQUERQUE et al., 2003; FLORES et al., 2007; NASCIMENTO, 2007), os teores apresentaram elevação, sendo isso, revelado com maior ênfase no T<sub>1</sub> (EB). Uma das principais implicações dos aumentos dos teores Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>3+</sup>, P e K, conforme Kiehl (1985), deve-se à liberação de elementos químicos como N, P, K, Ca e Mg, no processo de decomposição da matéria orgânica, os quais deixam a forma imobilizada e passam para a forma mineralizada, disponível às plantas.

O efeito da aplicação do esterco bovino, também foi notado nos atributos CTC efetiva (t) e CTC total (T) mostrando-se em evidência, comparado aos demais tratamentos (Tabela 6), o que pode estar relacionado com o aumento do pH e dos teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>3+</sup> e K. Em concordância com esses resultados, Melo et al. (1997) e Ferro Neto (1994) atribuíram o aumento da CTC ao acréscimo de cargas negativas provenientes da matéria orgânica contida no composto de lixo urbano. Isto também concorda com os resultados observados por Brito et al. (2005) e Oliveira et al. (2009).

Em relação à saturação de bases (V%), o efeito dos tratamentos foi acentuado, comparado ao solo sem a adição dos tratamentos (Tabela 6). Sendo que esse resultado foi ainda mais relevante no T<sub>1</sub> (EB), como já observado em outros atributos nesse trabalho. Essas médias elevadas, para saturação de bases, podem ser explicadas pelos efeitos positivos dos tratamentos sobre os valores de pH e os teores de H + Al, em função das quantidades crescente de Ca e Mg adicionadas ao substrato. Com isso houve incrementos nos valores de saturação de bases (V%). Resultado semelhante aos encontrados por Nascimento (2007) e Abreu et al. (2005).

No que se refere aos teores de MO, nota-se que o tratamento T<sub>1</sub> (EB) proporcionou aumento expressivo desse atributo no substrato (Tabela 1 e 6), o que era esperado, pois esse resultado reflete necessariamente a matéria orgânica que é adicionada com o esterco bovino. Estando de acordo com resultados encontrados por Alves et al. (1999); Abreu Jr. et al. (2002); Mantovani et al. (2005) e Cunha (2006).

No caso dos demais tratamentos, observam-se um discreto aumento nos teores de matéria orgânica. Como esses tratamentos não adicionam matéria orgânica no solo, o discreto aumento pode ser atribuído possivelmente à melhor condição de pH, a maior disponibilidade de nutrientes e a multiplicação da biomassa microbiana. Concordando com os resultados relatados por Cunha (2006), que observou aumento nos teores de MO mesmo não havendo adição desta, possivelmente devido às melhores condições dos outros atributos do solo.

Ao se analisar o comportamento dos teores de C (Carbono) e N (Nitrogênio) nos tratamentos (Tabela 6), verifica-se uma diferença significativa entre o T<sub>1</sub> (EB) e os demais tratamentos. O tratamento T<sub>1</sub> (EB) levou a um maior valor de C e N, o que provavelmente, se deveu a adição do esterco bovino, visto que, segundo Kiehl

(1985), esses nutrientes entre outros podem ser encontrados em diferentes magnitudes na matéria orgânica. Entretanto, Loureiro et al. (2007) verificaram que a adição de esterco bovino não alterou o conteúdo de N e C orgânico. Os autores atribuíram o fato ao produto da compostagem que provavelmente estava praticamente estável. Por outro lado, Figueiredo Junior et al. (2002) encontraram resposta diferenciada dos teores de C e N com a adição de esterco bovino. Os autores observaram que o tratamento com esterco bovino mostra o menor teor de C, sendo estatisticamente inferior aos demais tratamentos, enquanto os teores de N encontraram os maiores valores superando estatisticamente os demais tratamentos. Isso indica que, a composição do esterco bovino e conseqüentemente seu efeito no solo, pode ser variável, o que é confirmado por Kiehl (1985) quando menciona que a composição dos esterco bovinos é influenciada por vários fatores como a raça, a idade, a alimentação, além de outros mais.

### 5.3.2. Absorção de nutrientes

De acordo com a análise de variância (Tabela 6B do Apêndice), é possível averiguar que houve efeito dos tratamentos sobre os conteúdos de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea das mudas de cedro. Observando que os maiores conteúdos estão associados ao tratamento T<sub>1</sub> (EB).

**Tabela 7** – Conteúdo de macronutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.), aos 100 dias após transplântio.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
<b>EB</b>	21,52 a	2,45 a	28,34 a	7,09 a	2,41 a	1,42 a
<b>Cal</b>	0,44 b	0,03 e	0,63 b	0,33 e	0,07 b	0,06 c
<b>FC</b>	1,17 b	0,54 bc	1,99 b	2,12 b	0,15 b	0,25 bc
<b>NPK</b>	0,64 b	0,18 cde	1,09 b	0,89 cde	0,08 b	0,14 c
<b>Cal + FC</b>	1,00 b	0,45 bcd	1,65 b	1,97 bc	0,22 b	0,23 bc
<b>FC + NPK</b>	1,55 b	0,60 b	2,51 b	2,36 b	0,18 b	0,37 b
<b>Cal + NPK</b>	0,75 b	0,09 de	1,10 b	0,71 de	0,14 b	0,11 c
<b>Cal + FC + NPK</b>	0,94 b	0,29 bcde	1,53 b	1,48 bcd	0,16 b	0,22 bc

Obs.: As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

Para o conteúdo de nitrogênio (N), através do teste de média, observa-se que as mudas submetidas ao tratamento T<sub>1</sub> (EB) apresentaram os maiores conteúdos de N (Tabela 7), diferindo significativamente dos demais tratamentos. Isso, possivelmente, se deve ao fato do maior teor de N do solo, ora estudado, está no tratamento com a presença de esterco bovino (T<sub>1</sub>), como já visto anteriormente (Tabela 6). Esse resultado era esperado visto que, Cunha (2006), certifica que, na maioria dos adubos orgânicos, o N é o nutriente mais abundante, apresentando-se como constituinte de moléculas orgânicas que, com o processo de mineralização, liberam esse nutriente dentre outros em forma de minerais assimiláveis pelas plantas.

Acréscimos nos teores de N em espécies arbóreas foram observados também por Araújo (2005); Dantas (2005); Santos (2008) e Guirado Artur (2006) os autores notaram que as mudas submetidas aos tratamentos com a presença de esterco bovino apresentaram os maiores estoques de N.

No caso dos demais tratamentos, inversamente ao que se observa para o tratamento T<sub>1</sub> (EB) (Tabela 7), o conteúdo de N determinado, foram significativamente inferior a este. Isso indica que a adição de corretivo e a adubação mineral pouco contribuíram na disponibilidade desse nutriente às plantas.

Todavia, é importante destacar que, apesar dos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal + FC), T<sub>6</sub> (FC + NPK), T<sub>7</sub> (Cal + NPK) e T<sub>8</sub> (Cal + FC + NPK) não diferirem estatisticamente entre si, observa-se que os tratamentos com presença de fosfatagem corretiva expressam maiores valores de N que os tratamentos com ausência. Com isso, supõe-se que possivelmente a presença de fosfatagem corretiva tenha promovido a maior disponibilidade de N às plantas, que, segundo Barros (2001), tal fato deve-se à interação positiva de fósforo e nitrogênio. Duboc et al. (1996) e Tucci et al. (2007) registraram resultados semelhantes com mudas de óleo copaíba e mogno, respectivamente.

Em contrapartida, em termo de valores, o menor conteúdo de N na parte aérea de mudas de cedro foi verificado na aplicação isolada de calagem (T<sub>2</sub>), este comportamento é contraditório ao fato de que a adição de calagem promove a absorção de N, por consequência da maior mineralização de nitrogênio orgânico do solo em função da elevação do pH. Entretanto, Barros (2001) afirma que a utilização da calagem, apesar de ter diminuído a acidez do substrato, não foi eficiente para aumentar a disponibilidade de nitrogênio, contradizendo Silva (2004) que encontrou

resposta positiva à calagem na absorção desse nutriente, pois o teor N no tratamento com calagem foi superior ao sem calagem.

Para o fósforo (P), o maior conteúdo na parte aérea das mudas foi observado na presença do esterco bovino (T<sub>1</sub>), sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos (Tabela 7). Conforme se observa na tabela 6, apesar desse tratamento não promover os maiores teores de P no solo, o resultado corresponde ao que foi fornecido, e possivelmente essa resposta positiva ao fósforo, seja devido as melhores condições de pH e da presença de nitrogênio, pois, como visto anteriormente, este tratamento também foi superior nesses atributos. Dessa forma, esses atributos podem ter promovido aumento na disponibilidade de P para as plantas, e conseqüentemente favorecido a absorção. Fato esse comprovado por Barros (2001), ao inferir que maiores disponibilidade e absorção de fósforo, dependem das condições de pH do substrato e mais ainda de um suprimento de nitrogênio.

É preciso levar em conta, que a alta disponibilidade de P no solo dos tratamentos, com incorporação de esterco, deve-se em parte ao alto teor desse nutriente na biomassa do esterco incorporado (SILVA et al., 2007). Assim, o maior conteúdo de P na parte aérea de mudas de cedro submetidas ao tratamento T<sub>1</sub> (EB) já era um resultado esperado. Sendo confirmado por Santos (2008), em trabalho recente com a espécie guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz & Pavon), a autora observou que os tratamentos com o esterco bovino obtiveram os maiores teores de fósforo, apresentando valores acima da faixa adequada. O mesmo foi relatado por Guirado Artur (2006) para espécie jacareúba (*Calophyllum brasiliense* Cambess).

Quanto aos demais tratamentos, em geral, independente do fornecimento de P no solo, verifica-se que esses levaram a um menor conteúdo desse nutriente na

parte aérea das mudas. Comparados ao tratamento T<sub>1</sub> (EB), os valores mostram-se significativamente inferior. É possível que esses resultados estejam relacionados aos baixos valores de pH observados nesses tratamentos (Tabela 6), pois, de acordo com Osaki (1991), a disponibilidade do P diminui quando o pH está abaixo de 6,5 devido a precipitação.

Porém, ao analisar o comportamento do conteúdo de P entre esses tratamentos, embora não diferindo significativamente, verifica-se que os tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>4</sub> (NPK) e T<sub>7</sub> (Cal+NPK) obtiveram os menores valores. Deve-se notar que em termos de fornecimento de P no solo, esses tratamentos foram os que menos contribuíram na disponibilidade desse nutriente às plantas (Tabela 6), o que possivelmente explica os valores inferiores registrados na parte aérea de mudas submetidas a esses tratamentos. Segundo Novais e Smyth (1999), a absorção de fósforo por uma planta apresenta-se sensível ao fósforo solução (P-solução), ou seja, a maior absorção do nutriente ocorre com o aumento da concentração de fósforo na solução do solo.

Fatos que comprovam este comportamento podem ser visualizados na aplicação dos tratamentos T<sub>3</sub> (FC), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>6</sub> (FC+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK), nos quais se observa um fornecimento superior de P às plantas, conseqüentemente comparado aos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>4</sub> (NPK) e T<sub>7</sub> (Cal+NPK) apresentaram os maiores valores desse nutriente na parte aérea das mudas. De forma similar, Tucci et al. (2007) registraram maior quantidade de fósforo na parte aérea das mudas de mogno após a realização de adubação fosfatada, ou seja, quando proporcionou maior disponibilidade de P no solo. Também Mendonça et al. (1999) constataram que as maiores concentrações de fósforo nas folhas de aroeira-do-sertão

(*Myracrodruon urundeuva* Fr. All), ocorreram devido ao aumento da disponibilidade de fósforo ao substrato.

