

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA FLORESTAL**

**TECNOLOGIA DE SEMENTES E CRESCIMENTO  
INICIAL DE MUDAS DE *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Suelen Carpenedo Aimi**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**



**TECNOLOGIA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL  
DE MUDAS DE *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.**

**Suelen Carpenedo Aimi**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**

**Orientadora: Dra Maristela Machado Araujo**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Carpenedo Aimi, Suelen

Tecnologia de sementes e crescimento inicial de mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. / Suelen Carpenedo Aimi.-2014.

130 p. ; 30cm

Orientadora: Maristela Machado Araujo

Coorientadores: Marlove Fátima Brião Muniz, Mauro Valdir Schumacher

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2014

1. Tratamento de sementes 2. Mudas florestais 3. Recipientes 4. Nutrição mineral 5. Meliaceae I. Machado Araujo, Maristela II. Brião Muniz, Marlove Fátima III. Schumacher, Mauro Valdir IV. Título.

---

©2014

Todos os direitos autorais reservados a Suelen Carpenedo Aimi. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço Eletrônico: [suaimi@gmail.com](mailto:suaimi@gmail.com)

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado


**TECNOLOGIA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE  
MUDAS DE *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.**


elaborada por  
**Suelen Carpenedo Aimi**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Engenharia Florestal**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

  
-----  
**Maristela Machado Araujo, Dr<sup>a</sup>.**  
(Presidente/Orientadora)

  
-----  
**Gilvano Ebling Brondani, Dr. (UFMT)**

  
-----  
**Cleber Witt Saldanha, Dr. (FEPAGRO)**

Santa Maria, 20 de fevereiro de 2014.



Dedico este trabalho aos meus pais  
Moacir e Gessy Aimi e minhas irmãs  
Silvana e Samanta Aimi, pelo amor,  
exemplo, apoio e compreensão em  
todos os momentos.





## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, proteção e oportunidades concedidas.

Aos meus pais, Moacir e Gessy Aimi, por não terem medido esforços para garantir minha educação, por todo amor, exemplo, dedicação e confiança.

Às minhas irmãs, Silvana e Samanta Aimi, pelo amor e apoio, meu sobrinho Eduardo por me fazer lembrar como é bom voltar a ser criança e a Gabriela Polachini minha irmã de coração.

A todos meus familiares, em especial meus avós Catarina (*in memoriam*) e José Aimi, Rodolfo e Sabina Carpenedo pelo exemplo e amor, minha tia e primeira professora Elizete Aime pelos ensinamentos e confiança e minha prima Pâmella Aime pelo amor incondicional.

À minha querida orientadora, professora Dra. Maristela Machado Araujo, pela amizade, confiança, atenção, orientação, oportunidade, e todo o esforço prestado ao longo de toda minha formação.

Aos colegas do Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal: Daniele Rorato, Thaíse Tonetto, Daniele Gomes, Felipe Turchetto, Mariana Fauerharmel, Mônica Kelling, Rafael Callegaro, Márcio Navroski, Ezequiel Gasparin, Adriana Dutra, Patrícia Mieth, Eduardo Steiernagel, Álvaro Berghetti, Thairini Zavistanovicz, Gisele Costa, Jessé Mezzomo, Viviani Silveira, Daniele Urrutia, Bruno Cavalheiro e demais que passaram por lá pela parceria e amizade de todos os dias, tenho certeza que não chegaria até aqui sem a ajuda de cada um.

À Gisele de Oliveira pela amizade, conselhos, apoio e cumplicidade durante todos os momentos.

Ao Fernando Cunha, pela amizade, parceria e apoio durante a condução de todos os experimentos.

Ao colega Flávio Laureano pela dedicação e ajuda no início dos experimentos.

Aos funcionários do Viveiro Florestal: Seu Élio Campanhol, por toda a ajuda, ensinamentos e ideias facilitando o andamento dos trabalhos; ao Gervásio Mario, por toda ajuda e amizade; e ao Seu João pela ajuda prestada.

À minha querida Maria de Lima, pela amizade, carinho, dedicação e ajuda em todos os momentos.

À professora Dra Luciane Tabaldi e a Julia Farias pela atenção, ensinamentos e apoio.

À Universidade Federal de Santa Maria, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF), em especial aos professores da Pós-Graduação, pelos ensinamentos e formação profissional.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro fundamental para a realização dessa pesquisa.

As secretárias do PPGEF, Cerlene (Tita) e Rone pelo apoio e ensinamentos.

Aos co-orientadores, Dr. Nat techn Mauro Schumacher e a Dra. Marlove Muniz, pelas colaborações no desenvolvimento deste estudo.

Ao professor Dr. Gilvano Brondani e pesquisador Dr. Cleber Saldanha pela disponibilidade em participar da banca de avaliação, contribuindo para qualificação deste trabalho.

A todos meus amigos, em especial as minhas eternas amigas Andrisa Balbinot, Tatiele Lamarque, Lia Reck, Márcia Pommer, Leila Terebinto, Glaucia Moser e Aline Balbinot que sempre estiveram por perto.

Aos meus grandes colegas e amigos Engenheiros Florestais Anna Zimmermann, Rose Felker, Caren Perius e Ricardo Mezzomo pela amizade e ensinamentos.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma ou outra contribuíram para mais essa importante conquista minha vida.

Muito obrigada!

*“A simplicidade é o último degrau da sabedoria.”*

Khalil Gibran



## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **TECNOLOGIA DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.**

AUTORA: SUELEN CARPENEDO AIMI

ORIENTADORA: DRA. MARISTELA MACHADO ARAUJO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 20 de fevereiro de 2014.

*Cabralea canjerana* (canjerana) da família Meliaceae é uma espécie florestal nativa com grande valor econômico, sendo reconhecida como madeira de lei, com elevada durabilidade e utilizada em estruturas de móveis, construção civil, moirões, entre outros. Além disso, a espécie é indicada para o paisagismo e reflorestamentos de áreas destinadas a preservação permanente. No entanto, há carência de estudos sobre sementes, produção de mudas e desenvolvimento no campo, sendo necessárias pesquisas com uma abordagem mais ampla, com informações silviculturais sobre a espécie. O presente estudo teve como objetivos: I – Identificar os patógenos e analisar diferentes tratamentos de sementes e substratos adequados para germinação de um lote de sementes; II - Avaliar o desenvolvimento das mudas produzidas no viveiro, em diferentes volumes de recipientes e doses de fertilizante de liberação controlada (FLC); e III - Analisar a sobrevivência e o crescimento de mudas de *C. canjerana* no campo, sob diferentes níveis de sombreamento. Foram coletadas sementes de cinco árvores no município de Santa Maria (RS) e, após beneficiadas, foi determinado o peso de mil sementes, teor de umidade, teste de sanidade e teste de germinação. No viveiro, foi avaliado o efeito de seis doses de FLC (0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; e 12,5 g L<sup>-1</sup>), combinados com dois volumes de recipientes (110 e 180 cm<sup>3</sup>). Foram realizadas avaliações da altura (H), diâmetro coleto (DC), relação H/DC, massa seca aérea, massa seca radicular, massa seca total, índice de qualidade de Dickson, área foliar e comprimento radicular. No campo foram avaliadas diferentes intensidades de sombreamento (0%; 18%; 50%; e 70%), verificando-se a taxa de sobrevivência e mensuradas bimensalmente a H, DC e H/DC. Aos 180 e 360 dias após o plantio foram avaliadas as variáveis fisiológicas teor de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, relação clorofila *a/b* e carotenoides. De maneira geral, os resultados obtidos permitem inferir que os principais gêneros de fungos associados às sementes de *C. canjerana* são: *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Pestalotia* sp. e *Phomopsis* sp.. A assepsia no teste de germinação das sementes pode ser realizada com hipoclorito de sódio 1% por 2', utilizando-se os substratos papel mata-borrão, sobre vermiculita e sobre areia. Na produção de mudas no viveiro, recomenda-se a dose mínima de 8,6 g L<sup>-1</sup> e máxima de 12,3 g L<sup>-1</sup> de FLC no substrato em recipientes de 180 cm<sup>3</sup>. No campo, o plantio de mudas de *C. canjerana* em pleno sol não é ideal, condição que é mais restritiva, principalmente no primeiro semestre recomendando-se o plantio com 50% de sombreamento, o que sugere utiliza - lá em sub-bosques com tratamentos silviculturais de abertura parcial de dossel, em áreas de enriquecimento e de transformação.

**Palavras-chave:** Tratamento de sementes. Mudas florestais. Recipientes. Nutrição mineral.



## ABSTRACT

Master Course Dissertation  
Professional Graduation Program in Forest Engineering  
Federal University of Santa Maria

### TECHNOLOGY OF SEEDS AND INITIAL GROWTH OF SEEDLINGS

*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.

AUTHOR: SUELEN CARPENEDO AIMI

ADVISER: DRA. MARISTELA MACHADO ARAUJO

Defense Place and Date: Santa Maria, 20<sup>th</sup> of February, 2014.

*Cabralea canjerana* (canjerana) is a native tree of Meliaceae family. The high economic value this specie is by high durability this wood. The wood is used in furniture, building, fence posts, among others. In addition, the species is indicated for landscaping and reforestation in preservation areas. However, there are few studies on seeds, seedlings and growth in the field of *C. canjerana*, therefore this study was made to: I – Identify pathogens, analyze seed treatments and substrates for seed germination; II – Assess the development of the seedlings in containers of different volumes and doses of release controlled fertilizer (FLC); and III – Analyze the survival and growth of seedlings under different shading levels. Seeds were collected from five trees in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. The samples were processed and then were submitted to thousand seed weight, moisture content, seed health and germination. *C. canjerana* was tested in six doses of FLC (0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 and 12.5 g L<sup>-1</sup>) combined with two volumes of containers (110 and 180 cm<sup>3</sup>) in the nursery. The variables were height (H), stem diameter (DC), H/DC, dry mass of shoot, root and total, Dickson quality index, leaf area and root length. *C. canjerana* was evaluated in different shading levels (0%, 18%, 50% and 70%), checking the survival rate and measured bimonthly H, DC and H/DC in the field. Content of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, chlorophyll a/b and carotenoids were evaluated at 180 and 360 days after planting. The main fungus in seeds of *C. canjerana* was *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Pestalotia* sp. and *Phomopsis* sp.. The asepsis in the germination test was better with 1% sodium hypochlorite for 2 minutes, using substrates the blotting paper, vermiculite and sand. The dose of FLC was minimum of 8.6 g L<sup>-1</sup> and maximum of 12.3 g L<sup>-1</sup> in substrate in a container of 180 cm<sup>3</sup>. The growth of *C. canjerana* was not appropriated in full sun light. The best shading was 50%, suggesting that this specie is better to use in understory with silvicultural treatments for partial canopy cover in areas of enrichment and transformation.

**Keywords:** Seed treatment. Forest seedlings. Containers. Mineral nutrition.





## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Crescimento em altura de mudas de *C. canjerana*, produzidas em diferentes tubetes, em função das doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), aos 210 dias após a semeadura, na fase de viveiro. .... 74
- Figura 2 – Crescimento em diâmetro do coleto de mudas *C. canjerana*, produzidas em diferentes tubetes, em função das doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), aos 210 dias após a semeadura, na fase de viveiro. .... 75
- Figura 3 – Relação H/DC de mudas de *C. canjerana*, produzidas em diferentes tubetes, em função das doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), aos 210 dias após a semeadura, na fase de viveiro. .... 76
- Figura 4 – Comportamento da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de *C. canjerana*, avaliadas aos 210 dias, em função das doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), na fase de viveiro. .... 79
- Figura 5 – Comportamento do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *C. canjerana*, avaliadas aos 210 dias, em função das doses de fertilizante de liberação controlada, na fase de viveiro. .... 80
- Figura 6 – Comportamento da área foliar (AF) de mudas de *C. canjerana*, avaliadas aos 210 dias, em função das doses de fertilizante de liberação controlada, na fase de viveiro. .... 80
- Figura 7 – Comportamento do comprimento radicular (CR) de mudas de *C. canjerana*, avaliadas aos 210 dias, em função das doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), na fase de viveiro. .... 81
- Figura 8 – Esquema do delineamento utilizado no campo para condução das mudas de *C. canjerana* em diferentes intensidades de sombreamento no Viveiro Florestal (DCFL/UFSM). .... 93
- Figura 9 – Crescimento em altura (H) de mudas de *C. canjerana*, em diferentes intensidades de sombreamento (0; 18; 50 e 70%), em função dos períodos de avaliação (0; 60; 120; 180; 240; 300 e 360 dias), no plantio a campo. .... 98
- Figura 10 – Crescimento em diâmetro do coleto (DC) de mudas de *C. canjerana*, em diferentes intensidades de sombreamento (0; 18; 50 e 70%), em função dos períodos de avaliação (0; 60; 120; 180; 240; 300 e 360 dias), no plantio a campo. .... 100
- Figura 11 – Relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (H/DC) de mudas de *C. canjerana*, em diferentes intensidades de sombreamento (0; 18; 50 e 70%), em função dos períodos de avaliação (0; 60; 120; 180; 240; 300 e 360 dias), no plantio a campo. .... 101