Em relação aos conteúdos de potássio (K), os resultados mostram que o esterco bovino influenciou significativamente, pois os valores encontrados de K na parte aérea de mudas submetidas ao tratamento T<sub>1</sub> (EB) foram superior, comparado aos demais tratamentos (Tabela 7), evidenciando que a quantidade de K na parte aérea reflete o alto teor fornecido pelo tratamento (Tabela 6). Segundo Rodrigues e Casali (1998), o aumento crescente de K se deve ao fato do potássio, está facilmente disponível nos adubos orgânicos. Também Kiehl (1985) salienta que o potássio por não participar de combinações orgânicas na planta, é um elemento ativo, porém, em forma livre, conseqüentemente é prontamente liberado para o solo quando restos vegetais são a ele incorporados.

Alguns autores encontraram resultados semelhantes ao desse trabalho, como Cunha et al. (2006) constatando que houve tendência de maior acúmulo de K na parte aérea de mudas de *Acácia sp.*, no substrato com esterco bovino. E Souza et al. (2005b) quando verificou que no substrato que recebeu composto orgânico, foi o qual apresentou os maiores teores de K na parte aérea de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.).

Quanto aos outros tratamentos, percebe-se para as mudas de cedro que a aplicação desses tratamentos pouco influenciou sobre o conteúdo de K, pois os valores observados são relativamente inferiores ao tratamento T<sub>1</sub> (EB). Tudo indica que os baixos valores detectados sejam devido à participação pouco expressiva desse nutriente na solução dos substratos em estudo (Tabela 6). Silva Júnior (2006) constatou que a aplicação de doses crescentes de potássio apresentou uma maior absorção desse nutriente, quando comparadas à testemunha.

Quando se compara a magnitude de conteúdo de K nesses tratamentos, apesar de não haver diferenças estatísticas significativas, observa-se que o tratamento T<sub>2</sub> (Cal) quando comparado aos demais apresentou o menor valor de conteúdo (Tabela 7). Tal fato pode estar relacionado ao efeito antagônico entre cálcio-potássio, onde a disposição elevada de cálcio diminui a absorção de potássio (OSAKI, 1991). Rodrigues et al. (1995), Tucci et al. (2002) e Sena (2008) mencionaram um decréscimo no conteúdo de K em mudas de trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) e angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke), respectivamente, com a aplicação de calagem.

O tratamento T<sub>1</sub> (EB) também favoreceu maior acúmulo de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na parte aérea de cedro (Tabela 7). Consequência, provavelmente, dos maiores teores encontrados destes nutrientes no tratamento com esterco bovino (Tabela 6). Esse comportamento é confirmado por Vitti et al. (2006), ao citar que um aumento na concentração de Ca<sup>2+</sup> na solução do solo leva ao aumento no conteúdo de Ca nas folhas. E o fornecimento de Mg às plantas, de maneira geral, depende da sua concentração e disponibilidade no solo. Kiehl (1985) enfatiza que a matéria orgânica oferece valiosa contribuição no fornecimento de cálcio e magnésio, pois os elevados teores em húmus no solo garantem o suprimento desses elementos às raízes. Os resultados encontrados estão de acordo com os obtidos para ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) por Souza et al. (2005a) e para guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz et Pavon.) por Santos (2008). Os autores notaram que na presença de matéria orgânica os teores de Ca e Mg foram maiores, alcançando valores acima da faixa adequada.

Com a adição dos demais tratamentos, para o conteúdo de Ca notam-se valores relativamente inferiores nos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal) seguido do T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e

T<sub>4</sub> (NPK) quando comparados ao tratamento T<sub>1</sub> (EB). Os resultados observados para os tratamentos T<sub>2</sub> (Cal) e T<sub>7</sub> (Cal+NPK) não foram como o esperado, pois na presença de calagem o fornecimento desse elemento tende a ser maior, conseqüentemente maior deverá ser o seu conteúdo na planta. Confirmado por Silva (2004), o qual relatou que nos tratamentos em que foi adicionada a maior dose de corretivo, foram encontrados os maiores valores de Ca. Todavia, os valores encontrados neste trabalho condizem com os teores muito baixos fornecidos pelos respectivos tratamentos as mudas de cedro tabela 6 (CFSEMG, 1999).

No caso do tratamento T<sub>4</sub> (NPK), é possível que o baixo conteúdo de Ca seja ocasionado pela presença de K, o qual pode ter manifestado o efeito antagônico, diminuindo dessa forma a absorção de Ca. O Cálcio é absorvido pelas raízes como Ca<sup>2+</sup>, podendo sua absorção ser diminuída por altas concentrações de K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no meio de cultivo (VITTI et al., 2006). De modo similar, Tucci et al. (2007) observou baixos conteúdos de Ca em mudas de mogno submetidas a aplicação isolada de NPK.

Para a absorção de Mg, da mesma forma que ocorreu para o Ca, a aplicação dos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>6</sub> (FC+NPK), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) não influenciaram no conteúdo desse nutriente na parte aérea das mudas, sendo significativamente inferior ao tratamento T<sub>1</sub> (EB). Isso pode ser atribuído ao efeito antagônico entre a absorção de K, Ca e Mg, pois, de acordo com Malavolta et al. (1985), existe um antagonismo entre K, Ca e Mg, onde o aumento da concentração de um desses elementos no meio implica na diminuição da absorção do outro. Alguns autores também relataram o efeito da inibição competitiva entre o K, Ca e Mg, em mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* (L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.) por Duboc (1996), em mudas de paricá

(*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) por Melo Marques et al. (2004) e por Sorreano (2006) em mudas de jequitibá (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze), embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec.) e embira de sapo (*Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl.). Contudo, ainda assim, os valores de conteúdo de Mg nas mudas de cedro condizem com os teores muito baixos e baixos fornecidos no substrato, como se vê na tabela 6 (CFSEMG, 1999).

Quando se relata a absorção de enxofre (S), observa-se o efeito relevante do tratamento T<sub>1</sub> (EB), não muito diferente do ocorrido para os demais macronutrientes, discutido anteriormente (Tabela 7). A aplicação do esterco bovino pode ter promovido uma maior disponibilidade de S para as mudas, favorecendo a sua absorção. Segundo Vitti et al. (2006), os dejetos de animais contêm teores de S variando de menos de 0,2 a até cerca de 3 g kg<sup>-1</sup>, obviamente o conteúdo varia consideravelmente, dependendo das espécies, do método de armazenamento e da aplicação. Em mudas de jacareúba (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) por Guirado Artur (2006), também se observou um aumento na concentração de S nas folhas, no tratamento que recebeu a maior dose de esterco bovino, sendo 43% superior à condição sem emprego de esterco.

Na aplicação dos outros tratamentos, a análise de médias mostrou que não houve diferenças significativas, sendo registrados conteúdos relativamente inferiores ao tratamento T<sub>1</sub> (EB). Ainda assim, em termos de valores, o tratamento T<sub>2</sub> (Cal) foi o que contribuiu menos para o acúmulo do conteúdo de S na parte aérea de mudas de cedro. Kliemann e Malavolta (1993) observaram que a mineralização, ou seja, a disponibilidade do S as plantas foi favorecida com a adição da calagem, contanto que o solo tenha estoques deste elemento capazes de serem liberados para as plantas, no processo de correção da acidez que impede a sua pronta mineralização.

Assim, tudo indica que o fato do T<sub>2</sub> (Cal) apresenta o menor conteúdo de S, decorrente do solo utilizado como terriço não apresentar estoque deste, conseqüentemente a menor disponibilidade de S ocasionou uma limitada absorção pelas mudas.

Silva et al. (1999) confirma os resultados obtidos neste trabalho, quando evidencia que a resposta do processo de mineralização do S à aplicação de calcário esteve associada aos solos com maiores teores de S total. Sena (2008), avaliando o efeito da calagem e da correção dos teores de Ca e Mg do solo sobre o crescimento de mudas de angelim-pedra, cedro e mogno, observou que a absorção de S não foi afetada com a aplicação do calcário, pois os conteúdos de S na parte aérea das plantas nos tratamentos com calcário foram estatisticamente iguais ao tratamento testemunha.

De modo geral, o tratamento T<sub>1</sub> (EB) foi o que teve maior contribuição na disponibilidade dos macros N, P, K, Ca, Mg e S para as mudas de cedro (Tabela 6), concomitantemente, a maior absorção pelas mudas de cedro, o que acaba por refletir nos valores superiores do conteúdo desses nutrientes na matéria seca da parte aérea das mudas (Tabela 7).

Na tabela 8, pelo que se observa, os maiores conteúdos de micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) estão associados ao tratamento T<sub>1</sub> (EB). Nota-se que houve diferença significativa na absorção pelas mudas deste tratamento e os demais tratamentos.

**Tabela 8** – Conteúdo de micronutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.), aos 100 dias após transplântio.

Tratamento	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg <sup>-1</sup>			
<b>EB</b>	0,0024 a	0,16 a	0,0199 a	0,0155 a
<b>Cal</b>	0,0002 b	0,02 bc	0,0004 b	0,0011 b
<b>FC</b>	0,0005 b	0,04 bc	0,0019 b	0,0027 b
<b>NPK</b>	0,0002 b	0,02 c	0,0008 b	0,0015 b
<b>Cal+FC</b>	0,0003 b	0,02 bc	0,0014 b	0,0018 b
<b>FC+NPK</b>	0,0005 b	0,05 b	0,0025 b	0,0032 b
<b>Cal+NPK</b>	0,0002 b	0,02 c	0,0005 b	0,0015 b
<b>Cal+FC+NPK</b>	0,0004 b	0,03 bc	0,0010 b	0,0022 b

Obs.: As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O maior acúmulo de cobre (Cu) na parte aérea de mudas de cedro submetidas ao tratamento T<sub>1</sub> (EB) decorre, possivelmente, em função dos maiores teores de matéria orgânica nesse substrato (Tabela 6). O Cu trocável é mais fortemente retido por radicais orgânicos que qualquer outro micronutriente, sendo que muitos dos complexos ou quelatos formados são solúveis (VALE et al., 1993). Este Cu complexado em compostos orgânicos tem um importante papel na regulação da mobilidade e disponibilidade do elemento no solo (RODRIGUES, 2004). O fato sustenta a afirmação de Dechen e Nachtigall (2006), que o Cu adsorvido pela matéria orgânica torna-se disponível as plantas a partir do processo de mineralização. Brehm et al. (2008) confirma que a presença de esterco bovino promoveu maiores acúmulos de Cu nas folhas das mudas.

No que diz respeito à menor absorção de Cu pelas mudas submetidas aos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) (Tabela 8),

provavelmente, a elevação do pH devido a presença da calagem tenha reduzido a disponibilidade deste nutriente, o que, conforme Malavolta (1985), pode ser resultado da formação de óxido e hidróxidos menos solúveis. Este efeito é confirmado por Silva et al. (2008) com sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn), para a qual verificou que houve uma redução na absorção de Cu em função da calagem. Contrastando resultados obtidos por Sena (2008) para angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducker) e mogno (*Swietenia macrophylla* King), a autora observou que a calagem não afetou a absorção deste nutriente, pois os tratamentos com calagem foram estatisticamente iguais aos demais tratamentos.

No caso dos tratamentos T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK) e T<sub>6</sub> (FC+NPK), o baixo conteúdo de Cu na parte aérea das mudas (Tabela 8), possivelmente tenha ocorrido devido à presença de P nos tratamentos, visto que, no processo de absorção da planta o P interage com Cu de forma antagônica (MALAVOLTA, 2004). Ainda, esse mesmo autor, cita que a presença de muito P no solo pode reduzir a absorção de Cu. Da mesma forma, Cintra (2004), relata que a aplicação no solo de altas doses de fosfato pode acentuar a deficiência de Cu.

Em trabalho com mudas de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All), Mendonça et al. (1999) verificaram que os tratamentos com omissão de P apresentaram maiores teores de Cu nas folhas. Resultado semelhante também foi observado por Ribeiro (2008), o autor verificou que sob omissão de P as mudas de cedro apresentaram teor de Cu superior aos demais tratamentos.

Em relação ao conteúdo de ferro (Fe), foram verificados os maiores valores na parte aérea de mudas de cedro submetidas ao tratamento T<sub>1</sub> (EB) (Tabela 8). A explicação está provavelmente no fato da adição do esterco bovino, que promoveu o aumento nos teores de matéria orgânica (Tabela 6). E, segundo Dechen e Nachtigall

(2006), o Fe tem sua disponibilidade influenciada pela matéria orgânica do solo, ao passo que teores adequados proporcionam melhor aproveitamento de Fe pelas plantas, devido às suas características acidificantes e redutoras, bem como à capacidade de determinadas substâncias húmicas para formar quelatos de ferro em condições adversas de pH, que conforme Kiehl (1985), a formação de quelado de ferro é uma das duas formas em que o micronutriente encontra-se prontamente assimilável pelas raízes. Da mesma forma, Oliveira et al. (2000) verificou que o ferro teve suas concentrações elevadas pela aplicação de esterco bovino e nos solos ricos em matéria orgânica.

Em contrapartida, o menor conteúdo de Fe é observado nos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>6</sub> (FC+NPK), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) (Tabela 8). Os resultados seguem a mesma tendência verificada para Cu, onde a elevação do pH nos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) e a presença de P nos tratamentos T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK) e T<sub>6</sub> (FC+NPK) pode ter contribuído na menor disponibilidade de Fe para as plantas. Conforme Abreu et al. (2007), o pH elevado e o excesso de P no solo e na planta, podem levar à deficiência de Fe. Esses resultados contradizem os encontrados por Silva et al. (2008), avaliando o efeito de doses crescentes de calcário na produção de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn), os autores observaram que a calagem não influenciou a absorção de Fe apresentando valores estatisticamente iguais a testemunha.

Os resultados dos conteúdos de manganês (Mn) apresentados na tabela 8 demonstram que o tratamento com esterco bovino favoreceu a absorção deste nutriente pelas mudas de cedro, pois na comparação com os outros tratamentos foi estatisticamente superior. Tal fato contradiz a literatura, pois, de acordo com relato

de Abreu et al. (2007), devido a formação de complexos estáveis entre matéria orgânica e Mn, os solos tendem a apresentar problemas de deficiência desse micronutriente. Todavia, Kiehl (1985) cita que a carência de manganês no solo pode ser em virtude de uma real deficiência ou por condições desfavoráveis à disponibilidade deste nutriente. E as adubações orgânicas concorrem para melhorar essas condições desfavoráveis.

Contrariamente ao obtido no tratamento T<sub>1</sub> (EB), são verificados nos demais tratamentos efeitos desfavoráveis nos conteúdos de Mn em mudas de cedro. Os tratamentos apresentaram valores bem abaixo dos obtidos no tratamento T<sub>1</sub> (EB). No caso dos tratamentos com a presença de calagem T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) os baixos valores podem ser explicados devido a elevação do pH, visto que, segundo Osaki (1991), a elevação do pH pode ocasionar a redução de Mn. Diferentemente, Silva (2004) observou que devido à calagem, os resultados dos teores de Mn demonstraram resposta positiva na absorção desse nutriente pelas mudas de mogno, pois os tratamentos com calagem foram estatisticamente superiores à testemunha.

Nos tratamentos T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK) e T<sub>6</sub> (FC+NPK) o baixo conteúdo de Mn nas mudas, provavelmente está relacionado à presença de Ca nesses tratamentos (Tabela 6). Visto que, segundo Malavolta et al. (1997), existe um efeito competitivo entre esses nutrientes, onde a elevada disponibilidade de um pode limitar a absorção de outro. Resultados semelhantes foram obtidos por Mendonça et al. (1999) em mudas de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* (Fr. All.) Engl.), por Marques et al. (2004) em mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) e por Sorreano (2006) em mudas de diferentes espécies florestais nativas, onde os tratamentos com omissão de Ca apresentaram os maiores teores de Mn.

No que se refere ao conteúdo de zinco (Zn), o esterco bovino refletiu efeito relevante na absorção desse nutriente, de forma que o tratamento T<sub>1</sub> (EB) proporcionou a obtenção de conteúdos mais elevados na parte aérea das mudas, diferenciando-se estatisticamente dos outros tratamentos. A justificativa para esse fato é a mesma dada à absorção dos micronutrientes citados anteriormente, ou seja, possivelmente se deve as melhores condições de matéria orgânica deste tratamento (Tabela 6). Ácidos fúlvicos, constituintes da matéria orgânica, formam quelatos com os íons Zn em uma ampla faixa de pH, desta forma aumentaram a solubilidade e consequentemente, a mobilidade deste elemento (KIEKENS, 1995 apud MOBRICCI, 2006). Entretanto, os resultados discordam do exposto por Abreu et al. (2007), os autores mencionam que o Zn associado a fração orgânica do solo leva a deficiência desse micronutriente, que pode ser, temporariamente, imobilizado pelos microorganismos do solo, especialmente quando da aplicação dos esterços.

Para os outros tratamentos, o baixo conteúdo de Zn parece ser consequência da baixa disponibilidade desse nutriente no solo. Este comportamento, no caso dos tratamentos com calagem T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK), pode ser atribuído a elevação do pH, reduzindo dessa forma o teor de Zn disponível no solo. O mesmo foi observado por Accioly et al. (2004), avaliando os efeitos da aplicação de doses de calcário em misturas de solo com proporções crescentes de Zn sobre o crescimento de *Eucalyptus* (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.). Eles verificaram que a adição de calcário elevou o pH, reduzindo o teor de Zn disponível no solo. Com a elevação do pH ocorre a diminuição das formas livres de Zn<sup>2+</sup> pela complexação do Zn com o OH<sup>-</sup> (SANTOS et al., 2002).

Enquanto para os tratamentos T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK) e T<sub>6</sub> (FC+NPK), o baixo conteúdo observado (Tabela 8) provavelmente seja devido à presença de P, o qual

reduz a disponibilidade de Zn e conseqüentemente sua absorção, por meio de dois mecanismos, os íons H<sup>+</sup> que inibem a absorção de Zn e/ou o fato do P promover a adsorção de Zn aos componentes do solo (LONERAGAN e WEBB, 1993 apud ARAÚJO e MACHADO, 2006).

### 5.3.3. Análise de características de crescimento

Na tabela 9, são apresentados os valores das características de crescimento de cedro analisadas ao término de 100 dias em resposta a aplicação de calagem, fosfatagem e adubação química e orgânica. Nota-se de maneira geral que os resultados apresentam diferenças significativas para os tratamentos. A tabela 8B (Apêndice) contém os resultados da anova que indicam, através do teste F, a significância das diferenças das médias dos tratamentos.

**Tabela 9** – Características de crescimento de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.), avaliadas 100 dias após transplântio em função dos tratamentos.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Nº de folhas	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	MSPA	MSR* ------(g)-----	MST
EB	17,48 a	12,94 a	7,83 a	1497,53 a	8,73 a	2,17 a	12,51 a
Cal	7,97 b	5,62 b	4,50 ab	69,26 b	0,39 c	1,15 c	0,69 c
FC	10,50 b	7,95 b	5,17 ab	222,00 b	1,43 bc	1,51 bc	2,71 bc
NPK	8,93 b	5,86 b	6,33 ab	122,75 b	0,61 bc	1,24 bc	1,15 bc
Cal+FC	10,02 b	6,50 b	5,00 ab	187,26 b	1,02 bc	1,36 bc	1,87 bc
FC+NPK	10,48 b	8,14 b	4,33 b	240,26 b	1,71 b	1,60 b	3,29 b
Cal+NPK	10,28 b	6,70 b	5,17 ab	160,81 b	0,78 bc	1,35 bc	1,60 bc
Cal+FC+NPK	10,08 b	7,17 b	4,67 ab	173,25 b	1,01 bc	1,46 bc	2,15 bc

\*: Dados transformados em  $\sqrt{x + 1}$

MSPA: matéria seca da parte aérea; MSR: matéria seca da raiz; MST: matéria seca total.

Obs.: As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

### 5.3.3.1. Altura das plantas

A aplicação do esterco bovino elevou os ganhos em altura das plantas. Após 100 dias, a resposta de crescimento em altura das mudas submetidas ao tratamento T<sub>1</sub> (EB) foi significativamente superior aos demais tratamentos, como observado na tabela 9, e se confirma na visualização da figura 6. Isso pode ser explicado pelas melhores condições de fertilidade desse substrato (Tabela 6), deixando os nutrientes prontamente disponíveis, e em função disso aumentou a absorção tanto de macro como micronutriente (Tabela 7 e 8), o que acaba por refletir em ganhos no crescimento em altura das mudas.

Segundo Araujo (2005), o efeito positivo do esterco bovino sobre a altura de plantas acredita-se que se deva não somente ao suprimento de nutrientes, mas também, a melhoria da fertilidade, e no fornecimento de água, proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes originalmente presentes. Para Filgueira (2000), a superioridade do esterco bovino se deve ao fato deste elevar a CTC, proporcionar retenção de umidade e de nutrientes, comprovado também por (GUIRADO ARTUR, 2006; PRESTES, 2007). A presença do esterco bovino proporcionou um aumento no crescimento em altura de *Acácia negra* (*Acácia mearnsii* De Wild.) por Leal et al. (2007) e para angelim (*Andira fraxiniflora* Benth.) por Carvalho Filho et al. (2004).