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados obtidos em experimentos com diferentes volumes de recipientes e doses de fertilizante de liberação controlada para as variáveis morfológicas altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC); H/DC: relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (H/DC), Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD), em viveiro e campo.....	40
Tabela 2 – Incidência dos gêneros de fungos (%) em sementes de <i>C. canjerana</i> , Santa Maria, RS (Março, 2013).....	58
Tabela 3 – Porcentagem de germinação de sementes de <i>C. canjerana</i> em diferentes tratamentos de sementes e substratos (Março de 2013).....	61
Tabela 4 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de <i>C. canjerana</i> em diferentes tratamentos de sementes e substratos.....	62
Tabela 5 – Médias mensais de temperatura máxima (T Max), temperatura mínima (T Mín), temperatura média (T Md), umidade relativa do ar (UR) e precipitação (pp) registradas no município de Santa Maria.....	69
Tabela 6 – Médias das variáveis massa seca parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF) e comprimento radicular (CR), aos 210 dias em viveiro, de mudas de <i>C. canjerana</i> .....	77
Tabela 7 – Variáveis morfológicas altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura/diâmetro do coleto (H/DC), massa seca parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF) e comprimento radicular (CR) das mudas de <i>C. canjerana</i> produzidas em diferentes volumes de recipiente e doses de FLC aos 210 dias após a emergência em viveiro. ....	83
Tabela 8 – Médias mensais de temperatura máxima (T Max), temperatura mínima (T Mín), temperatura média (T Md), umidade relativa do ar (UR) e precipitação (pp) registradas no município de Santa Maria-RS, durante o período de crescimento inicial no campo de mudas de <i>C. canjerana</i> . ....	91
Tabela 9 – Atributos químicos e físicos do solo na área utilizada no plantio a campo de mudas de <i>C. canjerana</i> , Santa Maria (RS). ....	92
Tabela 10 – Atributos químicos e físicos do substrato utilizado no preenchimento das covas no plantio a campo das mudas de <i>C. canjerana</i> , Santa Maria (RS). ....	94
Tabela 11 – Taxa de sobrevivência de mudas de <i>C. canjerana</i> , aos 30 e 360 dias após o plantio no campo, em função de diferentes níveis de sombreamento. ....	98
Tabela 12 – Médias de diâmetro do coleto (DC), de mudas de <i>C. canjerana</i> , aos 360 dias após plantio no campo. ....	99

Tabela 13 –Médias de clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> , clorofila total e relação <i>a/b</i> de mudas de <i>C. canjerana</i> em pleno sol (0%) e diferentes intensidades de sombreamento (18, 50 e 70%), aos 180 e 360 dias no campo. ....	102
Tabela 14 –Médias de teor de carotenoides de mudas de <i>C. canjerana</i> em pleno sol (0%) e diferentes intensidades de sombreamento (18, 50 e 70%), aos 180 e 360 dias no campo. ....	104

## LISTA DE APÊNDICES

- Apêndice 1 – Aspectos morfológicos de plântulas de *C. canjerana* observadas no teste de germinação. Onde: ep – epicótilo; co - cotilêdones; hp - hipocótilo; e rp - raiz primária. .... 125
- Apêndice 2 – Detalhes do plantio a campo de *C. canjerana*, A - abertura das covas com auxílio de um perfurador de solo; B - covas circulares (0,02m<sup>3</sup>); C - abertura das covas para adubação (10 cm de distância da planta); D - fertilização de cobertura (NPK). .... 126
- Apêndice 3 – Localização do plantio a campo de mudas de *C. canjerana*, A - vista aérea do Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal (DCFL/UFSM); B - localização no campo, bloco 1, 2 e 3; e C - bloco 4 e 5. .... 127
- Apêndice 4 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) dos fungos *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Pestalotia* sp., *Phomopsis* sp. e *Trichoderma* sp. em diferentes tratamento de sementes, no teste de sanidade em sementes de *C. canjerana*. .... 128
- Apêndice 5 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para a porcentagem de germinação (%) e o índice de velocidade de germinação (IVG) em diferentes tratamento de sementes e substratos, no teste de germinação de sementes de *C. canjerana*. .... 128
- Apêndice 6 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC das mudas de *C. canjerana* em diferentes recipientes e doses do fertilizante de liberação controlada (FLC), aos 210 dias após semeadura. .... 129
- Apêndice 7 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF) e comprimento radicular (CR) das mudas de *C. canjerana* em diferentes recipientes e doses do fertilizante de liberação controlada (FLC), aos 210 dias após semeadura. .... 129
- Apêndice 8 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para os parâmetros morfológicos altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC das mudas de *C. canjerana* em diferentes sombreamentos (0; 18; 50 e 70%), aos 180 e 360 dias após o plantio a campo. .... 130
- Apêndice 9 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, relação *a/b*, carotenoides em mudas de *C. canjerana* em diferentes sombreamentos (0; 18; 50 e 70%), em função dos períodos de avaliação, no plantio a campo. .... 130



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	23
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	27
2.1 <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart .....	27
2.2 Avaliação da qualidade das sementes de espécies florestais nativas.....	28
2.3 Produção de mudas .....	31
2.3.1 Recipientes .....	32
2.3.2 Nutrição mineral.....	33
2.3.3 Avaliação da qualidade das mudas por parâmetros morfológicos .....	35
2.4 Plantio a campo .....	43
2.4.1 Sombreamento .....	44
<b>CAPÍTULO I</b> .....	47
<b>TRATAMENTO DE SEMENTES E SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE</b> <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. ....	47
<b>3 INTRODUÇÃO</b> .....	49
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	53
4.1 Coleta e beneficiamento das sementes .....	53
4.2 Teste de sanidade e germinação .....	53
4.2.1 Teste de sanidade.....	54
4.2.2 Teste de germinação .....	55
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	57
5.1 Teste de sanidade.....	57
5.2 Teste de germinação .....	60
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	63
<b>CAPÍTULO II</b> .....	65
<b>VOLUME DE SUBSTRATO E FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO</b> <b>CONTROLADA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE</b> <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. ....	65
<b>7 INTRODUÇÃO</b> .....	67
<b>8 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	69
8.1 Análise estatística .....	72
<b>9 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	73
<b>10 CONCLUSÕES</b> .....	85
<b>CAPÍTULO III</b> .....	87
<b>SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE</b> <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. NO CAMPO SOB DIFERENTES SOMBREAMENTOS .....	87
<b>11 INTRODUÇÃO</b> .....	89
<b>12 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	91
12.2 Análise estatística .....	95

<b>13 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	97
<b>14 CONCLUSÕES</b> .....	105
<b>15 RECOMENDAÇÕES GERAIS</b> .....	107
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	109
<b>APÊNDICES</b> .....	125



# 1 INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica é caracterizada como um dos biomas mais ricos em biodiversidade, porém é um dos mais ameaçados. A riqueza de espécies, os elevados níveis de endemismo e os remanescentes de floresta original ainda existente, possibilitaram incluir esse bioma entre os “*Hotspots*” para a conservação de áreas com alta biodiversidade e ameaçadas no mais alto grau de extinção (MYERS et al., 2000; MESQUITA et al., 2011). A enorme biodiversidade resulta em grande parte pela variação latitudinal, diferenças de altitude e diversos regimes climáticos, ao longo de todo o litoral brasileiro, do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul (SOS MATA ATLÂNTICA, 2011).

Conforme Ribeiro et al. (2009), desde o início da colonização do Brasil, essa vegetação foi suprimida para o estabelecimento de pastagens, da agricultura, da urbanização, retirada da madeira e plantio de espécies exóticas. Hoje, o bioma representa cerca de 8,5% (11.189.009 ha) da vegetação original, distribuídas em remanescentes florestais (SOS MATA ATLÂNTICA, 2011), caracterizado por apresentar elevada fragmentação, o que ameaça a biodiversidade (PINTO et al., 2009).

Diversas iniciativas têm sido adotadas buscando restaurar a Mata Atlântica e incentivar o desenvolvimento da silvicultura de espécies florestais nativas, aumentando assim, a procura de sementes e mudas, para reflorestamento, recuperação de áreas alteradas e produção de madeira (PENSAF, 2006; RODRIGUES, BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009). Entretanto, ainda existem diversos desafios na silvicultura de espécies nativas, devido à falta de pesquisas na produção de sementes e mudas.

A produção de sementes de espécies florestais apresenta uma sequência de etapas representada pela seleção e marcação de árvores matrizes, coleta, extração, beneficiamento, secagem, armazenamento e controle de qualidade das sementes. Conforme Figliolia et al. (1993), a análise das sementes tem o objetivo de identificar a qualidade física, fisiológica e sanitária dos lotes para fins de semeadura e armazenamento, todavia, para que essas informações realmente expressem a qualidade das sementes é necessária padronização das metodologias utilizadas. As instruções para a realização dos testes são apresentadas em dois documentos: Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e Instruções para a Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013). No entanto, muitas espécies florestais

nativas não apresentam protocolo para análises básicas, e outras descritas ainda necessitam de validação.

Outro fator que interfere na identificação da qualidade dos lotes é a sanidade das sementes, cujos estudos ainda são escassos, apesar de influenciarem negativamente a germinação das mesmas, causando morte de plântulas ou transmitindo doenças para as árvores.

Na produção de mudas, além dos lotes de sementes, outros fatores interferem na qualidade das mudas como, por exemplo, os recipientes, substrato e nutrição. Os recipientes têm influência direta no custo final da muda, na quantidade de substrato, na mão de obra e no transporte. Na nutrição, as características e a quantidade de fertilizantes utilizados dependem das necessidades nutricionais de cada espécie e da fertilidade dos solos ou substratos.

Conforme Gomes e Paiva (2011), a qualidade das mudas é avaliada pelos parâmetros morfológicos, que geralmente são de fácil obtenção (altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação altura/diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca radicular e índice de qualidade de Dickson) e parâmetros fisiológicos (concentrações de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides), que são de difícil mensuração, principalmente em viveiros comerciais, pois dependem da disponibilidade de equipamentos. Porém, a falta de estudos no desenvolvimento das mudas no campo leva a conclusões equivocadas, pois nem sempre os melhores resultados obtidos no viveiro representam o melhor crescimento no campo (VALLONE et al., 2009).

Entre os trabalhos publicados, observam-se informações isoladas, sendo que algumas espécies dispõem de trabalhos sobre sementes, outras de mudas e poucos abordando o desenvolvimento no campo. Dessa forma, são necessárias pesquisas com uma abordagem mais ampla, com informações silviculturais sobre espécies nativas, capazes de subsidiar o uso das espécies com potencial econômico e para restauração de áreas.

Dessa forma, a espécie *Cabraela canjerana* (Vell.) Mart., indicada para reflorestamentos e considerada uma das espécies madeireiras mais valiosas do Sul do Brasil, ainda apresenta várias lacunas a serem preenchidas no que diz respeito à qualidade das sementes e produção de mudas. Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a tecnologia de sementes e produção de mudas dessa espécie utilizando diferentes métodos e insumos. O trabalho foi dividido em três capítulos, os quais estão organizados de acordo com os objetivos, a seguir:

- ✓ Capítulo I – Identificar os patógenos e analisar diferentes tratamentos de sementes e substratos na germinação de um lote de sementes de *C. canjerana*;
- ✓ Capítulo II – Avaliar o crescimento das mudas produzidas no viveiro, em diferentes volumes de recipientes e doses de fertilizante de liberação controlada;
- ✓ Capítulo III – Analisar a sobrevivência e o crescimento das mudas de *C. canjerana* no campo, sob diferentes níveis de sombreamento.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.

A *C. canjerana* pertence à família Meliaceae, conhecida como canjarana, canjerana, cedro-canjerana, entre outros, sendo encontrada na Costa Rica, Guiana, Peru, Bolívia, Argentina, Paraguai e Brasil (Estados de Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Roraima, Rio de Janeiro, Distrito Federal, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). A espécie ocorre nas formações de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e Campos de Altitude (BACKES; IRGANG, 2002; CARVALHO, 2003).

Conforme Carvalho (2003), a espécie ocupa uma posição intermediária na floresta e ocorre naturalmente em vários tipos de solos, principalmente, aqueles situados nos altos dos morros, porém apresenta melhor crescimento em solo fértil, profundo, com adequada drenagem e disponibilidade hídrica. A *C. canjerana* é classificada como pioneira, secundária tardia ou clímax, porém Schussler (2006), relata que a mesma necessita de muita luz para o seu desenvolvimento, e sua regeneração ocorre tanto em matas densas, quanto em clareiras e capoeirões.