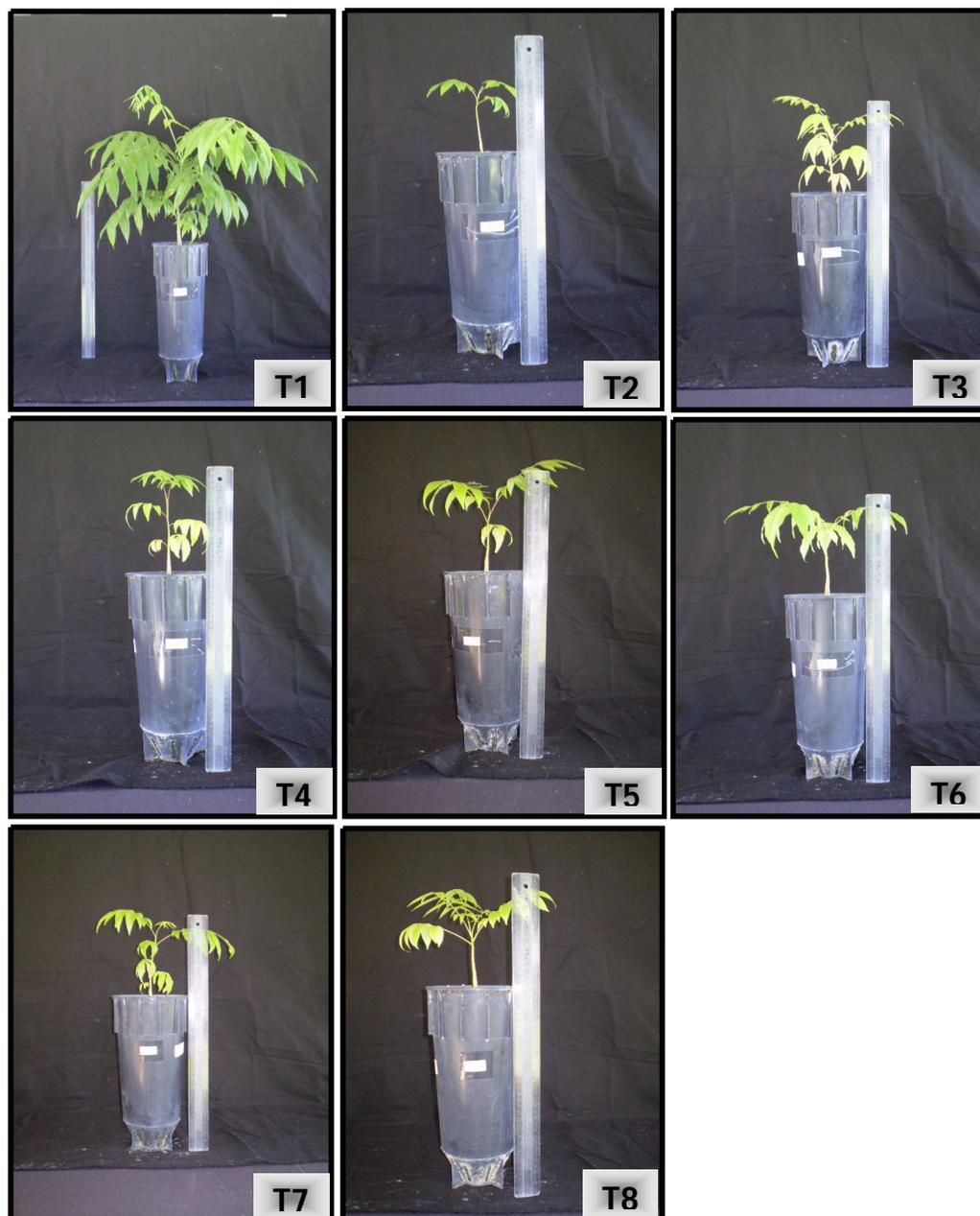
No caso dos demais tratamentos, os resultados demonstram que independente da aplicação isolada ou combinada dos respectivos tratamentos, o efeito destes não foi relevante, pois apresentaram médias de altura bem abaixo do considerado ideal (Tabela 9), que de acordo com Gonçalves et al. (2000) a faixa dentro do intervalo de 20 a 35 cm, corresponde a valores adequados para altura de mudas de plantas

florestais de boa qualidade. Possivelmente, as condições dos atributos químicos encontradas nesses substratos (Tabela 6) não tenha sido suficiente para atender a demanda das mudas. Isso sugere que o baixo rendimento em altura nesses tratamentos, se deve ao fato da maior exigência da espécie, a qual necessita para seu bom crescimento um substrato que tenha além da acidez corrigida, um elevado fornecimento de nutriente e uma boa estrutura física. Justificando o crescimento em altura mais acentuado nas plantas submetidas ao tratamento T<sub>1</sub> (EB), discutido anteriormente (Tabela 9).

De qualquer forma, apesar de que o efeito dos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>6</sub> (FC+NPK), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) não tenham obtido resultados que se encontrem dentro da faixa considerada ideal para espécies florestais, segundo Gonçalves et al. (2000). E como observado anteriormente, independente do tratamento, a influência do crescimento em altura foi à mesma, pois os dados não apresentaram diferenças significativas (Tabela 9). Em termos de valores, a aplicação isolada da calagem (T<sub>2</sub>) e da adubação com NPK (T<sub>4</sub>) não obtiveram efeito sobre a altura das mudas, à vista disso, como verificado na tabela 9, esses tratamentos apresentaram os menores valores. Esse resultado pode confirmar a exigência dessa espécie de um substrato não somente corrigido mais com um bom suprimento nutricional. Tal fato é comprovado quando feita a combinação das duas práticas tratamento T<sub>7</sub> (Cal+NPK), onde se observou ganhos em altura relativamente iguais aos tratamentos T<sub>3</sub> (FC), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>6</sub> (FC+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) (Tabela 9).

De acordo com Ribeiro (2008), em estudo das limitações nutricionais para o crescimento de mudas de cedro em latossolo amarelo, verificou que houve efeito da calagem sobre o crescimento em altura desta espécie, desde que aplicada em

conjunto com uma adubação completa (macro e micronutrientes). Concordando com relatos de Souza (2007), ao observar que o crescimento em altura de mudas de mogno foi limitado quando não realizou a correção conjunta da acidez e da fertilidade do solo com a aplicação de macro e micronutrientes.



**Figura 6** – Crescimento de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.), resultado da influência dos diferentes tratamentos. T<sub>1</sub> – esterco bovino (EB); T<sub>2</sub> – calagem (Cal); T<sub>3</sub> – fosfatagem corretiva (FC); T<sub>4</sub> – NPK; T<sub>5</sub> – Cal+FC; T<sub>6</sub> – FC+NPK; T<sub>7</sub> – Cal+NPK; T<sub>8</sub> – Cal+FC+NPK.

### 5.3.3.2. Diâmetro de colo

Ao analisar o comportamento dos tratamentos sobre a característica diâmetro, nota-se, que as mudas submetidas ao tratamento T<sub>1</sub> (EB) apresentaram um maior crescimento em diâmetro de colo (Tabela 9), evidenciando que um substrato com o melhor fornecimento de nutrientes para as plantas, obtido por esse tratamento (Tabela 6), resulta em melhores resultados quanto à absorção dos nutrientes (Tabela 7 e 8), o que favoreceu um maior desenvolvimento de diâmetro em plantas de cedro.

Esse efeito positivo concorda com resultados descritos por Nascimento (2007) para paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) e por Santos (2008) para guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz. Et Pavon), ao notarem médias superiores para o crescimento do diâmetro nos substratos com a presença de esterco bovino.

Para os demais tratamentos testados, o efeito sobre o crescimento do diâmetro das plantas de cedro foi significativamente inferior ao tratamento T<sub>1</sub> (EB), quando comparados entre si, os resultados observados obtiveram o mesmo efeito, ou seja, foram estatisticamente iguais (Tabela 9). Da mesma forma como ocorrido para altura de plantas, provavelmente este efeito pode estar relacionado ao fornecimento pouco favorável de nutrientes por esses substratos (Tabela 6), ocasionando o baixo acúmulo na parte aérea das mudas (Tabela 7 e 8), por conseguinte o crescimento pouco satisfatório do diâmetro de colo das plantas.

No entanto, ao direcionar a discussão em termo de valores, observa-se que a aplicação isolada de calagem (T<sub>2</sub>) e da adubação com NPK (T<sub>4</sub>) obtiveram efeito sobre o diâmetro de colo relativamente inferior aos demais tratamentos. Enquanto que na combinação das duas práticas, T<sub>7</sub> (Cal+NPK) o resultado obtido se

assemelha aos demais tratamentos, assim como para altura de plantas (Tabela 9), sendo válida a mesma justificativa. Tucci et al. (2007) verificaram resultados similares no crescimento em diâmetro das mudas de mogno, com a utilização da calagem e NPK isolados ou combinados entre si.

Souza (2007) e Ribeiro (2008) observaram que a calagem quando utilizada de forma isolada ou combinada apenas com micronutrientes limitou o crescimento em diâmetro de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.) e cedro (*Cedrela odorata* L.), respectivamente. Em contrapartida, discorda de Souza (2000) em estudo com moringa (*Moringa oleifera* Lam) e Silva (2004) com *Swietenia macrophylla*, que observaram respostas positivas à aplicação de calagem para as características de crescimento das plantas.

De modo geral, considera-se que o diâmetro de colo adequado para mudas de qualidade de espécies florestais está entre 5 a 10 mm, conforme citado por Gonçalves et al. (2000). Os resultados revelam que as plantas de cedro tanto no tratamento T<sub>1</sub> (EB) quanto nos demais tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>6</sub> (FC+NPK), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) atenderam ao critério prático sugerido por Gonçalves et al. (2000).

É importante destacar que, o diâmetro de colo tem sido reconhecido como um dos melhores indicadores de padrão de qualidade de mudas (SANTOS, 2008). De acordo com Scalon et al. (2002), no crescimento inicial de mudas de espécies florestais, o diâmetro de colo tem grande importância sendo uma característica valiosa no potencial da muda para a sobrevivência e o crescimento após o plantio. Concordando com Carneiro (1995), ao citar que as plantas com maior diâmetro apresentam percentual de sobrevivência mais elevado, principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

### 5.3.3.3. Número de folhas

Na avaliação do número de folhas, as mudas submetidas aos tratamentos T<sub>1</sub> (EB) comparadas aos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) obtiveram efeitos significativamente iguais (Tabela 9). Sendo, contudo, o maior valor estimado obtido no tratamento que recebeu esterco bovino (T<sub>1</sub>) como observado na tabela 9, resultado que se pode dizer esperado, tendo em vista que a adição do esterco bovino atribuiu melhores características químicas no substrato (Tabela 6) e, por conseguinte pode contribuir para uma melhor produção de folhas das plantas.

Contrariamente, as mudas submetidas ao tratamento T<sub>6</sub> (FC+NPK) apresentaram valores de número de folhas significativamente inferiores ao tratamento T<sub>1</sub> (EB). Semelhantemente aos resultados de altura e diâmetro, ao apresentar como efeito da adição do tratamento T<sub>1</sub> (EB) resultados superiores aos demais tratamentos. O mesmo foi observado por Souza et al. (2005b), na produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) com substratos terra de subsolo + composto orgânico que apresentaram maior número de folhas e também por Maia (2005), ao verificar os menores valores do número de folhas no tratamento sem esterco.

No caso do efeito do tratamento T<sub>6</sub> (FC+NPK) comparado aos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK), foram verificados resultados significativamente iguais (Tabela 9). Coincidindo com os valores registrados para as características discutidas anteriormente, o que foi atribuído a menor disponibilidade de nutrientes nesses tratamentos. Tal explicação não pode ser utilizada para esta característica, pois apesar do tratamento T<sub>6</sub>

(FC+NPK) ter sido inferior ao tratamento T<sub>1</sub> (EB) a mesma resposta não foi observada para os demais tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK), ou seja, não apresentaram diferenças do tratamento T<sub>1</sub> (EB). Esse aspecto leva a crer que a maior ou menor disponibilidade de nutrientes, não explica, por si só, o número de folha das plantas de cedro.

O número de folhas, que nunca deve ser inferior a 6, é uma das características utilizadas por empresas florestais para a classificação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas (PAIVA e GOMES, 2000). Considerando as mudas de cedro, aos 100 dias após o transplante, nota-se que apenas as mudas submetidas ao tratamento T<sub>1</sub> (EB) e T<sub>4</sub> (NPK) seriam classificadas como mudas de qualidade pelas empresas florestais, segundo esse critério.