A árvore é caducifólia, com altura de 5 a 20 m e com 20 a 50 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). Espécie dióica com polinização cruzada, flores hermafroditas, nectaríferas, com coloração branca esverdeada, pequenas e aromáticas que são utilizadas na indústria de perfumaria devido ao seu intenso aroma. No estado do Rio Grande do Sul a floração ocorre de fevereiro a março e a frutificação de julho a dezembro, uma característica dessa espécie é ter flores e frutos maduros na mesma época (BACKES; IRGANG, 2009; CARVALHO, 2003). A polinização acontece principalmente por mariposas da ordem Lepidoptera de diversas famílias, o fruto é globoso, levemente carnoso de cor vermelha. As sementes, normalmente duas por lóculo, são envoltas por um arilo, carnoso e rico em lipídios (70,8%) (PIZO; OLIVEIRA, 1998). A dispersão é zoocórica realizada principalmente por aves, morcegos, pequenos mamíferos e formigas (PIZO; OLIVEIRA, 1998; CARMO, 2005).

A espécie tem grande valor econômico, sendo considerada como uma das mais valiosas do Sul do Brasil, reconhecida como madeira de lei, com grande durabilidade, quando exposta a intempéries, fornecendo um acabamento com características tecnológicas e anatômicas de fácil trabalhabilidade (REITZ; KLEIN; REIS, 1988). Devido a essas características é utilizada em construções de estruturas de móveis, construção civil, moirões, entre outros. Além disso, a espécie é indicada para o paisagismo e reflorestamentos de áreas destinadas a preservação permanente (CARVALHO, 2003).

A canjerana também possui propriedades fitoquímicas com inúmeros efeitos medicinais, sendo, utilizada em pesquisas contra o câncer e a AIDS (SOARES et al., 2004). Além disso, o caule é utilizado no tratamento de distúrbios causados na pele e no tecido subcutâneo. No lenho estão presentes óleos essenciais, saponinas e tanino, sendo que desse último, é extraído um corante vermelho utilizado na indústria (CARNEIRO, 2009).

As sementes dessa espécie não apresentam dormência, mas tem comportamento recalcitrante, ou seja, mantém elevado teor de água ao final da maturação e são intolerantes à dessecação, assim não é recomendado o seu armazenamento, pois não se conhece método eficaz (CARVALHO, 2003). Frasseto e Menezes (1997), recomendam o armazenamento das sementes misturadas à casca de arroz umedecida em saco de filó, em câmara fria a 5°C e umidade relativa de 98% por, 120 dias. Em um estudo de Zanon e Carpanezzi (1993), as sementes de canjerana foram alocadas em vidros hermeticamente fechados e em sacos plásticos e armazenadas em câmara fria a 5°C, por 105 dias apresentando, respectivamente, germinação de 39% e 1%.

O poder germinativo da espécie varia de 40% a 93% (CARVALHO, 2003) e 22 a 86% (FELIPPI, 2010). Conforme Lorenzi (2002), a germinação é lenta e geralmente muito baixa e o seu crescimento no campo é lento. A emergência das sementes ocorre entre 13 e 73 dias após a sementeira, com emergência de 60%, tanto na luz quanto no escuro (BACKES; IRGANG, 2002). A remoção do arilo das sementes por formigas na natureza aumenta a velocidade de germinação (PIZO; OLIVEIRA, 1998; CARMO, 2005).

## **2.2 Avaliação da qualidade das sementes de espécies florestais nativas**

A qualidade das sementes é o somatório de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que interferem na capacidade de estabelecimento e desenvolvimento da planta,

podendo variar entre e dentro dos lotes em virtude de diferenças qualitativas das sementes que ocorre desde a sua formação até a semeadura (VIDAL, 2007).

A análise das sementes é realizada com o objetivo de conhecer as qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias dos lotes para fins de semeadura e armazenamento. Nas análises são identificados a pureza, número de sementes por quilograma, teor de umidade, ocorrência de dormência, percentuais de germinação e outras informações que sejam relevantes, todavia, para que essas informações realmente expressem a qualidade das sementes é necessária padronização das metodologias utilizadas (FIGLIOLIA et al., 1993).

Os métodos para a realização dos testes são apresentadas nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), com destaque para as espécies agrícolas, porém, com poucas informações para as espécies florestais. Assim, recentemente, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou o documento “Instruções para a Análise de Sementes de Espécies Florestais” (BRASIL, 2013), o qual complementa a RAS com métodos para testes das espécies florestais nativas e exóticas.

Dessa forma, é muito importante que os métodos padronizados sejam seguidos, entretanto, conforme Lima Junior (2010), os níveis de precisão e de uniformidade dos resultados são limitados pelo conhecimento da espécie, equipamentos disponíveis e habilidade do analista.

O teste de pureza avalia o percentual de impureza de determinado lote, podendo ser influenciado pelo método de coleta e extração das sementes do fruto. A partir da porção de sementes puras, é possível analisar o peso de mil sementes que fornece informações sobre o tamanho das sementes, sendo também utilizado para calcular a densidade de semeadura e o número de sementes por embalagem, o peso de uma amostra varia de acordo com o grau de umidade das sementes (BRASIL, 2009). Na determinação são coletadas oito subamostras de 100 sementes, que são pesadas separadamente e, obtêm-se o coeficiente de variação (CV%) que para sementes palhentas é de no máximo 6% e para as não palhentas 4%, a partir dessa determinação multiplica-se a média por 10 para determinar o peso de mil sementes (BRASIL, 2009).

A determinação do grau de umidade ocorre pela extração da água contida nas sementes em forma de vapor por meio da aplicação de calor em condições controladas, normalmente em estufas. Os métodos recomendados foram desenvolvidos para reduzir a oxidação, decomposição ou a perda de outras substâncias voláteis, enquanto asseguram a remoção máxima da água, tanto quanto possível (BRASIL, 2009).

A água contida na semente tem função principal de manter a integridade do sistema de membranas que mantém a atividade normal e a sobrevivência dos tecidos embrionários, quando a semente desidrata o sistema se desorganiza e compromete o desenvolvimento da plântula. O objetivo desse teste é quantificar o teor de água por meio do grau de umidade, sendo um indicativo para comparar o comportamento de sementes com diferentes quantidades de água (MARCOS FILHO, 2005).

Diferentes testes podem ser utilizados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, um dos mais conhecidos é o teste de germinação. Esse teste deve ser realizado em ambiente de laboratório, em condições controladas de temperatura, teor de água e luz, possibilitando que as sementes expressem seu máximo poder germinativo e vigor (BRASIL, 2009).

A germinação é considerada uma etapa crítica por estar associada a vários fatores de natureza extrínseca e intrínseca à semente, ou seja, a processos fisiometabólicos (BEWLEY; BLACK, 1994). O processo de germinação inicia com a embebição que varia de acordo com a espécie, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água, temperatura, pressão hidrostática, área de contato da semente com a água, forças intermoleculares, composição química e condições fisiológicas (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; MARCOS FILHO, 2005).

Durante o teste de germinação, algumas avaliações são efetuadas como a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG), calculado por meio da quantidade de sementes germinadas dividida pela quantidade de dias decorrentes do teste, sendo que quanto maior o IVG, maior o vigor do lote (NAKAGAWA, 1994).

No entanto, as variáveis fisiológicas podem responder de acordo com as condições oferecidas, como por exemplo, o substrato que influencia a germinação, pois em função de sua capacidade de retenção, estrutura e aeração, ocorre o fornecimento de água e oxigênio para as sementes, além de servir como suporte físico para o desenvolvimento da plântula. Assim, a escolha do tipo de substrato utilizado deve levar em consideração o tamanho da semente, sua exigência quanto à quantidade de água, sensibilidade ou não à luz e facilidade para o desenvolvimento e avaliação das plântulas. Os substratos mais utilizados no teste de germinação são: papel filtro, papel mata-borrão, areia e vermiculita (BRASIL, 2009).

A avaliação da qualidade sanitária serve para comparar a qualidade de diferentes lotes de sementes e sua utilização comercial. O teste de sanidade é importante por inúmeras razões: a) os patógenos transmitidos por sementes podem servir de inóculo inicial para o desenvolvimento progressivo da doença no campo, reduzindo o valor comercial da cultura; b)



auxilia na avaliação das plântulas e das causas da baixa germinação no laboratório ou no campo; c) complementa o teste de germinação; e d) indica a presença dos fungos de armazenamento. A observação e, a identificação das características morfológicas dos patógenos é realizada após incubação de 7 a 10 dias sobre papel filtro a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , em câmara com fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009).

Dentre os patógenos associados às sementes, os fungos são os agentes causais mais importantes, os quais são disseminados por meio das sementes e permanecem viáveis por longo período (CARNEIRO, 1987). Conforme Lazarotto et al. (2012), para diminuir ou mesmo erradicar estes organismos patogênicos presentes nas sementes, é viável a utilização do tratamento químico ou biológico, capaz de proteger as sementes, dificultando a entrada de patógenos e redução de doenças futuras em espécies florestais.

### **2.3 Produção de mudas**

A produção de mudas de espécies florestais nativas, no Brasil, basicamente é realizada por meio de propagação sexuada (sementes). Essa produção é realizada em viveiros florestais, onde se encontram equipamentos e insumos, além de técnicas visando à produção de mudas de alta qualidade (DAVIDE; FARIA, 2008). No caso das espécies nativas, o conhecimento a respeito de técnicas de produção e insumos, ainda é incipiente, no entanto, estudos estão em andamento, visando obter essas respostas específicas para diferentes espécies (GOMES; PAIVA, 2008).

Diversos fatores influenciam a produção de mudas florestais, como a qualidade genética das sementes, substrato, tipo de recipiente, fertilização, irrigação, controle fitossanitário, aclimatação, seleção, transporte, entre outros (SANTOS et al., 2000). O tempo de formação de mudas nativas pode variar de meses até um ano, dependendo das técnicas empregadas nas etapas de produção (LANG, 2007).

Entretanto, alguns parâmetros são comumente utilizados para caracterizar mudas de qualidade antes da expedição. Gonçalves et al. (2005), descrevem que as mudas devem apresentar vigor e adequado estado nutricional, altura entre 20 a 30 cm, diâmetro do coleto, entre 5 e 10 mm, sistema radicular formado, sem enovelamento e raízes secundárias distribuídas adequadamente, área foliar ampla, adequado aspecto fitossanitário e rustificação.

Os mesmos autores destacam que nessa condição as plantas apresentarão sucesso no plantio, pois terão condições de suportar o estresse hídrico e nutricional do pós-plantio.

### 2.3.1 Recipientes

A produção de mudas com raiz nua não é uma técnica amplamente utilizada, pois está restrita a algumas espécies e regiões, principalmente no sul do Brasil, onde as condições climáticas e edáficas são favoráveis. Hoje, a produção de mudas de espécies florestais nativas em recipientes é o método mais utilizado permitindo melhor qualidade (GOMES; PAIVA, 2011).

A escolha do recipiente é um dos insumos mais importantes no viveiro, pois o mesmo controla a quantidade de água e de nutrientes minerais disponíveis para o crescimento da planta e as dimensões definem os aspectos operacionais nas etapas de produção das mudas (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009). Conforme Landis (1990), a principal função do recipiente é conter o substrato responsável por fornecer água, ar, nutrientes e suporte físico às raízes da planta, durante o seu desenvolvimento no viveiro.

Atualmente, os recipientes mais utilizados na produção de mudas de essências florestais são os sacos plásticos e os tubetes de polipropileno. Os sacos plásticos ainda são utilizados principalmente em viveiros menores, devido ao baixo preço e a disponibilidade, ou quando a produção das mudas é destinada para a arborização urbana ou fruticultura. A utilização de tubetes permite a mecanização dos viveiros, redução de custos e tempo de produção, ao mesmo tempo em que, observa-se melhoria do padrão de qualidade do produto final (GONÇALVES et al., 2005).

Os tubetes são constituídos por polipropileno rígido, de cor preta, formato cônico, com secção circular ou quadrada e diferentes dimensões, apresentam estrias longitudinais internas, variando de quatro a oito, direcionando as raízes para baixo e evitando o enovelamento, existindo também um orifício inferior, para escoamento do excesso de água e favorece a poda radicular (WENDLING et al., 2010; GOMES; PAIVA, 2011).

As principais vantagens dos tubetes quando comparados aos sacos plásticos são: melhor qualidade do sistema radicular; maior mecanização; melhor ergonomia; possibilidade de reutilização; poda natural das raízes; menor consumo de substrato; facilidade de remoção e manuseio das mudas; maior produção de mudas por unidade de área; redução no custo de

transporte. As desvantagens são: maior custo inicial na aquisição de materiais e equipamentos; maior frequência de irrigação (devido ao menor volume de substrato); maior lixiviação dos nutrientes; necessidade de lavagem e assepsia para reutilização; aumento da probabilidade do efeito salino dos fertilizantes, entre outras (STURION; ANTUNES, 2000; GONÇALVES et al., 2005; DAVIDE; FARIA, 2008).

Os tubetes mais recomendados para a produção de mudas são aqueles que possuem capacidade de 50 a 180 cm<sup>3</sup>. Porém Cunha et al. (2005), observaram que recipientes de maiores volumes oferecem melhores condições para o desenvolvimento das mudas, mas somente devem ser utilizados para espécies que apresentam desenvolvimento lento, necessitando permanecer mais tempo no viveiro. Contudo, em alguns trabalhos as diferenças da altura e diâmetro do coleto tendem a desaparecer após o plantio a campo (MALAVASI; MALAVASI, 2006).

As dimensões dos tubetes para a produção de mudas ainda estão sendo estudadas, o tamanho e o volume do recipiente influenciam na morfologia e a qualidade das mudas, pois o seu volume controla o crescimento do sistema radicular, influenciando também o incremento radicular após o plantio a campo (RITCHIE; LANDIS; DUMROESE, 2010). O tamanho ideal de um recipiente depende das características da espécie, do tamanho final da muda, do crescimento, do tempo de permanência no viveiro e do substrato utilizado (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009). Conforme Wendling e Delgado (2008), volumes maiores aumentam também os custos de produção das mudas, devido à maior utilização de substrato e outros insumos, bem como, maior área no viveiro.

### 2.3.2 Nutrição mineral

No viveiro muitos fatores influenciam o crescimento das plantas e a qualidade das mudas, principalmente a disponibilidade de nutrientes minerais. Dessa forma, quando os nutrientes são fornecidos em quantidade e no momento adequado, as plantas podem atingir taxas de crescimento maiores do que na natureza (JACOBS; LANDIS, 2009).

A demanda de nutrientes da planta vai depender da sua taxa de crescimento e da eficiência com que a mesma converte o elemento. Dessa forma, as plantas requerem quantidades adequadas de nutrientes minerais para realizarem os processos fisiológicos básicos, como a fotossíntese, a fim de promover o rápido crescimento e desenvolvimento.

Além disso, a utilização de fertilizantes na fase de viveiro é importante para que as mudas se desenvolvam vigorosas, nutridas e com qualidade para sobreviver e se desenvolver no campo (GONÇALVES et al., 2005; JACOBS; LANDIS, 2009).

No mercado existem inúmeros tipos de fertilizantes, com diferentes composições, formas (pó, grânulos e encapsulados) e solubilidade (NETO et al., 2003). Os fertilizantes de liberação lenta (baixa solubilidade) e controlada (encapsulado ou revestido com resina) caracterizam-se por fornecer os nutrientes às plantas, lentamente, durante certo tempo. As taxas de liberação são ajustadas pelo fabricante, alterando a espessura e a natureza do material, e a duração pode variar de 3 a 18 meses (VALERI; CORRADINI, 2005; JACOBS; LANDIS, 2009).

Um dos principais fertilizantes de liberação controlada (FLC), utilizado na produção de mudas, é constituído por grânulos que contêm uma combinação homogênea de nutrientes, normalmente NPK, recoberta por uma resina orgânica que regula o fornecimento de nutrientes (SCIVITTARO; OLIVEIRA; RADMANN, 2004). O processo de liberação dos nutrientes ocorre quando o vapor da água da irrigação é absorvido através de poros microscópicos do revestimento, a partir daí forma-se um gradiente osmótico, dentro da cápsula, tornando o revestimento flexível para expandir, aumentando os pequenos poros e liberando os nutrientes no substrato. A frequência de irrigação e a temperatura média são os principais fatores ambientais que afetam a velocidade desse processo, dessa forma como a velocidade de crescimento das mudas é diretamente proporcional ao aumento da temperatura, a liberação de nutrientes é maior nos momentos de maior exigência das mudas (VALERI; CORRADINI, 2005; LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009).

As principais vantagens desse tipo de fertilizante são: redução das perdas por lixiviação, volatilização e fixação; altas doses podem ser aplicadas sem causar danos nas mudas, ou reduzir a eficiência do produto; a necessidade de fertilizações de cobertura é menor; e maior facilidade para homogeneização do substrato. No entanto, a utilização de elevadas doses de fertilizantes solúveis, na adubação de base, eleva a concentração salina no substrato, podendo prejudicar a germinação, causando distúrbios nutricionais e atrasando o crescimento inicial das mudas (GONÇALVES et al., 2005; JACOBS; LANDIS, 2009).

Os fertilizantes de liberação controlada podem ter influência sobre o crescimento vegetal, principalmente ao reduzir a perda de nitrogênio (N) do solo ou substrato por lixiviação. Em um estudo realizado por Engelsjord, Fostad e Singh (1997), a perda de nitrogênio por lixiviação foi cerca de 20 vezes maior com a utilização de fertilizantes prontamente solúveis, quando comparada ao uso de fertilizantes de liberação controlada. A

distribuição gradativa é uma alternativa para aumentar a eficiência da fertilização, principalmente do N. Contudo, essa prática aumenta significativamente o custo operacional (SGARBI et al., 1999).

Moraes Neto et al. (2003), testando diferentes doses de fertilizantes em mudas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutambo), *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*, *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafístula) e *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K. Schum. (mulateiro), observaram que os tratamentos que utilizaram adubação de liberação controlada (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 19-06-10) nas doses de 3.200 mg dm<sup>-3</sup> e 4.800 mg dm<sup>-3</sup> de substrato, resultaram em mudas de boa qualidade nos parâmetros altura, diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea e radicular para todas as espécies estudadas. SGARBI et al. (1999) estudando *Eucalyptus urophylla* verificaram que o uso do fertilizante de liberação controlada proporcionou maior crescimento das mudas em relação à adubação convencional. Brondani et al. (2008), testando diferentes doses de fertilizante de liberação controlada no crescimento inicial de mudas de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan. (angico-branco), observaram que as doses testadas influenciaram as variáveis altura, número de folhas, diâmetro do coleto e massa seca das mudas.

### 2.3.3 Avaliação da qualidade das mudas por parâmetros morfológicos

A utilização de mudas com padrão de qualidade aumenta a porcentagem de sobrevivência no campo, assim muitas vezes, o replantio não é necessário, pois a taxa de mortalidade é pequena (CARNEIRO, 1995). Conforme Mexal e Landis (1990), na qualidade das mudas os estudos procuram identificar atributos no viveiro capazes de prever o sucesso no estabelecimento a campo.

Na determinação da qualidade das mudas são utilizados os parâmetros morfológicos (aspectos fenotípicos) e fisiológicos (internos das mudas), sendo que a qualidade morfológica e fisiológica depende da constituição genética, procedência das sementes, condições ambientais e técnicas de produção (GOMES; PAIVA, 2011).

Conforme Gomes e Paiva (2011), alguns parâmetros morfológicos podem ser avaliados visualmente, como altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC), obtendo-se assim a relação H/DC, pela facilidade de medição esses dois parâmetros tem sido os mais utilizados, com eficiência para estimar o padrão de qualidade. Outros parâmetros como massa

seca da parte aérea, massa seca das raízes e massa seca total, também podem ser utilizados, porém para a sua obtenção é necessário à avaliação destrutiva da muda. Além desses, como indicadores da qualidade de mudas também utiliza-se o índice de qualidade de Dickson, a área foliar e o comprimento do sistema radicular.

A altura da parte aérea é uma variável de fácil medição para qualquer espécie, além de não ser um método destrutivo, sendo um parâmetro para a avaliação do padrão de qualidade das mudas de espécies florestais (KNAPIK et al., 2005). O porte considerado ideal para o plantio vai depender da umidade do solo, da vegetação competidora e da presença de animais. Mudanças de menor altura e maior diâmetro são preferíveis em locais mais secos, enquanto mudas mais altas são adequadas para áreas com mato-competição ou predação por animais (MEXAL; LANDIS, 1990).

Quando as mudas são sombreadas, adensadas ou com excesso de adubação nitrogenada, elas apresentam maiores alturas, entretanto na maioria das vezes, proporcionando haste fina, menor diâmetro do coleto e peso da matéria seca, assim essas mudas apresentam menor resistência no campo, maior mortalidade, menor crescimento e, conseqüentemente perdas econômicas (GOMES; PAIVA, 2011), fato que pode ser indicado pela relação H/DC.

O diâmetro do coleto relaciona-se diretamente com o índice de sobrevivência e crescimento inicial das plantas no campo e reflete o equilíbrio no crescimento da parte aérea, principalmente quando as mudas são rustificadas (KRATZ, 2011). Além disso, o coleto com maior diâmetro apresenta maior número de brotações, favorecendo o estabelecimento e sobrevivência no campo (ROSE; CARLSON; MORGAN, 1990), possivelmente devido à maior proporção de raízes, com que está correlacionada.

Na relação entre altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC) em algumas pesquisas com espécies florestais nativas, verificou-se que mudas com maior altura e diâmetro do coleto apresentaram maior potencial de crescimento inicial após o plantio. Esse índice também conhecido como quociente de robustez, revela o equilíbrio no desenvolvimento, devendo apresentar limites de 5,4 a 8,1, para o gênero *Pinus*, onde quanto menor for o seu valor, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem na área do plantio definitivo (CARNEIRO, 1995).

A massa seca da parte aérea está relacionada diretamente com a qualidade e quantidade das folhas, sendo uma característica de grande importância, pois as folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados (açúcares, aminoácidos, hormônios, dentre outros) e nutrientes necessários para o suprimento das necessidades da planta no primeiro mês de plantio (BELLOTE; SILVA, 2000).

Uma das funções do sistema radicular é a absorção de água e nutrientes disponíveis no substrato ou no solo, assim a massa seca das raízes é considerada importante para avaliação da sobrevivência e crescimento inicial das mudas em campo (GOMES; PAIVA, 2011). Os autores afirmam ainda que, a sobrevivência será maior quanto mais abundante for o sistema radicular, havendo uma correlação positiva entre a massa seca das raízes e a altura da parte aérea.

O índice de qualidade de Dickson é uma fórmula balanceada que considera os parâmetros morfológicos (H, DC, MSPA e MSR) é considerado um bom indicador da qualidade das mudas, por se tratar de uma medida morfológica ponderada que considera a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda (CARNEIRO, 1995). Conforme Gomes (2001), quanto maior esse índice, melhor a qualidade das mudas. No entanto, esse resultado só pode ser comparado em diferentes tratamentos com mudas da mesma espécie, pois cada uma apresenta características próprias dos fatores considerados nesse índice (BUSATO et al., 2012). De acordo com Birchler et al. (1998), o valor de IQD deve ser maior que 0,2.

Assim como a massa seca aérea, a área foliar é um parâmetro indicativo de produtividade, porém depende do número, tamanho e permanência na planta. Esta variável é importante, pois as folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados e nutrientes para a adaptação da muda pós-plantio, principalmente nos 15 a 30 dias iniciais, quando alocam as reservas da copa para a síntese de raízes (GONÇALVES et al., 2005). O comprimento total do sistema radicular é outro parâmetro que caracteriza a muda, pois em condições de baixo fornecimento de nutrientes as plantas produzem raízes muito finas (FITTER, 1996).

Alguns estudos que utilizaram parâmetros morfológicos objetivando avaliar o melhor recipiente e adubação de base são referenciados na Tabela 1, como o de Rossa et al. (2011), com as espécies *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (canela-sassafrás) e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (araucária), na região do Vale do Itajaí (SC), durante os meses de agosto de 2007 a março de 2008 (210 dias) em viveiro, com adubação de base utilizando o fertilizante de liberação lenta (0; 3; 6 e 9 kg/m<sup>3</sup>), foi possível verificar que para a espécie *O. odorifera* a maior média foi observada para a dose de 6 kg/m<sup>3</sup>, com base nas variáveis H (17,80 cm), DC (3,20 mm), MSPA (1,23 g), MSR (1,28 g) e MST (2,51 g). As menores médias foram encontradas na testemunha H (13,30 cm), DC (2,08 mm), H/DC (5,56), MSPA (0,43 g), MSR (0,38 g) e MST (0,81 g), somente a relação H/DC foi maior nesse tratamento (Tabela 1).

Com relação à espécie *A. angustifolia* foram encontrados alguns resultados semelhantes para a dose de 6 kg/m<sup>3</sup>, sendo encontradas as maiores médias para as variáveis DC (5,27 mm), MSPA (3,65 g), MSR (1,13 g) e massa seca total (4,74). Para as variáveis H e relação H/DC as maiores médias foram encontradas no tratamento de 9 kg/m<sup>3</sup> (34,06 e 8,73 cm, respectivamente) (Tabela 1). As menores médias para todas as variáveis, com exceção da relação H/DC foram encontradas na testemunha, sem adubação ocorreu um menor crescimento e produção de matéria seca das duas espécies. Contudo, os autores recomendaram para as duas espécies a utilização de 6 kg/m<sup>3</sup> do fertilizante de liberação lenta (FLL).