#### **5.3.3.4. Área foliar**

O tratamento com esterco bovino (EB) causou o maior aumento na área foliar do cedro, diferindo significativamente dos demais (Tabela 9). Comprovando novamente a importância da matéria orgânica na formação de mudas. O esterco bovino, além de ter proporcionado uma boa condição ao substrato refletindo numa maior absorção de nutrientes (Tabela 6, 7 e 8), contribuiu para uma boa formação de folhas e, conseqüentemente para uma eficiente atividade fotossintética. Com isso, possibilitou a formação de plantas vigorosas e com bom desempenho vegetativo, como confirmado com a visualização de figura 6.

Os resultados assemelham aos encontrados por Guirado Artur (2006) para guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess), por Nascimento (2007) para paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) e por Santos (2008) para guariúba

(*Clarisia racemosa* Ruiz. et Pavon), ao registrarem influência positiva do esterco bovino no aumento desta variável nas respectivas espécies. A importância da área foliar é amplamente conhecida por ser um parâmetro indicativo de produtividade (FAVARIN et al., 2002). Em conformidade com o citado por Bianco et al. (1983) apud Marcolini et al. (2005), ao afirmar que o conhecimento da área foliar é fundamental no estudo do desenvolvimento das plantas, sendo talvez o mais importante parâmetro para avaliação.

Concernente aos demais tratamentos T<sub>2</sub> (Cal), T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>6</sub> (FC+NPK), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) na tabela 9, percebe-se que não ocorreu diferenças significativas entre estes. Todavia, ao analisar os valores, percebe-se que o T<sub>2</sub> (Cal) contribuiu menos no aumento em área foliar das plantas de cedro, igualando aos resultados encontrados para as características altura e diâmetro, discutidos anteriormente. Para esse tratamento, o fato de apresentar uma média menos relevante comparado aos demais T<sub>3</sub> (FC), T<sub>4</sub> (NPK), T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>6</sub> (FC+NPK), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) denota que a calagem aplicada de forma isolada não foi capaz de afetar positivamente o crescimento em área foliar da espécie.

Autores como Eramos (1995), Balieiro et al. (2001) e Souza (2007), em estudo com espécies florestais, também mostram que a calagem não influencia no desenvolvimento das plantas. Entretanto, a calagem combinada com a fertilização mineral dos solos pode elevar a capacidade produtiva de áreas agrícolas e florestais, suprimindo as deficiências minerais e/ou repondo parte dos nutrientes que são exportados do sistema por lixiviação ou com a biomassa extraída (BARROS, 2001). Isso provavelmente poderia justificar os valores mais relevantes obtidos nos

tratamentos com a combinação da calagem com a fosfatagem e da adubação, tratamentos T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>7</sub> (Cal+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK) (Tabela 9).

#### **5.3.3.5. Matéria seca da parte aérea, raiz e total**

Ao se referir ao peso de matéria seca como características de qualidade das mudas, há que se considerar a determinação do peso seco da raiz, parte aérea e total (CARNEIRO, 1995). No caso deste estudo, os resultados apresentados na tabela 9 mostram que o substrato com esterco bovino (T<sub>1</sub>) promoveram os maiores acréscimos para essas variáveis, diferindo significativamente dos demais tratamentos. É conveniente registrar que o maior incremento em altura, diâmetro, número de folhas e área foliar nas plantas submetidas a esse mesmo tratamento, pode conseqüentemente ter influenciado no resultado mais relevante no peso seco das mudas.

Com base no relatado, percebe-se que as plantas de cedro respondem bem a boa adubação fornecida pela adição do esterco bovino. Isto é, o tratamento com esterco bovino (T<sub>1</sub>), por apresentar as melhores condições tanto nos atributos químicos quanto na absorção de macro e micronutrientes (Tabela 6, 7 e 8), justificaria a resposta positiva do material seco das plantas de cedro.

Outros trabalhos são registrados na literatura com respeito ao crescimento vegetativo de mudas com a utilização de esterco, dentre eles Pereira e Pereira (2003). Os autores afirmam que a adição de esterco de gado, proporcionou um aumento da massa seca da parte aérea de mudas de mangaba (*Hancornia spp.*) em tubetes. O mesmo foi relatado por Maia (2005) ao verificar um considerável aumento da produção de fitomassa seca da parte aérea e raiz das espécies jurema-preta

(*Mimosa hostilis* Benth.), gliricídia (*Gliricídia sepium* Jacq. Stend) e o nim (*Azadirachta indica* A. Juss) com a aplicação do esterco.

Resposta significativa à utilização do esterco de gado sobre a produção de matéria seca também foi relatada por Prestes (2007), em estudo sobre o efeito de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas do angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). O autor relata que a produção nos tratamentos em que foi aplicado esterco bovino foi superior a ausência.

Quanto ao efeito dos demais tratamentos, os resultados apresentados na tabela 9 mostram que não houve resposta da produção de matéria seca das plantas à aplicação desses, o que possivelmente pode estar associado ao baixo suprimento de nutrientes (Tabela 6, 7 e 8).

No entanto, em termos de valores, as mudas submetidas ao tratamento T<sub>2</sub> (Ca) seguido do T<sub>4</sub> (NPK) foram as que apresentaram os mais baixos resultados para a produção de matéria seca em cada um dos três compartimentos citados (Tabela 9). É importante destacar os resultados inferiores verificados anteriormente nas características altura, diâmetro número de folhas e área foliar das mudas submetidas a esses tratamentos, resultando nos menores valores encontrados para a matéria seca das plantas. Segundo Gomes e Paiva (2004), os mesmos fatores que influenciam no crescimento em altura das mudas atuam sobre o peso de matéria seca total.

Tais resultados implicam que a calagem (T<sub>2</sub>) e a adubação com NPK (T<sub>4</sub>), aplicados de forma isolada, não exercem influência positiva em plantas de cedro. Dessa forma, pode-se deduzir que os resultados observados em ambos os tratamentos, estão relacionados com as condições de acidez elevada e a baixa

fertilidade natural do substrato. Portanto, se por um lado com a aplicação da calagem obteve-se a correção da acidez, em compensação à baixa fertilidade foi fator limitante (Tabela 6). Por outro lado, a aplicação do NPK no substrato ácido (Tabela 6), não foi eficiente para a produção de matéria seca das mudas (Tabela 9). Resultado semelhante ao obtido por Barros (2001), na produção de biomassa de mudas de mogno.

Em contrapartida, a combinação Cal+FC (T<sub>5</sub>), FC+NPK (T<sub>6</sub>), Cal+NPK (T<sub>7</sub>) e Cal+FC+NPK (T<sub>8</sub>) apesar de não diferir significativamente dos tratamentos T<sub>2</sub> (Cal) e T<sub>4</sub> (NPK), em termos de valores, os resultados visualizados apresentam maior relevância (Tabela 9). Convém registrar, das combinações citadas, os maiores valores de matéria seca observados nos tratamentos T<sub>5</sub> (Cal+FC), T<sub>6</sub> (FC+NPK) e T<sub>8</sub> (Cal+FC+NPK), provavelmente a presença da fosfatagem corretiva pode ter contribuído com esse efeito. Essa pressuposição é reforçada quando compara os resultados obtidos no tratamento T<sub>3</sub> (FC), ou seja, na aplicação isolada da fosfatagem corretiva com os demais tratamentos (Tabela 9).

Para Barros (2001), os efeitos positivos da fosfatagem corretiva sugerem que a utilização dessa prática na fase inicial de crescimento do mogno é a mais adequada. Entretanto, é preciso considerar, que as respostas obtidas nas plantas devem-se à interação de P com outros nutrientes. Isso explica o comportamento das características matéria seca da parte aérea, raiz e total das plantas de cedro nesse trabalho quanto à aplicação da fosfatagem corretiva. Segundo Paiva e Gomes (1993), na maioria das vezes, a adubação fosfatada resulta em maior crescimento das mudas e, quando o fósforo não é aplicado ao substrato, as mudas não se desenvolvem (NEVES et al., 1990).

Contudo, é preciso apontar que os valores desses tratamentos são bem inferiores quando comparados ao efeito do tratamento T<sub>1</sub> (EB). Assim, tudo indica que para alcançar produção significativa das plantas de cedro é conveniente a utilização de um substrato corrigido e que favoreça a maior disponibilidade de nutrientes.

## 6. CONCLUSÃO

Após os estudos aplicados a este trabalho, confirmou-se que a condição mais favorável para o armazenamento de sementes de cedro, por até 9 meses, foi a de geladeira.

As embalagens utilizadas não influíram na conservação das sementes tanto na condição de geladeira como de ambiente.

Independente do ambiente e/ou embalagem de acondicionamento a qualidade fisiológica das sementes, tendendo reduzir-se ao longo do período de armazenamento.

A adição de calcário, fosfatagem e adubação química e orgânica afetaram, de maneira variável, os atributos químicos do solo, sendo que a utilização da adubação orgânica sobressaiu-se nos demais tratamentos.

A absorção de nutriente pelo cedro aumentou com a adubação orgânica. Por sua vez, a adição da calagem isolada, não teve efeito relevante na absorção de nutrientes.

Os resultados das características de crescimento indicaram que o tratamento, utilizando duas partes de terriço com uma parte de esterco (EB), foi o melhor substrato para a produção de mudas de cedro.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JR., C.H. et al. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.3, p. 635-647, 2000.

ABREU JR., C.H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F.C. Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.3, 2002.

ABREU, N.A.A. et al. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em substrato com utilização de superfosfato simples. **Ciência Agrotécnica**, v.29, n.6, p. 1117-1124, 2005.

ABREU, C.A.; LOPES, A.S.; SANTOS, G.C.G. dos. Micronutrientes. In: **Fertilidade do solo**. Eds. Novais, R.F. et al. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 645-736.

ACCIOLY, A.M.A.; SIQUEIRA, J.O.; CURTI, N.; MOREIRA, F.M.S. Amenização do calcário na toxidez de zinco e cádmio para mudas de *Eucalyptus camaldulensis* cultivadas em solo contaminado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.4, p. 775-783, 2004.

ALBUQUERQUE, J.A. et al. Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.5, p. 799-806, 2003.

ALCÂNTARA, E.N.; NÓBREGA, J.C.A.; FERREIRA, M.M. Métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e componentes da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.6, p. 1525-1533, 2007.

ALVAREZ, V. Correlação e Calibração de métodos de análise de solos. In: ALVAREZ, V.; FONTES, L. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. 1. ed. Viçosa: 1996. p. 615-660.

ALVES, W.L.; MELO, W.J.; FERREIRA, M.E. Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n.3, p. 729-736, 1999.

ANDRAE, F.H. **Ecologia Florestal**. Santa Maria: UFSM, 1978. 230p.

ARAUJO, A.P.; MACHADO, C.T.T. Fósforo. In: **Nutrição mineral de plantas**. Ed. FERNANDES, M.S. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006. p. 253-280.

ARAÚJO, E.N. **Rendimento do pimentão (*Capsicum annuum* L.) adubado com esterco bovino e biofertilizante**. 2005. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, João pessoa.

ARAÚJO NETO, J.C. et al. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p. 115-124, 2005.

BALIEIRO, F.C.; OLIVEIRA, I.G.; DIAS, L.E. Formação de mudas de *Acacia holosericea* e *Acacia auriculiformis*: resposta a calagem, fósforo, potássio e enxofre. **Revista árvore**, v.25, n.2, p. 183-191, 2001.