Em outro estudo Rossa et al. (2013), avaliou diferentes doses de fertilizante de liberação lenta (0, 2, 4, 6, 8 e 10 kg de FLL por m<sup>3</sup> de substrato) no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-vermelha) e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs (branquilho), na região do Vale do Itajaí (SC), em viveiro. Para a espécie *S. terebinthifolius* a maior média encontrada foi para a dose de 10 kg/m<sup>3</sup>, para as variáveis H (60,61 cm), DC (4,11 mm), MSPA (2,14 g), MSR (1,23 g), MST (3,38 g) e IQD (0,20). As menores médias para todas as variáveis, citadas anteriormente, foram encontradas para o tratamento testemunha (Tabela 1).

Resultados semelhantes foram observados para a espécie *S. commersoniana* nas menores médias na testemunha, porém o tratamento que apresentou as maiores médias foi 6 kg/m<sup>3</sup>, para as variáveis H (61,85 cm), relação H/DC (12,57), MSPA (3,58 g), MSR (4,31g), MST (7,86) e IQD (0,58), para a variável diâmetro do coleto (DC) a maior média foi encontrada com a dose de 8 kg/m<sup>3</sup> (5,42 mm).

Malavasi e Malavasi (2006), avaliando diferentes tamanhos de recipientes (55, 120, 180 e 300 cm<sup>3</sup>) para as espécies *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud Cham. (louro-pardo) e *Jacaranda micranta* (caroba), em Marechal Cândido Rondon (PR), de janeiro a março no viveiro (75 dias), e março a setembro no campo (180 dias), concluíram que no viveiro as mudas produzidas nos tubetes maiores (120, 180 e 300 cm<sup>3</sup>), foram superiores aquelas produzidas no menor recipiente (50 cm<sup>3</sup>), as maiores médias para quase todas as variáveis morfológicas avaliadas foram observadas no tubete de 300 cm<sup>3</sup> (Tabela 1). No entanto, para as duas espécies, aos 180 dias após o plantio no campo, as mudas, produzidas nos tubetes de 120, 180 e 300 cm<sup>3</sup> apresentaram altura e diâmetro do coleto estatisticamente iguais e superiores as mudas produzidas no tubete de 55 cm<sup>3</sup>. Dessa maneira, os autores recomendaram para a produção de mudas de *C. trichotoma* e *J. micranta* o uso de tubetes de



120 cm<sup>3</sup>, os quais proporcionaram economia de substrato, espaço de viveiro e menor esforço no plantio.

(Continua...)

Tabela 1 – Resultados obtidos em experimentos com diferentes volumes de recipientes e doses de fertilizante de liberação controlada para as variáveis morfológicas altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC); H/DC: relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (H/DC), Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD), em viveiro e campo.

Espécie	Tratamentos	Parâmetros morfológicos viveiro								Parâmetros morfológicos campo				Fonte
		Região/Época/ Duração (dias)	H (cm)	DC (mm)	H/DC	MSPA (g)	MSR (g)	MST	IQD	Região/Época/ Duração (dias)	H (cm)	DC (mm)	H/DC	
<i>Ocotea odorifera</i> (canela sassafrás)	Doses de fertilizante de liberação lenta (0; 3; 6 e 9 kg/m <sup>3</sup> )	Vale do Itajaí (SC)/agosto a março de 2008/210 dias	17,8*	3,20	6,39	1,23	1,28	2,51	-	-	-	-	-	ROSSA et al., 2011
			13,3**	2,08	5,34	0,43	0,38	0,81	-	-	-	-	-	
<i>Araucaria angustifolia</i> (araucária)	Doses de fertilizante de liberação lenta (0; 3; 6 e 9 kg/m <sup>3</sup> )	Vale do Itajaí (SC)/agosto a março de 2008/210 dias	34,1*	5,27	8,73	3,65	1,13	4,78	-	-	-	-	-	ROSSA et al., 2011
			29,4**	3,90	7,53	2,65	0,78	3,43	-	-	-	-	-	
<i>Schinus terebinthifolius</i> (aroeira-vermelha)	Doses de fertilizante de liberação lenta (0; 2; 4; 6; 8 e 10 kg/m <sup>3</sup> )	Rio do Sul (SC)/março a dezembro 2009/270 dias	60,6*	4,11	15,15	2,14	1,23	3,37	0,20	-	-	-	-	ROSSA et al., 2013
			12,9*	2,09	6,22	0,26	0,20	0,46	0,06	-	-	-	-	
<i>Sebastiania commersoniana</i> (branquilha)	Doses de fertilizante de liberação lenta (0; 2; 4; 6; 8 e 10 kg/m <sup>3</sup> )	Rio do Sul (SC)/março a dezembro 2009/270 dias	61,8*	5,42	12,57	3,58	4,31	7,89	0,58	-	-	-	-	ROSSA et al., 2013
			17,8**	2,36	7,50	0,26	0,82	1,08	0,13	-	-	-	-	

(Continuação...)

Tabela 1 – Resultados obtidos em experimentos com diferentes volumes de recipientes e doses de fertilizante de liberação controlada para as variáveis morfológicas altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC); H/DC: relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (H/DC), Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD), em viveiro e campo.

Espécie	Tratamentos	Parâmetros morfológicos viveiro								Parâmetros morfológicos campo				Fonte
		Região/Época/ Duração (dias)	H (cm)	DC (mm)	H/DC	MSPA (g)	MSR (g)	MST	IQD	Região/Época/ Duração (dias)	H (cm)	DC (mm)	H/DC	
<i>Cordia trichotoma</i> (louro-pardo)	Volume de recipiente (55; 120; 180 e 300 cm <sup>3</sup> )	Marechal Cândido Rondon (PR)/janeiro a março/75 dias	5,31*	2,98	1,78	2,75	2,13	4,88	0,15	Marechal Cândido Rondon (PR)/março a setembro/180 dias	26,8	9,62	2,79	MALAVAS; MALAVASI, 2006
			4,68**	6,82	1,77	0,097	0,627	0,72	0,04		12,1	6,82	1,77	
<i>Jacaranda micranta</i> (caroba)	Volume de recipiente (55; 120; 180 e 300 cm <sup>3</sup> )	Marechal Cândido Rondon (PR)/janeiro a março/75 dias	6,10*	2,26	2,70	2,95	1,53	4,48	0,07	Marechal Cândido Rondon (PR)/março a setembro/180 dias	36,1	15,2	2,38	MALAVAS; MALAVASI, 2006
			3,94**	1,24	3,18	0,484	0,287	0,77	0,02		16,3	8,0	2,04	
<i>Cedrela fissilis</i> (cedro)	Volume de recipientes (56; 115; 180 e 280 cm <sup>3</sup> )	Seropédica (RJ)/junho a dezembro de 2005/180 dias	27,1*	9,18	2,95	4,37	3,99	8,36	2,13	Seropédica (RJ)/dezembro a junho de 2005-2006 /180 dias	60,4	26,1	2,31	LELES et al., 2006
			12,2**	5,56	2,19	0,88	1,09	1,97	0,66		53,5	20,2	2,65	
<i>Schinus terebinthifolius</i> (aroeira-vermelha)	Volume de recipientes (56; 115; 180 e 280 cm <sup>3</sup> )	Seropédica (RJ)/junho a dezembro de 2005/180 dias	46,3*	6,47	7,16	7,54	3,81	11,35	1,24	Seropédica (RJ)/dezembro a junho de 2005-2006 /180 dias	114,5	23,9	4,79	LELES et al., 2006
			23,4**	3,76	6,22	1,66	0,81	2,47	0,30		107,3	22,4	4,79	

(Conclusão)

Tabela 1 – Resultados obtidos em experimentos com diferentes volume de recipientes e doses de fertilizante de liberação controlada para as variáveis morfológicas altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC); H/DC: relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (H/DC), Massa seca aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD), em viveiro e campo.

Espécie	Tratamentos	Parâmetros morfológicos viveiro								Parâmetros morfológicos campo				Fonte
		Região/Época/ Duração (dias)	H (cm)	DC (mm)	H/DC	MSPA (g)	MSR (g)	MST	IQD	Região/Época/ Duração (dias)	H (cm)	DC (mm)	H/DC	
<i>Ceiba speciosa</i> (paineira)	Volume de recipientes (56; 115; 180 e 280 cm <sup>3</sup> )	Seropédica (RJ)/junho a dezembro de 2005/180 dias	46,8*	10,87	4,31	12,13	8,34	20,47	3,54	Seropédica (RJ)/dezembro a junho de 2005-2006 /180 dias	101,9	33,9	3,01	LELES et al., 2006
			21,9**	6,97	3,14	5,20	3,28	8,48	1,80		93,7	36,5	2,57	
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (angico-vermelho)	Volume de recipientes (56; 115; 180 e 280 cm <sup>3</sup> )	Seropédica (RJ)/junho a dezembro de 2005/180 dias	44,9*	4,22	10,64	3,80	4,75	8,55	0,78	Seropédica (RJ)/dezembro a junho de 2005-2006 /180 dias	66,3	9,73	6,78	LELES et al., 2006
			15,7**	2,55	6,16	0,67	1,01	1,68	0,25		57,5	7,52	7,65	

\*Média do melhor tratamento; \*\*Média do tratamento inferior.

Leles et al. (2006), avaliaram a qualidade das mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (angico-vermelho), *S. terebinthifolius* (aroeira-vermelha), *Cedrela fissilis* (cedro) e *Ceiba speciosa* (paineira), em um viveiro localizado em Botucatu (SP), de julho a dezembro de 2005, as mudas foram produzidas em tubetes com volumes de 56, 115, 180 e 280 cm<sup>3</sup>. Posteriormente, essas mudas foram levadas a campo, com exceção das mudas dos tubetes de 56 cm<sup>3</sup> que apresentaram altura e diâmetro do coleto inferiores aos demais tratamentos. Aos 180 dias, na fase de viveiro as mudas do tubete de 280 cm<sup>3</sup> apresentaram de um modo geral, crescimento e características morfológicas significativamente superiores aos demais recipientes (Tabela 1), porém esse resultado não foi comprovado, aos 180 dias após o plantio no campo. Leles et al. (2006), destacaram ainda que dependendo da espécie e das condições edafoclimáticas, as diferenças de crescimento das mudas, após o plantio no campo, tendem a desaparecer com o tempo. O melhor tubete para a produção de mudas de *A. macrocarpa*, *S. terebinthifolius* e *C. speciosa* foi o de 115 cm<sup>3</sup>, e para a espécie *C. fissilis* o tubete recomendado foi de 280 cm<sup>3</sup>.

A partir dessa revisão sobre os trabalhos realizados observa-se que os parâmetros morfológicos utilizados para avaliar a qualidade das mudas no viveiro, foram semelhantes, indicando variações para as espécies devido fatores genéticos (principalmente), mas sendo indicadores usuais para determinação da qualidade de mudas. No entanto, as características morfológicas não devem ser utilizadas isoladamente para avaliação e classificação do padrão de qualidade das mudas, a fim de que não ocorra equívocos (CALDEIRA et al., 2005). Além disso, apesar dos vários parâmetros morfológicos e fisiológicos estudados, poucos são utilizados operacionalmente, dificultando relacionar quais características obtidas no viveiro confirmam o desempenho no plantio (MEXAL; LANDIS, 1990).

## **2.4 Plantio a campo**

O êxito de um plantio depende, entre outros fatores, da qualidade das mudas produzidas. Estas, além de maior capacidade de resistirem às condições adversas encontradas no campo, devem crescer o mais rápido possível, de modo a superar a mato-competição, e outros fatores abióticos e/ou bióticos. Neste sentido, é importante obter mudas de qualidade, além do adequado preparo do solo, adubação e conhecimento silvicultural das espécies (LELES et al., 2006).

No local de plantio alguns fatores ambientais como temperatura e umidade podem ser limitantes. Assim, é fundamental caracterizá-los para não limitar a sobrevivência e o crescimento das plantas. Além disso, outros fatores como tipo de solo, também devem ser considerados (LUNA; LANDIS; DUMROESE, 2009).

Conforme Gonçalves et al., (2005), no plantio é recomendado que as mudas apresentem altura entre 20 a 35 cm e diâmetro do coleto de 5 a 10 mm. Os mesmos autores destacam que é importante uma ampla área foliar, pois as folhas constituem uma das principais fontes de fotoassimilados e nutrientes para a adaptação da muda pós-plantio. Nos primeiros 15 a 30 dias as mudas alocam grande quantidade de fotoassimilados e nutrientes existentes nas folhas para a síntese das raízes, apresentando sintomas de deficiências. O sistema radicular deve ter grande quantidade de raízes finas, responsáveis pelo crescimento radicular no campo. Na fase de adaptação no campo, ocorre um intenso crescimento e acúmulo de nutrientes, com elevadas taxas de absorção relacionadas com a idade da espécie.

Segundo Birchler et al. (1998), o monitoramento das áreas de plantio pode ser feito desde a sobrevivência e crescimento inicial da muda, no primeiro ano, até o quinto ano com a fitomassa formada. Dessa forma, é possível obter um programa de controle de qualidade para a produção de mudas, sobrevivência e crescimento a campo.