BARBERDO, C.J.; MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Condicionamento osmótico e armazenamento de sementes de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p. 354-360, 1997.

BARBOSA, Z. **Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroerira-do-sertão)**. 1994. 105f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BARROS, J.G. **Calagem e Adubação para a Formação de Mudas de Mogno (*Swietenia macrophylla* King.)**. 2001. 63f. Dissertação ( Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

BARROSO, D. et al. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista Árvores**, v.29, n.5, p.671-679, 2005.

BERNARDINO, D.C. de S. et al. 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.

BOTELHO, S.A.; CARNEIRO, J.G. de A. Influência da umidade, embalagens e ambientes sobre a viabilidade e vigor de sementes de pau-santo (*Kielmeyera coriacea* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, n.1 p.41-46, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BREHM, M.A. da S. et al. Teores foliares de micronutrientes em plantas de gravioleira sob adubação mineral e orgânica. In: **XX Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2008, Vitória – ES. Frutas para todos: Estratégias, tecnologia e visão sustentável, 2008.

BRITO, O.R. et al. Alterações das propriedades químicas de um latossolo vermelho distroférrico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. **Ciências Agrárias**, v.26, n.1, p. 33-40, 2005.

CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C. de A.; SIMABUKURO, E.A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. EX. S. Moore. **Acta Botanica Brasilica**, v.17, n.4, p. 609-617, 2003.

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

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

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

CARRILLO, V.P; CHAVES, A; FASSOLA, H. et al. Refrigerated storage of seeds of (*Araucaria angustifolia* (Bert) O. Kuntze) over a period of 24 months. **Seed Science and Technology**, v.31, n.2, p. 411-421, 2003.

CARVALHO FILHO, J.L.S. et al. Produção de mudas de (*Cássia grandifolia* L.) em diferentes ambientes, recipientes e misturas de substrato. **Revista Ceres**, v.49, n.284, p. 341-352. 2002.

CARVALHO FILHO, J.L.S.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; BLANK, A.F. Produção de mudas de Angelim (*Andira fraxiniflora* Benth.) em diferentes ambientes, recipientes e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.1, p. 61-67. 2004.

CASAGRANDE JR. et al. Efeito de materiais orgânicos no crescimento de mudas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, n.3, p.187-191, 1996.

CASTRO, E.M. et al. Efeito de substrato na produção de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.20, n.3, p. 366-370. 1996.

CATANI, R.A.; ALONSO, O. **Avaliação da exigência de calcário do solo**. Piracicaba: Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, n.26, p. 141-156. 1969.

CFSEMG. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação. Viçosa, 1999. 359p.

CINTRA, A.P. de U. **Disponibilidade de cobre relacionada à adubação com dejetos de suínos tratados pelo processo de estabilização alcalina com secagem acelerada na cultura do milho**. 2004. 94f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

COSTA FILHO, R.T. Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* Fr. All. Engl.) em resposta à calagem, fósforo e potássio. In: **Anais do II Congresso nacional sobre essências nativas**. 1992, São Paulo, SP; 1992. v.4, p.537-543.

COUTO, J.M.F. et al. Desinfestação e germinação in vitro de sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Árvore**, v.28, n.5, p.633-642, 2004.

CROCHEMORE, M.L. Conservação de sementes de tremoço azul (*Lupinus angustifolius* L.) em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p. 227-231. 1993.

CUNHA, A. de M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista árvore**, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

CUNHA, D.C. **Produção de tubérculos e de óleo essencial de priprioca (*Cyperus articulatus* L.) em função da adubação orgânica e calagem.** 2006. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos e nutrição de plantas) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

DANTAS, J.S. **Absorção de N, P, K de três espécies florestais em relação ao estresse hídrico e adubação orgânica em dois solos do sem-árido da Paraíba.** 2005. 36f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

DECHEN, A.R. e NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: **Nutrição mineral de plantas.** Ed. FERNANDES, M.S. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006. p. 327-354.

DEGAN, P. et al. Influência de métodos de secagem na conservação de sementes de ipê-branco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p. 492-496, 2001.

DELOUCHE, J.C.; MATHEUS, R.K.; DOUGUERTY, G.M.; BOYD, A.H. Storage of seed in sub-tropical regions. **Seed Science and technology**, v.1, n.3, p. 671-700. 1973.

DEL QUIQUI, E.M. et al. Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.26, n.3, p.293-299. 2004.

DUBOC, E.; VENTURIN, R.P.; VALE, F.R.; DAVIDE, A. Nutrição do jatobá. **Revista Cerne**, v.2, n.1, p.138-152. 1996.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília. 1999. 370p.

ERASMO, E.A.L. **Crescimento, nutrição mineral e resposta a calagem em *Senna obtusifolia* (L.) Irvin E Barneby.** 1995. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal.

FAVARIN, J.L. et al. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p. 769-773, 2002.

FERNANDES, A.R.; CARVALHO, J.G. Crescimento de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.) em função de relações do K com o Ca e com o Na, em solução nutritiva. **Cerne**, v.7, n.1, p. 84-89, 2001.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERRO NETO, A. Produção racional de composto de lixo urbano. In: Seminário sobre uso de resíduos industriais e urbanos em florestas, 1., 1994, Botucatu. **Trabalhos apresentados...** Botucatu: UNESP, 1994. p. 1-14.

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

FIGUEIREDO JUNIOR, L.G. de; OLIVEIRA, T.S. de; SOARES, I.; LACERDA, C.F. de. Redução dos teores de carbono orgânico, fósforo e potássio em colunas de um solo fertirrigado. **Revista Ciência Agronômica**, v.33, n.2, p. 5-12, 2002.

FIGLIOLIA, M.B. Conservação de sementes de essências florestais. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v.42, p.1-18. 1988.

FLORES, W.B.C. e YUYAMA, K. Adubação orgânica e mineral para a produção de palmito da pupunheira na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v.37, n.4, p. 483-490, 2007.

FLORIANO, E.P. Armazenamento de sementes florestais. **Caderno didático nº1**. 1ª Ed./ EDUARDO P. FLORIANO. Santa rosa, 2004. 10p.

FOWLER, J.A.P. e CARPANEZZI, A.A. Conservação de sementes de Angicogurucaia (*Parapiptadenia rígida*) (Bentham) Brenan). **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 36, p. 5-10, 1998a.

FOWLER, J.A.P. e CARPANEZZI, A.A. Conservação de sementes de juquiri (*Mimosa regnellii* Bentham). **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.36, p.41-46, 1998b.

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Nutrição, Fertilização e microbiologia em espécies florestais. In: Simpósio Mata Ciliar: Ciência e Tecnologia, 1999, Belo Horizonte, **Anais...** Lavras: UFLA/Faepe/Cemig, 1999a. p. 80-110.

FURTINI NETO, A.E. et al. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: **Nutrição e fertilização florestal**. Eds. GONÇALVES, J.L. de M.E.; BENEDETTI, V. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351-383.

GARCIA, L.C. e LIMA, D. de Comportamento de sementes de *Copaifera multijuga* durante o armazenamento. **Acta Amazonica**, v.30, n.3, p. 369-375, 2000.

GOMES, J.M. e PAIVA, H.P. Viveiros florestais (propagação sexuada). **Caderno didático 72**. Viçosa: UFV, 2004, 116p.

GONÇALVES, J.L.M. Características do sistema radicular de (*Eucalyptus grandis*) sob diferentes condições edáficas: I distribuição de raízes nas camadas de solo. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO**, 21., 1995, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 1995. p. 876-878.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: **Nutrição e fertilização florestal**. Eds. GONÇALVES, J.L. de M.E.; BENEDETTI, V. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 3-57.

GOUVÊA, C.F. **Estudo do desenvolvimento floral em espécies arbóreas da família Meliaceae**. 2005. 101p. Tese (Doutorado em Ciências – Biologia na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GUIRADO ARTUR, A. **Esterco de bovino e calcário para formação de mudas de guanandi**. 2006. 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal.

HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: **Seed biology**. Ed. KOZLOWSKI, T.T. New York: Academic Press, v.3, 1972. p. 145-245.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V. de A.; GONÇALVES, A.N. Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de *Eucalyptus*. **IPEF. Circular Técnica**, Piracicaba, n.194, p.1-21, 2002.

HOLANDA, J.S. de. **Esterco de curral: composição, preservação e adubação**. Natal: EMPARN, n.17, p. 69, 1990. (Documentos).

HONG, T.D.; LININGTON, S.; ELLIS, R.H. **Seed storage behaviour: a compendium**. Handbooks for Genebanks: n°4. International Plant Genetic Resources Institute., Rome. 1996. 656p.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1996. 55p. (IPGRI. Technical Bulletin, 1).

KANO, N.K.; MACHADO MÁRQUEZ, F.C.; KAGEYAMA, P.Y. Armazenamento de sementes de ipê-dourado (*Tabebuia* sp.). **IPEF**, n.17, p. 13-23, 1978.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KLIEMANN, H.J. e MALAVOLTA, E. Disponibilidade de enxofre em solos brasileiros. I. Avaliação dos potenciais de mineralização de nitrogênio e enxofre por incubação aberta. **Anais Escola Agrônômica**, v.23, n.1, p. 129-144, 1993.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: OEA, 1983. 174p.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

LEAL, O.A. et al. Efeito da adubação orgânica no crescimento de mudas de acácia negra e nos teores de nutrientes na planta e no solo. In: Congresso de Iniciação Científica (CIC) – Pesquisa e responsabilidade ambiental, 16, Pelotas, 2007. Disponível em <http://www.ufpel.tche.br/cic/2007/>. Acesso em: 01 jul 2009.

LEMOS FILHO, J.P.; DUARTE, R.J. Germinação e longevidade das sementes de (*Swietenia macrophylla* King - Meliaceae). **Revista Árvore**, v.25, n.1, p. 125-130, 2001.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998. v.2, 352p.

LOUREIRO, A.A. et al. **Essências Madeireiras da Amazônia**. Manaus: INPA, v.4, p.51-54, 2000.

LOUREIRO, D.C. et al. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.42, n.7, p.1043-1048, 2007.

MAIA, E.L. **Decomposição de esterco em Luvisolo no semi-árido da Paraíba**. 2002. 35f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Patos.

MAIA, E.L. **Comportamento vegetativo de três espécies florestais sob estresse hídrico, com adubação orgânica em solos da região semi-árida nordestina**. 2005. 53p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

MALAVOLTA, E. Reação do solo e crescimento das plantas. In: **Seminário sobre corretivos agrícolas**. Campinas: Fundação Cargill, v. 375, 1985, p. 3-64.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5ª. ed. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 1989. 292p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. Fósforo na planta e interação com outros elementos. In: Simpósio sobre Fósforo na Agricultura Brasileira, 2003, São Pedro, **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2004. 726p.

MANTOVANI, J.R. et al. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p. 817-824, 2005.

MARQUES, T.C.L.L.M.; CARVALHO, G. de; LACERDA, M.P.C.; MOTA, P.E.F. da. Exigências nutricionais do paricá (*Schizolobium amazonicum*, Herb.) na fase de muda. **Cerne**, v.10, n.2, p.167-183, 2004.

MARCOLINI, M.W.; CECÍLIO FILHO, A.B.; BARBOSA, J.C. Equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve-folha. **Científica**, v.33, n.2, p. 192-198, 2005.

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

MATOS, V.P. et al. Efeito do tipo de embalagem e do ambiente de armazenamento sobre a germinação e o vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. **Revista árvore**, v.32, n.4, p.617-625, 2008.

MATTIOZZO-PREZOTTO, M.E. Química ambiental e agronomia. In: DECHEN, A.R.; BOARETO, A.E e VERDADE, F.C., coords. Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 20., Piracicaba, 1992. **Anais**. Campinas: Fundação Cargil, 1992. p.157-158.

MEDEIROS, A.C. de S. e ZANON A. Conservação de sementes de fruto-de-pombo (*Rhamnus sphaerosperma* Swartz). **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.36, p. 29-39, 1998a.

MEDEIROS, A.C. de S. e ZANON A. Conservação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baillon) L. B. Smith e R. J. Down). e de pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii* Klotzch ex e NDL.), armazenadas em diferentes ambientes. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.36, p.57-69, 1998b.

MEDEIROS, A.C. de S. e ZANON, A. Conservação de sementes de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* RADDI). **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.36, p.11-20, 1998c.

MEDEIROS, A.C.S. Armazenamento de sementes de espécies florestais de mata atlântica. In: **Curso de manejo e conservação de sementes de espécies arbóreas da mata atlântica - região sul**. Coord. VIBRANS, A.C.; GALVÃO, P. Blumenau: URB /FURB/EMBRAPA, v.1, 2000. p. 48-59.

MELO, W.J. et al. Uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais (Compact. disc.). In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 26., 1997, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA – SBCS,1997.

MELLO et al. Propagação e desenvolvimento inicial de espécies do Cerrado. In: **Cerrado: ambiente e flora**. Eds. SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. Distrito Federal: EMBRAPA, 1998. 556p.

MELO MARQUES, T.C.L.L. de SÁ et al. Exigência nutricionais do paricá (*Schizolobium amazonicum*, Herb.) na fase de muda. **Cerne**, v.10, n.2, p. 167-183, 2004.

MENDONÇA, A.V.R.; FRANCISCO, D.N.; NELSON, V.; JOSIVAL, S.S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (aroeira do sertão). **Cerne**, v.5, n.2, p.65-75, 1999.

MOBRICCI, C.A. de N. **Adubação mineral, esterco de curral e lodo de esgoto no desenvolvimento inicial do cafeeiro**. 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

MUNIZ, M.F.B.; SILVA, L.M e; BRUME, E. Influência da assepsia e do substrato na qualidade de sementes e mudas de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.140-146. 2007.

NASCIMENTO, M.D.C. **Substrato e recipientes para produção de mudas e análise de crescimento de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke)**. 2007. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

NERY, F.C. **Aspectos da germinação, armazenamento de sementes, crescimento inicial e anatomia de plantas jovens de (*Calophyllum brasiliense* Cambess.)**. 2006. 173f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

NEVES, J.C.L. **Aspectos nutricionais em mudas de *Eucalyptus* spp. – Tolerância ao alumínio e níveis críticos de fósforo no solo**. 1983. 83f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: **Relação solo-eucalipto**. Eds. Barros, N.F.; Novais, R.F. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p. 100-124.

NICOLOSO, F.; FOGAÇA, M.; ZANCHETTI, F.; EVANDRO, M. Nutrição mineral de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*) em um argissolo vermelho distrófico arênico: efeitos da adubação NPK no crescimento. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.991-998.2001.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, DPS. 1999. 399p.

NUNES, U.R.; NUNES, S.C.P. Armazenamento de sementes florestais de ocorrência no cerrado mineiro. **Informativo: ABRATES**, v.15, n.1, 2, 3, p. 275. 2005.

OLIVEIRA, E.M. de. e SANTOS, M.J. dos. Influência das minhocas sobre as características químicas de composto, vermicomposto e solo. **Engenharia Ambiental – Pesquisa e Tecnologia**, v.6, n.1, p. 74-81, 2009.

OSAKI, F. **Calagem e Adubação**. 2 ed. Campinas: IBEA. 1991. 503p.

OLIVEIRA, F.C. **Disposição de lodo de esgoto e composto de lixo urbano num latossolo vermelho – amarelo cultivado com cana-de-açúcar**. 2000. 207f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

OLIVEIRA, I.P. et al. Efeito da correção da fertilidade do solo no desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em latossolo com diferentes históricos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.30, n.1, p.57-64. 2000.

PAIVA, H.N. e GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993, 40p.

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 2000. 69p. (Caderno didático, 72).

PEREIRA, E.B.C. e PEREIRA, A.V. Efeito do substrato e da adubação no crescimento e na sobrevivência de mudas de mangabeira em tubetes. In: Simpósio Brasileiro sobre a cultura de mangaba, 2003, Aracaju, **Anais...** Aracaju: EMBRAPA, 2003. (CD-ROM).

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; JESUS, R.M. Comportamento das sementes de cedro-rosa (*Cedrela angustifolia* S.et Moc.) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.14, p. 31-36. 1992.

PONTES, C.A. et al. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Sibipiruna). **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.43-48, 2006.

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

PRESTES, M.T. **Efeito de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas de angico (*Anadenanthera macrocarpa*)**. 2007. 51p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias – Gestão de solo e água) – Universidade de Brasília, Brasília.

PRIMACK, R.B. e RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Ed. Planta, 2006. 328p.

RIBEIRO JÚNIORM J.I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

RIBEIRO, W.O. **Avaliação das limitações nutricionais para cedro (*Cedrela odorata* L.) em latossolo amarelo**. 2008. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 5ª ed. Ed. Guanabara Koogan, 2001. 542p.

ROCAS, A.N. *Cedrela odorata* L. In: **Tropical tree seed manual: Species descriptions**. Vera Cruz: Instituto de Ecologia. 2003. p. 386-389.

RODRIGUES, B.N.; PITELLI, R.A.; BELLINGIERI, P.A. Efeito da calagem do solo no crescimento inicial e absorção de macronutrientes por plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*). **Planta Daninha**, v.13, n.2, p. 59-68, 1995.

RODRIGUES, E.T. e CASALI, V.W.D. Resposta da alface à adubação orgânica. II. Teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. **Revista Ceres**, v.45, n.261, p. 437-449, 1998.

RODRIGUES, M.G.V. Nutrição e adubação do mamoeiro- Macro e micronutrientes. Disponível [www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=6112](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6112) Acessado em 17/09/2009.

SANTANA, A. de M.S. e CARVALHO, R.I.N. de. Viabilidade e capacidade de armazenamento de sementes de carqueja coletadas em três municípios no Paraná. **Scientia Agraria**, v.7, n.1-2, p. 15-20, 2006.

SANTOS, G.C.G. dos. et al. Pós-de-aciaria como fonte de zinco para o milho e seu efeito na disponibilidade de metais pesados. **Bragantia**, v.61, n.3, p. 257-266, 2002.

SANTOS, L.M. dos. **Germinação de sementes e produção de mudas de guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz et Pavon) – Moraceae**. 2008. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais – Manejo e Tecnologia de Recursos Florestais Tropicais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SANTOS, R.A.; TUCCI, C.A.F.; HARA, F.A.S.; SILVA, W.G. da. Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, v.38, n.3, p. 453-458, 2008.

SANTOS, S.R.G. **Potencial de armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de** (*Sebastiania commersoniana* (Bail.) Smith e Downs). 2003. 89f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SANTOS, S.R.G. dos e CESAR de PAULA, R. Qualidade fisiológica de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith e Downs (branquilho – Euphorbiaceae) durante o armazenamento. **Scientia Forestalis**, n.74, p. 87-94, 2007.

SCALON, S.P.Q. et al. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista árvore**, v.26, n.1, p. 1-5, 2002.

SCALON, S.P.Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M.R. Armazenamento e germinação de sementes de uvaia *Eugenia uvalha* Cambess. **Ciência Agrotécnica**, v.28, n.6, p. 1228-1234, 2004.

SCHMACHER, M.V.; CALDEIRA, M.V.W.; OLIVEIRA, E.R.V. de; PIROLI, E.S. Influência do vermicomposto em mudas de (*Eucalyptus gradis* w. Hill. ex Maiden). **Ciências Florestais**, v.11, n.2, p. 121-130. 2001.

SENA, J. dos S. **Efeito da calagem e da correção dos teores de Ca e Mg do solo sobre o crescimento de mudas de angelim pedra** (*Dinizia excelsa* Ducke), **cedro** (*Cedrela odorata* L.) e **mogno** (*Swietenia macrophylla* King.). 2008. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SILVA, A.R.M. **Calagem para a produção de mudas de Mogno** (*Swietenia macrophylla* King) e **Sumaúma** (*Ceiba pentandra* L. Gaertn). 2004. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais - Manejo e Tecnologia de Recursos Florestais Tropicais.) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SILVA, A.R.M. da. et al. Efeito de doses crescentes de calcário na produção de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn). **Floresta**, v.38, n.2, p. 295-302, 2008.

SILVA, C.A. et al. Mineralização de nitrogênio e enxofre em solos brasileiros sob influencia da calagem e fósforo. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p. 1679-1689, 1999.

SILVA, J.C.P.M. da. **Esterco líquido de gado de leite e adubação mineral influenciando a produção de silagem e propriedades químicas do solo na região dos campos gerais do Paraná.** 2005. 64p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA JÚNIOR, C.H da. **Resposta à adubação com nitrogênio, fósforo e potássio na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.) e sumaúma (*Ceiba pentandra*).** 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais – Manejo e Tecnologia de Recursos Florestais Tropicais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SILVA, S. **Árvores da Amazônia.** 1. ed. São Paulo: Empresa das Artes, 2006. 244p.

SILVA, T.O. da. e MENEZES, R.S.C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II – Disponibilidade de N, P, e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p. 51-61, 2007.

SORREANO, M.C.M. **Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas.** 2006. 296f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada – Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, C.A.S. de. **Exigências nutricionais e crescimento de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.)** 2007. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais – Manejo e Tecnologia de Recursos Florestais Tropicais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SOUZA, J.M.J. **Efeito da calagem e do fósforo no crescimento inicial de *Moringa oleifera*.** 2000. 42p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SOUZA, P.H. **Crescimento e qualidade de mudas de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.), bico-de-pato (*Machaerium nictitans* (Vell.) Benth.) e fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.) em resposta a calagem.** 2006. 62p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUZA, V.C. de; ALCÂNTARA BRUNO, R. de L.; ANDRADE, L.A. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. **Revista árvore**, v.29, n.6, p. 833-841, 2005a.

SOUZA, V.C de. et al. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p. 98-108, 2005b.

THEODORO, V.C.A. et al. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p. 1039-1047, 2003.

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

TUCCI, C.A.F. **Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia**. 1991. 142f. Tese (Doutorado em Solos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TUCCI, C.A.F. Seleção de métodos de laboratório para estimativa da necessidade de calagem em alguns solos da Amazônia. **Revista da Universidade do Amazonas: Série Ciências Agrárias**, v. 8, n.1/2, p 1-20, 1999.

TUCCI, C.A.F.; HARA, F.A. dos S.; FREITAS, R.O. de. Adubação e calagem para a formação de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth). **Revista da Universidade do Amazonas: Série Ciências Agrárias**, v.2, n.1/2, p. 27-39. 2002.

TUCCI, C.A.F.; SOUZA, P.A.; VENTURIN, N.; BARROS, J.G. Calagem e adubação para a produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Cerne**, v.13, n.3, p.299-307. 2007.