Conforme Vallone et al., (2009), nos trabalhos realizados com diferentes insumos na produção de mudas no viveiro, a fase de campo não é avaliada, levando a conclusões equivocadas, pois nem sempre os melhores resultados obtidos no viveiro representam o melhor crescimento no campo. Em um estudo realizado por Malavasi e Malavasi (2006), com as espécies *C. trichotoma* e *J. micranta*, foi possível evidenciar que o crescimento das mudas produzidas nos três maiores volumes de tubetes tendem a ter comportamento similar, após 180 dias do plantio a campo.

#### 2.4.1 Sombreamento

A luz é um dos principais fatores que influenciam o crescimento dos vegetais, sendo também o que mais limita o desenvolvimento dos mesmos (CAMPOS; UCHIDA, 2002). Os níveis de tolerância à intensidade de luz permitem que muitas classificações sejam sugeridas pela literatura para descrever as espécies florestais quanto às suas exigências, embora de um modo geral, quatro grupos sucessionais possam ser reconhecidos: pioneiras (crescimento

rápido, intolerantes à sombra e rara regeneração); secundárias iniciais (intolerantes à sombra, com crescimento rápido e regeneração escassa); secundárias tardias (tolerantes a sombra apenas no estado juvenil, crescimento lento e a regeneração variando de ausente a abundante); e clímax (crescimento lento, toleram sombra na fase jovem e a regeneração é abundante) (GANDOLFI, 2000).

Conforme Vidal (2008), esses grupos apresentam diferenças quanto à germinação, crescimento e sobrevivência em ambientes com diferentes condições de sombreamento e/ou intensidade de luz. Alguns estudos têm evidenciado a plasticidade fisiológica das espécies à radiação fotossintética ativa disponível por meio de avaliações de crescimento inicial em relação a diferentes níveis de sombreamento (ALMEIDA et al., 2005). Segundo Paiva, Guimarães e Souza (2003), mudas de *Coffea arabica* L. (cafeeiro) em sombreamento de 50% apresentam maior crescimento em relação às mudas em sombreamentos de 30%, 90% e em pleno sol. O sombreamento de 30% para a espécie *Bauhinia forficata* Link. (pata-de-vaca) foi o mais indicado para o seu desenvolvimento (ATROCH et al., 2001).

As espécies florestais possuem desenvolvimento diferenciado em relação luminosidade, por isso estudos a respeito do sombreamento para essas espécies trazem informações importantes para a produção de mudas e uma melhor compreensão do seu papel ecológico na dinâmica de regeneração de florestas e nos plantios (VIDAL, 2008).

Nesse sentido, várias espécies com potencial de uso em programas de reflorestamentos necessitam de pesquisas sobre seu desenvolvimento em diferentes níveis de sombreamento a campo. Conforme Scalon et al. (2003), a eficiência do crescimento da planta pode estar relacionada à habilidade de adaptação às condições de intensidade luminosa do ambiente. A rapidez no crescimento em altura é uma estratégia das mudas de espécies não tolerantes à sombra, para escapar das condições de baixa luminosidade. Espécies tolerantes ao sombreamento apresentam crescimento lento se comparada às não tolerantes, devido às baixas taxas metabólicas.

Algumas características são utilizadas para avaliar as respostas do crescimento de plantas à intensidade luminosa, entre essas a altura, visto que a capacidade em crescer rapidamente quando sombreadas é um mecanismo importante de adaptação das espécies que procuram por maior luminosidade (ENGEL, 1989). Porém, a tendência linear do crescimento em altura em resposta ao aumento na intensidade de sombreamento, apesar de ser muito frequente na fase juvenil de espécies florestais tropicais, varia de acordo com a capacidade de adaptação de cada espécie (ROSA et al., 2009).

A fase fotoquímica da fotossíntese só ocorre se houver na folha pigmentos capazes de interagir com a radiação fotossintética (radiação com comprimento de onda entre 400 nm, luz azul, e 700 nm, luz vermelha). Os principais pigmentos capazes de fazer isso são as clorofilas *a* e *b*, esses pigmentos são verdes, e refletem a maior parte da radiação com comprimento de onda na região do verde. No entanto, os carotenoides são pigmentos acessórios que trabalham junto com as clorofilas e são capazes de absorver na região do verde, com captação da radiação entre 400 e 550 nm (PRADO; CASALI, 2006).

De forma geral, a clorofila e os carotenoides tendem a aumentar com a redução da intensidade luminosa, além da concentração total desses pigmentos, a proporção entre eles e entre as clorofilas *a* e *b* muda em função da intensidade luminosa (LEXENGEL; POGGIANI, 1991). Dessa forma, folhas adaptadas à sombra possuem uma menor relação clorofila *a/b* do que as adaptadas ao sol (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O aumento da proporção de clorofila *b* é uma característica importante de ambientes sombreados, porque esta capta energia de outros comprimentos de onda e a transfere para a clorofila *a*, que efetivamente atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese e representa um mecanismo de adaptação à condição de menor intensidade luminosa (SCALON et al., 2003).

Conforme Taiz e Zeiger (2009), além da função de pigmentos acessórios, os carotenoides desempenham um papel essencial na fotoproteção por meio da rápida dissipação dos estados excitados da clorofila via ciclo xantofila. As membranas fotossintéticas podem ser facilmente danificadas pelas grandes quantidades de energia absorvida pelos pigmentos, caso essa energia não seja utilizada para a fase fotoquímica. De acordo com Raven, Evert e Eichhorn (2007), a energia absorvida pelos carotenoides precisa ser transferida para a clorofila *a* e clorofila *b*, mas os mesmos não podem substituir a clorofila *a* na fotossíntese, eles apenas auxiliam na coleta da luz de diferentes comprimentos de onda. Conforme os mesmos autores, sua principal função é de antioxidante, prevenindo danos de substâncias tóxicas às moléculas de clorofila, tais como, o peróxido, superóxidos e oxigênio singlete, produzidas pelo excesso de energia luminosa.



## CAPÍTULO I

### TRATAMENTO DE SEMENTES E SUBSTRATOS NA GERMINAÇÃO DE *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.

#### Resumo

O presente trabalho teve como objetivo identificar os patógenos e analisar o tratamento de sementes e substratos na germinação de um lote de sementes de *Cabralea canjerana*. Primeiramente, foi avaliado o teor de umidade e determinado o peso de mil sementes. Para avaliar os patógenos associados às sementes foi realizado o teste de sanidade com diferentes tratamentos de sementes: T1 – Testemunha; T2 – fungicida Captan<sup>®</sup>; T3 – fungicida Maxim<sup>®</sup>; T4 – Hipoclorito de sódio; e T5 – Controle biológico. O teste de germinação foi realizado em esquema fatorial com cinco tratamentos de sementes (Testemunha; Captan<sup>®</sup>; Maxim<sup>®</sup>; Hipoclorito de sódio; e Controle biológico) e três substratos (papel mata-borrão, sobre vermiculita e sobre areia). As sementes apresentaram teor de umidade e peso de mil sementes, respectivamente, de 41,2% e 457,3g. Foram identificados os seguintes gêneros de fungos: *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Pestalotia* sp. e *Phomopsis* sp.. O tratamento das sementes com os fungicidas Captan<sup>®</sup> e Maxim<sup>®</sup> e Hipoclorito de sódio mostraram-se eficientes na redução da incidência de *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp., porém somente os dois últimos proporcionaram maior potencial de germinação das sementes independente do substrato utilizado. A assepsia no teste de germinação das sementes de *C. canjerana* pode ser realizada com hipoclorito de sódio 1% por 2', utilizando-se os substratos papel mata-borrão, sobre vermiculita ou sobre areia.

Palavras-chave: Meliaceae. Sementes florestais. Controle químico. Fungos

#### Abstract

This study aimed to identify pathogens and analyzing seed treatment and substrates on the germination of a seed lot of *Cabralea canjerana*. First, was evaluated the moisture content and weight of a thousand seeds. To evaluate the pathogens associated with the seed was realized the sanity test with different seed treatments: T1 - control, T2 - Captan<sup>®</sup> fungicide, T3 - Maxim<sup>®</sup> fungicide, T4 – Sodium hypochlorite, and T5 – Biological control. The germination test was conducted in a factorial design with five seed treatments (control; Captan<sup>®</sup>, Maxim<sup>®</sup>, Sodium Hypochlorite and biological control) and three substrates (blotting paper, on vermiculite and on sand). The seeds showed moisture content and thousand seed weight, respectively, 41.2% and 457.3 g. Were identified the fungal genus: *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Pestalotia* sp. and *Phomopsis* sp.. Seed treatment with Captan<sup>®</sup> and Maxim<sup>®</sup> fungicide and Sodium Hypochlorite were effective in reducing the incidence of *Penicillium* sp. and *Fusarium* sp., but only the last two gave higher germination of seeds regardless of the substrate used.

Keywords: Meliaceae. Forest seeds. Chemical control. Fungi



### 3 INTRODUÇÃO

A qualidade das sementes pode ser determinada pelos atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários. Esses atributos interferem na capacidade de estabelecimento e desenvolvimento da planta, podendo variar entre e dentro dos lotes em virtude de diferenças qualitativas das sementes que ocorrem desde a sua formação até a semeadura (VIDAL, 2007).

A análise das sementes é realizada com o objetivo de conhecer a qualidade dos lotes para fins de semeadura e armazenamento. Nessas análises são identificadas a pureza, o número de sementes por quilograma, o teor de umidade, a ocorrência de dormência, a germinação e outras informações que sejam relevantes, todavia, para que essas informações realmente expressem a qualidade das sementes é necessária a padronização dessas metodologias (FIGLIOLIA et al., 1993).

As instruções para a realização de testes de qualidade são apresentadas nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), com destaque para as espécies agrícolas, porém com poucas informações para as espécies florestais nativas. Assim, recentemente, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), publicou o documento Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013), complementando a RAS com instruções para as espécies florestais nativas e exóticas. Porém, entre essas espécies, apenas 50 apresentam testes validados (BRASIL, 2010; BRASIL, 2011; BRASIL, 2012), entre as quais não consta a *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., o que remete essa espécie a necessidade de estudos.

A *C. canjerana* pertence à família Meliaceae, conhecida como canjarana, canjerana, cedro-canjerana, entre outros, ocorre naturalmente desde o estado de Alagoas até o Rio Grande do Sul. A madeira dessa espécie é considerada uma das mais valiosas do Sul do Brasil com grande durabilidade, sendo utilizada também no paisagismo e reflorestamentos de áreas por ser atrativa a fauna. As sementes não apresentam dormência, tem comportamento recalcitrante e a germinação é variável, tendo registros de 40% a 93% (CARVALHO, 2003) e 22 a 86% (FELIPPI, 2010).

Conforme Carvalho e Nakagawa (2000), o conhecimento das condições adequadas para a realização do teste de germinação para cada espécie é necessário, principalmente pelas respostas singulares em relação a diversos fatores como substratos, quantidade de água, luz, temperatura, oxigênio e ocorrência de agentes patogênicos associados às sementes.

A presença de patógenos em sementes, tanto interna quanto externamente, podem reduzir o poder germinativo das mesmas, devido a perdas por deterioração, anormalidades, lesões em plântulas, causar a morte das mudas ou transmitir doenças para as árvores. Dessa forma, uma maior atenção deve ser tomada com os patógenos associados às sementes de espécies nativas, pois alguns destes micro-organismos podem causar danos à qualidade e à produção de mudas (SANTOS; MEDEIROS; SANTANA, 2001).

Segundo Resende, Pádua e Toyota (2008), cerca de 90% das doenças que ocorrem em viveiros florestais são causadas por patógenos associados às sementes, dentre esses os fungos são os agentes causais mais importantes, os quais são disseminados por meio das sementes nas quais permanecem viáveis por longos períodos. Os gêneros *Alternaria* sp., *Botryodiplodia* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Pestalotia* sp., *Phoma* sp., *Phomopsis* sp. e *Rhizoctonia* sp. são alguns dos possíveis patógenos em sementes de espécies florestais (CARNEIRO, 1987). A avaliação da qualidade sanitária serve para comparar a qualidade de diferentes lotes de sementes e sua utilização comercial.

Conforme Lazarotto et al. (2012), para diminuir ou mesmo erradicar estes organismos patogênicos presentes nas sementes é viável a utilização de tratamento das sementes. O tratamento químico é uma medida de controle eficiente que visa à redução de doenças futuras em espécies florestais, uma vez que muitas espécies de valor econômico ainda necessitam de informações quanto à sanidade de suas sementes. A utilização de produtos químicos como fungicidas para o tratamento de sementes é definido para culturas comerciais agrícolas, contudo, não há registro de fungicidas recomendados para o tratamento de sementes espécies florestais (BOTELHO, 2006). Outro produto que pode ser utilizado é o hipoclorito de sódio (NaClO) (COUTINHO et al., 2000) e o controle biológico com produto à base do fungo *Trichoderma* sp., esse gênero é representado por fungos não patogênicos que exercem antagonismo a vários fitopatógenos e, por isso, têm sido utilizados como promotores de crescimento para a melhoria da germinação e sanidade de sementes.