TUCCI, C.A.F.; LIMA, H.N.; LESSA, J.F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.). **Acta Amazonica**, v.39, n.2, p.289-294. 2009.

VALE, F.R. do; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A. de **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras: ESAL. Gráfica Universitária, 1993. 171p.

VARELA, V.P.; BARBOSA, A.P. Conservação de sementes de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) Leguminosae. **Acta Amazonica**, v.16/17, (nº. Único), p. 549-555. 1986/87.

VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R.; DAVIDE, A.C. Adubação Mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.3, p. 441-448. 1999.

VENTURIN, N.; SOUZA, P.A.; MACEDO, R.L.G. de; NOGUEIRA, F.D. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropapus* (DC.) Mcleish). **Floresta**, v.35, n.2, p.211-219. 2005.

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

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: **Nutrição mineral de plantas**. Ed. FERNANDES, M.S. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006. P. 299-325.

## APÊNDICE

**APÊNCICE A – Experimento I: Efeito de embalagens, condições de ambiente e períodos de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de cedro.**

**TABELA 1A** – Resumo das análises de variância para a germinação de sementes de cedro (*Cedrela odorata* L.) em função da condição de armazenamento, embalagem e período de armazenamento.

F.V	G.L	Quadrado médio <sup>+</sup>
Período	2	6,193 <sup>**</sup>
Embalagem	1	0,463 <sup>ns</sup>
Ambiente	1	1014,036 <sup>**</sup>
Per x Emb	2	0,584E <sup>-1 ns</sup>
Per x Amb	2	3,945 <sup>**</sup>
Emb x Amb	1	0,301E <sup>-2 ns</sup>
Per x Emb x Amb	2	0,167 <sup>ns</sup>
Fatorial x Adicional	1	95,715 <sup>**</sup>
Tratamentos	(12)	94,245 <sup>**</sup>
Resíduo	52	0,244
<b>Total</b>	<b>64</b>	
<b>C.V. tratamentos (%)</b>	<b>8,6</b>	

E: 10<sup>ns</sup>; Per: Período; Emb: Embalagem; Amb: Ambiente; Adicional: testemunha (P<sub>0</sub>).

+: Dados transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 2A** – Resumo da análise de variância do desdobramento de períodos em cada ambiente, para a germinação de sementes de cedro (*Cedrela odorata* L.).

F.V	G.L	Quadrado médio <sup>+</sup>
Período d. A <sub>1</sub>	2	0,305 <sup>ns</sup>
Período d. A <sub>2</sub>	2	10,279 <sup>**</sup>
Resíduo	52	0,244

A<sub>1</sub>: Condição de geladeira; A<sub>2</sub>: Condição ambiente natural.

+: Dados transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 3A** – Resumo da análise de variância do desdobramento de ambientes em cada período, para a germinação de sementes de cedro (*Cedrela odorata* L.).

F.V	G.L	Quadrado médio <sup>+</sup>
Ambiente d. P <sub>1</sub>	1	259,517 <sup>**</sup>
Ambiente d. P <sub>2</sub>	1	384,808 <sup>**</sup>
Ambiente d. P <sub>3</sub>	1	378,078 <sup>**</sup>
Resíduo	52	0,244

P<sub>1</sub>: 3 meses de armazenamento; P<sub>2</sub>: 6 meses de armazenamento; P<sub>3</sub>: 9 meses de armazenamento.

+: Dados transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 4A** – Resumo das análises de variância para produção de plântulas normais, avaliadas ao término do teste de germinação com sementes de cedro (*Cedrela odorata* L.) em função da condição de armazenamento, embalagem e período de armazenamento.

F.V	G.L	Quadrado médio <sup>+</sup>
Período	2	7,454 <sup>**</sup>
Embalagem	1	1,025 <sup>ns</sup>
Ambiente	1	382,655 <sup>**</sup>
Per x Emb	2	1,327 <sup>ns</sup>
Per x Amb	2	7,454 <sup>**</sup>
Emb x Amb	1	1,025 <sup>ns</sup>
Per x Emb x Amb	2	1,327 <sup>ns</sup>
Fatorial x Adicional	1	147,503 <sup>**</sup>
Tratamentos	(12)	47,277 <sup>**</sup>
Resíduo	52	0,461
Total	64	
C.V. tratamentos (%)	18,5	

Per: Período; Emb: Embalagem; Amb: Ambiente; Adicional: testemunha (P<sub>0</sub>).

+ : Dados transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 5A** – Resumo da análise de variância do desdobramento de períodos em cada ambiente, para produção de plântulas normais.

F.V	G.L	Quadrado médio <sup>+</sup>
Período d. A <sub>1</sub>	2	18,606 <sup>**</sup>
Período d. A <sub>2</sub>	2	0,006 <sup>ns</sup>
Resíduo	52	0,461

A<sub>1</sub>: Condição de geladeira; A<sub>2</sub>: Condição ambiente natural.

+ : Dados transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 6A** – Resumo da análise de variância do desdobramento de ambientes em cada período, para produção de plântulas normais.

F.V	G.L	Quadrado médio <sup>+</sup>
Ambiente d. P <sub>1</sub>	1	198,514 <sup>**</sup>
Ambiente d. P <sub>2</sub>	1	127,065 <sup>**</sup>
Ambiente d. P <sub>3</sub>	1	83,517 <sup>**</sup>
Resíduo	52	0,461

P<sub>1</sub>: 3 meses de armazenamento; P<sub>2</sub>: 6 meses de armazenamento; P<sub>3</sub>: 9 meses de armazenamento.

+ : Dados transformados em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

## APÊNDICE B – Experimento II: Formação de mudas

**TABELA 1B** – Resumo da análise de variância dos atributos químicos do solo em função dos tratamentos, antes do transplântio.

F.V	G.L	Quadrado Médio						
		pH (H <sub>2</sub> O)	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H + Al	P	K
Tratamentos	7	1,91**	0,13**	1,77**	3,79**	4,31**	115099**	315690**
Resíduo	16	0,31E <sup>-2</sup>	0,40E <sup>-3</sup>	0,99E <sup>-3</sup>	0,32	0,14	6679	54,37
C.V. (%)		1,04	15,87	2,26	89,21	15,28	34,88	5,65

F.V	G.L	Quadrado Médio						
		t	T	V	m	MO	C	N
Tratamentos	7	17,99**	17,43**	1391**	1153**	1136**	383,99**	2,39**
Resíduo	16	0,33	0,43	19,57	0,93	0,19	0,63E <sup>-1</sup>	0,15E <sup>-1</sup>
C.V. (%)		22,88	13,71	9,99	9,58	2,64	2,63	11,43

E: 10<sup>ns</sup>.

\*\* : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 2B** – Atributos químicos do esterco bovino.

pH (H <sub>2</sub> O)	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	P	K
	-----cmol/kg <sup>-1</sup> -----			--mg/kg <sup>-1</sup> --		
7,17	0,00	3,62	4,98	1,55	1217	6700
t	T	V	m	MO	C	N
cmol/kg <sup>-1</sup>		-----%-----		-----g/kg <sup>-1</sup> -----		
26,87	28,42	94,54	0,00	284,12	165,19	10,63

pH em água, relação 1:2,5.

Al<sup>3+</sup>: alumínio trocável; Ca<sup>2+</sup>: cálcio trocável; Mg<sup>2+</sup>: magnésio trocável.

H+Al: acidez potencial, extração acetado de cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0.

P: fósforo; K: potássio.

t: capacidade de troca de cátions efetiva.

T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0.

m: percentagem de saturação de alumínio.

V: percentagem de saturação de bases;

MO: C (carbono orgânico) x 1,724 – Walkley-Black.

N: nitrogênio total.

**TABELA 3B** – C-orgânico, N-total e relação C/N no solo em função dos tratamentos.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<b>C-orgânico (g/Kg<sup>-1</sup>)</b>								
	37,54	5,39	4,98	5,75	5,42	5,85	5,96	5,54
<b>N-total (g/Kg<sup>-1</sup>)</b>								
	3,28	0,74	0,89	0,72	0,73	0,73	0,75	0,75
<b>Relação (C/N)</b>								
	12/1	7/1	6/1	8/1	7/1	8/1	8/1	7/1

**TABELA 4B** – Resumo da análise de variância do teor de macronutriente na matéria seca da parte aérea de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.) aos 100 dias após o transplântio.

F.V	G.L	Quadrado Médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamentos	7	86,38**	4,59**	113,73**	46,52**	1,01**	0,33**
Resíduo	16	0,84E <sup>-1</sup>	0,13E <sup>-1</sup>	0,22	0,24	0,54E <sup>-2</sup>	0,46E <sup>-1</sup>
C.V. (%)		2,51	4,11	2,69	3,79	4,30	11,21

E: 10<sup>ns</sup>.

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 5B** – Resumo da análise de variância do teor de micronutriente na matéria seca da parte aérea de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.) aos 100 dias após o transplântio.

F.V	G.L	Quadrado Médio			
		Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamentos	7	0,95 <sup>ns</sup>	30802**	66,27**	37,67**
Resíduo	16	0,52	750,59	3,62	1,26
C.V. (%)		22,09	9,76	14,46	5,39

ns: Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 6B** – Resumo da análise de variância do conteúdo de macronutriente na matéria seca da parte aérea de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.) aos 100 dias após o transplântio.

F.V	G.L	Quadrado Médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamentos	7	159,37**	1,84**	271,10**	13,65**	1,94**	0,59**
Resíduo	16	1,11	0,16E <sup>-1</sup>	1,61	0,15	0,13E <sup>-1</sup>	0,54E <sup>-2</sup>
C.V. (%)		30,06	22,02	26,14	18,33	26,57	20,84

E: 10<sup>ns</sup>.

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 7B** – Resumo da análise de variância do conteúdo de micronutriente na matéria seca da parte aérea de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.) aos 100 dias após o transplântio.

F.V	G.L	Quadrado Médio			
		Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamentos	7	0,16E <sup>-5**</sup>	0,71E <sup>-2**</sup>	0,13E <sup>-3**</sup>	0,69E <sup>-4**</sup>
Resíduo	16	0,22E <sup>-7</sup>	0,10E <sup>-3</sup>	0,20E <sup>-5</sup>	0,13E <sup>-5</sup>
C.V. (%)		25,71	22,59	39,84	30,89

E: 10<sup>ns</sup>.

\*\* : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**TABELA 8B** – Resumo da análise de variância das características do crescimento – Altura, diâmetro, Nº de folhas, área foliar, MSPA, MSR e MST de plantas de cedro (*Cedrela odorata* L.), aos 100 dias após o transplântio.

F.V	G.L	Quadrado Médio						
		Altura	Diâmetro	Nº de folhas	Área foliar	MSPA	MSR <sup>+</sup>	MST
<b>Tratamentos</b>	7	24,73**	16,29**	4,09*	671.66**	22,96**	0,29**	44,02**
<b>Resíduo</b>	16	1,07	1,66	1,47	89.53	0,18	0,17E <sup>-1</sup>	0,80
<b>C.V. (%)</b>		9,64	16,94	22,55	28,32	21,48	8,75	27,56

MSPA: matéria seca da parte aérea; MSR: matéria seca da raiz; MST: matéria seca total; E: 10<sup>ns</sup>.

+: Dados transformados em  $\sqrt{x + 1}$ .

\* e \*\*: Significativo aos 5 a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.