No teste de germinação das sementes o substrato influencia as respostas, pois em função de sua capacidade de retenção, estrutura e aeração, ocorre o fornecimento de água e oxigênio para as sementes, além de poder influenciar no desenvolvimento de patógenos. Assim, para a escolha do tipo de substrato deve-se levar em consideração o tamanho da semente, a exigência quanto à quantidade de água, sensibilidade ou não à luz e facilidade para o desenvolvimento e avaliação das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993; BRASIL, 2009; BRASIL, 2013).

Nos testes de germinação diferentes substratos podem ser utilizados, como: papel mata-borrão, areia e vermiculita, sendo os dois últimos indicados devido à baixa contaminação de micro-organismos. Para sementes de tamanho pequeno a médio e de forma achatada o uso do papel é mais adequado, e a areia é indicada para sementes grandes e globosas (LIMA JUNIOR, 2010). A vermiculita é indicada para sementes grandes e esféricas, permitindo maior contato do substrato com a semente (FIGLIOLIA et al., 1993). No entanto, o tipo de substrato deve ser adequado às exigências de geminação de cada espécie, tamanho e forma das sementes (BRASIL, 2009).

Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo identificar os patógenos e analisar diferentes tratamentos de sementes e substratos na germinação de um lote de sementes de *C. canjerana*.



## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Coleta e beneficiamento das sementes**

Os frutos de *C. canjerana* foram coletados quando apresentaram coloração avermelhada, indicando maturidade, em cinco árvores de um fragmento florestal no município de Santa Maria, RS, em fevereiro de 2013. Após a coleta, os frutos foram levados para o laboratório para a extração das sementes.

A deiscência foi induzida pelo acondicionamento dos frutos em saco de polietileno preto fechado, deixando-os em temperatura ambiente por, aproximadamente, 10 dias (INOUE, 1978). Em seguida, as sementes foram extraídas e lavadas com água corrente para a retirada do arilo, colocadas em peneira e secas em ambiente sombreado e ventilado por dois dias e, então, homogeneizados manualmente, formando o lote de sementes utilizado nessa pesquisa. Desse lote uma amostra foi retirada para a caracterização inicial, avaliando-se o grau de umidade pelo método de estufa a 105 °C por 24 horas e o peso de mil sementes, utilizando oito repetições de 100 sementes (BRASIL, 2009).

### **4.2 Teste de sanidade e germinação**

O teste de sanidade foi realizado no Laboratório de Fitopatologia Elocy Minussi – (29° 43' 7" S e 53° 43' 0" O) do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e o teste de germinação no Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais (DCFL/UFSM) (29° 43' 13" S e 53° 43' 17" O), no município de Santa Maria, RS em março de 2013. O teste de sanidade foi realizado antes do teste de germinação para a identificação dos fungos presentes nas sementes, pois em testes preliminares as sementes apresentaram alto índice de infestação por fungos, dificultando a germinação (dados não publicados).

#### 4.2.1 Teste de sanidade

No teste de sanidade as sementes foram distribuídas em caixas de plástico transparente (“gerbox”), desinfestados com solução de hipoclorito de sódio a 1% e álcool a 70%, forrados com duas folhas de papel mata-borrão esterilizados e umedecidas com água destilada e esterilizada (2 folhas umedecidas com 2,5 vezes o peso do papel). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes em cada tratamento. Os tratamentos foram: T1- Testemunha; T2 – Captan<sup>®</sup>; T3- Maxim<sup>®</sup>; T4- Hipoclorito de sódio; e T5- Controle biológico.

No tratamento com o fungicida Captan<sup>®</sup> (480g L<sup>-1</sup> de N-triclorometiltio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboximida), foi utilizada a dose de 0,18mL/100g de sementes, no tratamento com o fungicida Maxim<sup>®</sup> (Metalaxil (Methyl N-methoxyacetyl-N-2,6-xlyl-D-alaninate 10g L<sup>-1</sup>) + Fludioxonil (25 g L<sup>-1</sup> (4-(2,2-difluoro-1,3-benzodioxol-4-yl) pyrrole 3-carbonitrile)) foi utilizado 0,3ml/100g de sementes, para o controle biológico foi utilizado o produto comercial à base de *Trichoderma* sp. (108 UFCs g<sup>-1</sup>), na formulação em pó 0,25g/100g de sementes, conforme Lazarotto et al. (2013). Em cada tratamento com Captan<sup>®</sup>, Maxim<sup>®</sup> e controle biológico as sementes foram colocadas em um recipiente de vidro e adicionado o produto e água destilada esterilizada (10 gotas), após foram misturadas com auxílio de um bastão de vidro por 5 minutos para homogeneização. Com relação ao hipoclorito de sódio 1% da solução comercial por 2’ a assepsia foi realizada da seguinte maneira: as sementes foram colocadas em um recipiente com álcool 70% por 2’, após em NaClO a 1% (p/p) por 2’; foram retiradas e colocadas em água destilada por mais 2’.

A incubação foi realizada em câmara com temperatura controlada a  $25 \pm 2$  °C, com fotoperíodo de 12 horas de luz fluorescente, durante sete dias. Após esse período foi realizada a quantificação e identificação dos fungos, em nível de gênero, com base nas suas características morfológicas visualizadas com auxílio de microscópios estereoscópico e óptico, segundo Barnett e Hunter (1999), sendo as sementes observadas individualmente.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e homogeneidade de Bartlett, quando essas pressuposições não foram atendidas procedeu-se a transformação dos dados percentuais de sementes infestadas  $\sqrt{x+0,5}$  e submetidos à análise de variância, seguido pela comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro com o software SISVAR (FERREIRA, 2008).



#### 4.2.2 Teste de germinação

Os tratamentos foram constituídos pelos seguintes fatores: cinco tratamentos de sementes (Testemunha; Captan<sup>®</sup>; Maxim<sup>®</sup>; Hipoclorito de sódio; e Controle biológico) (metodologia descrita acima) e três substratos papel mata-borrão; sobre vermiculita (granulometria média) e sobre areia (fina e peneirada em malha de 0,84mm), em caixas “gerbox”, com quatro repetições de 25 sementes. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema bifatorial (tratamento de sementes x substrato), obtendo-se 15 tratamentos.

No cálculo da quantidade de água a ser adicionada nos substratos areia e vermiculita foi adotada a metodologia proposta por Brasil (2009), acrescentando um volume de água para 60% da capacidade de campo. Os substratos foram esterilizados em autoclave a 120 °C por uma hora, e os “gerbox” esterilizados com álcool 70%, a água utilizada foi destilada e autoclavada. Após o preenchimento dos “gerbox” com cada substrato, foram dispostas as sementes de canjerana, e então foram alocadas em câmara de germinação do tipo Mangelsdorf a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 8 horas de luz e 16 horas de escuro.

As contagens das sementes germinadas foram realizadas a cada três dias, sendo consideradas germinadas (plântulas normais) as sementes que apresentaram visíveis todas as estruturas essenciais (raiz primária, hipocótilo, epicótilo e cotilédones) (Apêndice 1). A partir desses dados foi possível calcular a porcentagem de germinação (G%) e o índice de velocidade de germinação (IVG) das plântulas normais de acordo com a fórmula de Maguire (1962).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e homogeneidade de Bartlett, quando essas pressuposições não foram atendidas procedeu-se a transformação dos dados para germinação em  $\arcseno \sqrt{x/100}$  e IVG  $\sqrt{x+0,5}$ . Após os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2008).



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *C. canjerana* apresentaram elevado teor de umidade 41,2%, característico das espécies recalcitrantes. Frassetto e Menezes (1997), nesta mesma espécie encontraram teor de umidade de 66,1% e Felippi (2010), 49 a 62%. Essa variação no teor de umidade pode estar associada ao local e época de coleta das sementes.

O peso de mil sementes foi de 457,3g (CV = 1,88%), com 1.749 sementes por quilograma. Esses resultados estão dentro do valor descrito por Lorenzi (2002), que observou 1.200 sementes por quilograma e dos resultados obtidos por Felippi (2010), em sementes coletadas em sete árvores matrizes no norte do Rio Grande do Sul, no qual a média foi de 2.508 a 3.473 unidades. O menor valor encontrado nesse estudo quando comparado com os resultados de Felippi (2010), estão provavelmente relacionados à maior umidade observada pela autora.

Conforme Schmidt (2007), no peso das sementes ocorre variações dentro e entre os lotes, causadas, principalmente, por fatores genéticos, desenvolvimento e condições ambientais. Além disso, o teor de água da semente têm influência da umidade relativa do ar, ocorrendo à troca de água por diferença de potenciais hídricos, até o equilíbrio (MARCOS FILHO, 2005).

### 5.1 Teste de sanidade

No teste de sanidade, os principais gêneros de fungos associados às sementes de *Cabralea canjerana* foram: *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Pestalotia* sp. e *Phomopsis* sp. (Tabela 2). Em um estudo realizado por Lazarotto et al. (2012), em sementes de *Cedrela fissilis* Vell. (cedro), espécie da mesma família da canjerana (Meliaceae), foram encontrados os seguintes gêneros: *Pestalotia* sp., *Rhizoctonia* sp., *Penicillium* sp., *Phomopsis* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp.

Houve efeito significativo do tratamento de sementes (Apêndice 4), e a menor incidência de *Penicillium* sp. foi verificada nos tratamentos T2 (2%), T3 (5%) e T4 (13%), diferindo do tratamento T5 (79%) e Testemunha (92%) (Tabela 2). Conforme Machado

(1988), a associação das sementes com o gênero *Penicillium* ocorre após a colheita, durante o beneficiamento e armazenamento das sementes causando o apodrecimento das mesmas, reduzindo a germinação e vigor.

Normalmente, a sua presença está associada a condições inadequadas de armazenamento, como alta umidade das sementes, alta umidade relativa e temperatura elevada no ambiente. Assim, é necessário o controle, pois a alta porcentagem de infestação tende a reduzir a viabilidade das sementes e interferir nas condições de armazenamento das mesmas (CARNEIRO, 1990).

Tabela 2 – Incidência dos gêneros de fungos (%) em sementes de *C. canjerana*, Santa Maria, RS (Março, 2013).

Tratamentos	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Pestalotia</i> sp.	<i>Phomopsis</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.
T1 - Testemunha	92a*	16c	10a	1 <sup>ns</sup>	1 <sup>ns</sup>	0b
T2 - Captan <sup>®</sup>	2d	8c	4a	0	0	0b
T3 - Maxim <sup>®</sup>	5d	13c	0a	1	0	0b
T4 - Hipoclorito de sódio	13c	34b	3a	0	1	0b
T5 - Controle biológico	79b	61a	1a	0	0	54a

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro; ns – não significativo pelo teste F.

O tratamento com o fungicida Captan<sup>®</sup> (T2) foi eficiente na redução de *Fusarium* sp., apresentando 8% de incidência desse patógeno (Tabela 2). Esse gênero pode contaminar as sementes durante a formação ou a maturação do fruto, sendo responsável por problemas na germinação das sementes de espécies florestais (MACHADO, 1988; FERREIRA, 1989). Algumas espécies de *Fusarium* sp. foram relatadas causando tombamento (*damping-off*), em pré e pós emergência, de plântulas em *Cedrela fissilis* e *Parapiptadenia rigida* (LAZAROTTO et al., 2012; MACIEL et al., 2013).

Com relação à ocorrência do *Cladosporium* sp., Maxim<sup>®</sup> (T3) controlou a presença do mesmo. Na literatura existem poucas citações sobre sua incidência em sementes de espécies florestais, porém Faiad et al. (1997), encontraram 61% de incidência nas sementes de *Commiphora leptophloeos* (Mart.) Gillett. (Imburana).

A ocorrência de *Pestalotia* sp. foi baixa, apenas na testemunha (1%) (Tabela 2) e no tratamento com Maxim<sup>®</sup> (1%), esse gênero foi observado em sementes de *Ceiba speciosa*

(A. St.-Hil.) Ravenna (paineira) em estudo realizado por Lazarotto, Muniz e Santos (2010). Além disso, também foi encontrado causando doenças caracterizadas por manchas foliares em *Rubus* sp. (amoreira-preta) (ANTUNES, 2008). Schultz, Santos e Medeiros (2003), encontraram *Pestalotia* sp. em sementes de *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby (pau-cigarra). Outros autores observaram a sua ocorrência em sementes de *Luehea divaricata* Mart. (açoita-cavalo) e *Schinus terebinthifolius* Raddi. (aroeira-vermelha) (MACIEL et al., 2012; MACIEL et al., 2013).

A incidência de *Phomopsis* sp., em sementes de canjerana foi baixa, ocorrendo somente na testemunha (1%) e no tratamento com hipoclorito de sódio (1%). Santos et al. (1997), encontraram *Phomopsis* sp. em sementes de *Dipteryx alata* Vogel. (baru) ocasionando redução na germinação e sintomas em plântulas. Walker et al. (2013), observaram lesões necróticas escuras nos bordos dos folíolos de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico-vermelho), ocasionadas por esse fungo. Esse gênero também pode ocasionar doenças em plantas adultas, como foi relatado por Anjos, Charchar e Guimarães (2001), quando este fungo causou queima das folhas em *Myracrodruon urundeuva* Allemão (aroeira), apesar da baixa incidência nesse estudo o mesmo merece atenção, pois apresentou ocorrência e sua presença pode causar redução na geminação.

Para *Trichoderma* sp. a incidência foi de 54%, porém o mesmo ocorreu apenas no tratamento 5. Esse tratamento foi o responsável pela ocorrência desse fungo nas sementes dessa espécie, pois o produto aplicado contém esse gênero que atua como controle biológico.

No tratamento com hipoclorito de sódio (T4) foi possível observar redução da incidência de fungos, indicando que os mesmos se encontram localizados na superfície externa das sementes. Segundo Coutinho et al. (2000), uma das principais formas de associações de micro-organismos com sementes é por meio da localização nos tecidos externos, como tegumento e pericarpo e o tratamento com hipoclorito de sódio apresenta eficiência na redução dos mesmos. Conforme Muniz, Silva e Blume (2007), a assepsia das sementes com hipoclorito de sódio reduz a incidência de fungos associados às sementes de espécies florestais.

Contudo observa-se que os fungos associados às sementes de canjerana, são observados também em outras espécies como destacado por Martins Netto e Faiad (1995), em um estudo de viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais, concluíram que as mesmas apresentam grande incidência de fungos, assim é importante conhecer a sanidade das sementes para auxiliar na execução de testes de germinação, assim como no controle de patógenos para o melhor desenvolvimento das mudas.

## 5.2 Teste de germinação

O teste de germinação teve duração de 30 dias, podendo a primeira contagem ser realizada no 19º dia após a instalação do teste, quando o lote apresentou 50% de germinação, a porcentagem foi de 59 a 93%.

Comparando com outros trabalhos há grande variação da germinação, tendo em vista estes resultados, aqueles de Carvalho (2003), de 40% a 93% e Felippi (2010), que descreveu 22 a 86%. Moscheta (1995) observou que a germinação de sementes de canjerana, provenientes de um único lote, iniciou entre 5 e 15 dias após a sementeira, com 77,4% de germinação. No documento Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013), para a espécie *C. canjerana* a recomendação é que a primeira contagem seja realizada no 14º após a instalação do teste, com contagens intermediárias e até os 28º. Porém, apesar das instruções seguirem a referência de um laboratório de análise de sementes conceituado, parte da experiência e não de experimento dentro de um limite de erro. Essa diferença pode estar associada à maturação fisiológica, qualidade das sementes, diferentes temperaturas, substratos e umidade utilizados nos testes. Além disso, essa variação pode estar associada ao fato de que as espécies silvestres, apresentam alta variabilidade genética, o que resulta em ampla variedade de características morfofisiológicas que determinam o comportamento ecológico de indivíduos da mesma espécie. Outro fato é que, as diferenças edafoclimáticas de cada região, a posição do fruto na planta mãe, o manejo na coleta, extração e armazenamento influenciam diretamente a qualidade das sementes (FENNER; THOMPSON, 2005).

De acordo com a análise de variância, no teste de germinação, não houve interação ( $p < 0,05$ ) entre os fatores, apenas para o fator principal tratamento de sementes houve diferença significativa, enquanto os substratos papel mata-borrão, vermiculita e areia não diferiram entre si (Tabela 3). Houve interação entre os fatores avaliados para o índice de velocidade de germinação (IVG) (Apêndice 5).

A maior porcentagem de germinação foi observada no tratamento com Maxim<sup>®</sup> (90%), não diferindo estatisticamente da assepsia com hipoclorito de sódio (89%). A menor porcentagem de germinação ocorreu no tratamento com controle biológico (64%) diferindo dos demais.

Tabela 3 – Porcentagem de germinação de sementes de *C. canjerana* em diferentes tratamentos de sementes e substratos (Março de 2013).

Tratamentos	Substratos			Médias
	Papel mata-borrão	Sobre vermiculita	Sobre areia	
Germinação (%)				
Testemunha	77,0 <sup>ns</sup>	67,0 <sup>ns</sup>	79,0 <sup>ns</sup>	74,3b*
Captan <sup>®</sup>	76,0	73,0	71,0	73,3b
Maxim <sup>®</sup>	87,0	93,0	90,0	90,0a
Hipoclorito de sódio	89,0	89,0	89,0	89,0a
Controle biológico	59,0	70,0	63,0	64,0c
Média	77,6a*	78,4a	78,4a	-

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna e na linha não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. ns - não significativo pelo teste F.

É possível observar que os tratamentos utilizados não reduziram a porcentagem de germinação das sementes de canjerana em relação à testemunha, com exceção do controle biológico que apresentou o menor valor (64%). Com relação à utilização do Maxim<sup>®</sup> como não existe recomendação específica para espécies florestais nativas, somente para culturas agrícolas e por ser um produto químico o mesmo pode ser substituído, nesse caso para sementes de canjerana pelo hipoclorito de sódio por ser mais fácil a aquisição e o manuseio.

Muniz, Silva e Blume (2007), avaliando a assepsia em sementes de *Cassia multijuga* L. C. Rich. (acácia), *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafístula), *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (maricá) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (timbaúva) observaram que a utilização de hipoclorito de sódio a 1% por 5' reduziu a incidência de fungos nas sementes.

O fungicida Captan<sup>®</sup> foi o mais eficiente no controle dos fungos encontrados nas sementes no teste de sanidade, porém na germinação o mesmo apresentou uma menor porcentagem (73,3%) não diferindo da testemunha (74,3%). De acordo com Corder e Junior (1999), a utilização desse fungicida tem apresentado resultados satisfatórios em culturas agrícolas, principalmente no aumento de plântulas germinadas de sementes tratadas.

Tendo em vista que os substratos utilizados, não apresentaram diferença entre si e Brasil (2013), referencia ao uso do substrato entre vermiculita, com base nesse trabalho sugere-se o uso do substrato sobre vermiculita devido a facilidade de manuseio e de visualização das estruturas essenciais das plântulas, não descartando-se porém, a opção do substrato sobre papel mata-borrão e sobre areia.

Com relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) houve interação entre os tratamentos de sementes e os substratos utilizados (Tabela 4). O menor IVG foi encontrado para a testemunha no substrato sobre vermiculita (0,41), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Para os tratamentos no substrato papel mata-borrão o maior IVG foi para o hipoclorito de sódio (0,82) diferindo estatisticamente apenas do tratamento com controle biológico (0,48). No substrato sobre vermiculita o maior IVG foi para o tratamento Maxim<sup>®</sup> (0,79) não diferindo do tratamento com hipoclorito de sódio (0,79), para esse substrato o menor IVG foi para a testemunha (0,41). No substrato sobre areia o maior IVG foi para o tratamento Maxim<sup>®</sup> (0,83) não diferindo do tratamento com hipoclorito de sódio (0,77), mas diferindo dos demais tratamentos.

Tabela 4 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *C. canjerana* em diferentes tratamentos de sementes e substratos.

Tratamentos de sementes	Substratos		
	Papel mata-borrão	Sobre vermiculita	Sobre areia
	IVG		
Testemunha	0,66Aa	0,41Bc	0,67Ab
Captan <sup>®</sup>	0,63Aa	0,60Ab	0,53Ab
Maxim <sup>®</sup>	0,72Aa	0,79Aa	0,83Aa
Hipoclorito de sódio	0,82Aa	0,76Aa	0,77Aa
Controle biológico	0,48Ab	0,56Ab	0,54Ab

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna (maiúscula) e na linha (minúscula) não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Conforme Nakagawa (1994), por meio do IVG, é possível distinguir lotes com diferentes velocidades de germinação, com relação direta entre a velocidade e o vigor das sementes. Assim, quanto maior o valor desse índice, maior o vigor das sementes analisadas (SANTANA; RANAL, 2004), ou melhores condições são oferecidas em determinado meio para que a semente germine. Nesse sentido, observa-se que os tratamentos e o hipoclorito de sódio, esse último um método de assepsia aceito por Brasil (2009) e Brasil (2013), não inibiram a germinação de sementes de *C. canjerana*, mas ao contrário aceleraram esse processo (Tabela 4), quando comparada a testemunha.



## 6 CONCLUSÕES

No teste de sanidade, os principais gêneros de fungos associados às sementes de *C. canjerana* são: *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Pestalotia* sp., e *Phomopsis* sp.

O tratamento das sementes com o fungicida Captan<sup>®</sup>, Maxim<sup>®</sup> e Hipoclorito de sódio mostraram-se eficientes na redução da incidência de *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. em sementes de *C. canjerana*, porém somente os dois últimos proporcionaram maior potencial de germinação independente do substrato utilizado.

A assepsia no teste de germinação das sementes de *C. canjerana* pode ser realizada com hipoclorito de sódio 1% por 2', utilizando-se os substratos papel mata-borrão, sobre vermiculita ou sobre areia.



## CAPÍTULO II

### VOLUME DE SUBSTRATO E FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO CONTROLADA NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.

#### Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de diferentes volumes de tubetes e doses de fertilizante de liberação controlada (FLC) na produção de mudas de *C. canjerana*, na fase de viveiro. Os fatores utilizados foram dois volumes de tubetes (110 e 180 cm<sup>3</sup>) e seis doses de FLC (NPK 15-09-12), nas doses de 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 g L<sup>-1</sup> de substrato. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições. Aos 210 dias, foram avaliadas as seguintes variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação H/DC, massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade Dickson (IQD), área foliar (AF) e comprimento radicular (CR). A adubação de base com fertilizante de liberação controlada (FLC) teve influência no crescimento inicial das mudas de *C. canjerana*. As variáveis MSPA, MST, IQD, AF e CR indicaram que o tubete de 180 cm<sup>3</sup> combinado com as doses de FLC mínima 8,6 g L<sup>-1</sup> e máxima de 12,3 g L<sup>-1</sup>, apresentaram, de maneira geral, os melhores resultados para as variáveis morfológicas analisadas em viveiro.

Palavras-chave: Meliaceae. Viveiro florestal. Produção de mudas. Nutrição mineral.

#### Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of different volumes of containers and doses of controlled release fertilizer (FLC) in seedlings of *C. canjerana* in the nursery. The factors used were two volumes of containers (110 and 180 cm<sup>3</sup>) and six doses of FLC (NPK 15-09-12) at doses of 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 and 12.5 g L<sup>-1</sup> substrate. The experiment was conducted in a completely randomized design, in a factorial design 2 x 6 with four replications. At 210 days, were evaluated the following variables height (H), stem diameter (DC), H/DC relation, dry mass of shoot (MSPA), dry mass of root (MSR), total (MST), Dickson quality index (IQD), leaf area (AF) and root length (CR). The basic fertilization with controlled release fertilizers (FLC) was influential in the early growth of seedlings of *C. canjerana*. The MSPA, MST, IQD, AF and CR variables indicated that the 180 cm<sup>3</sup> cartridge combined with doses of FLC minimum 8.6 g L<sup>-1</sup> and a maximum of 12.3 g L<sup>-1</sup>, showed, in general, the better results for the morphological variables in nurseries.

Keywords: Meliaceae. Forest nursery. Seedling production. Mineral nutrition.



## 7 INTRODUÇÃO

A *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. pertence à família Meliaceae, conhecida como canjarana, canjerana, cedro-canjerana, entre outros, sendo encontrada na Costa Rica, Guiana, Peru, Bolívia, Argentina, Paraguai e Brasil, nas formações de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e Campos de Altitude (BACKES; IRGANG, 2002; CARVALHO, 2003).

A espécie é considerada uma das mais valiosas do Sul do Brasil, sendo reconhecida como madeira de lei, resistente a intempéries, tendo em vista sua durabilidade, além de seu valor econômico (REITZ; KLEIN; REIS, 1988; LONGHI, 1995). A canjerana também é indicada na recuperação de áreas alteradas por ser atrativa à fauna e no paisagismo, caracteriza-se como pioneira, secundária tardia ou clímax (CARVALHO, 2003), porém a mesma necessita de elevada intensidade luminosa para o seu desenvolvimento e regeneração, ocorrendo tanto em matas densas quanto em clareiras e capoeirões, com crescimento lento a moderado (SCHUSSLER, 2006; RIO GRANDE DO SUL, 2002).

O aumento da demanda de serviços e produtos, com destaque para a produção de mudas de espécies florestais nativas, leva a necessidade de pesquisas que otimizem essa produção, com baixo custo e alta qualidade, proporcionando elevadas taxas de sobrevivência e crescimento após o plantio no campo.

Porém, o conhecimento sobre a produção de mudas e desenvolvimento das diferentes espécies em regiões específicas, ainda é escasso, tendo em vista que as mesmas respondem de forma diferente aos tratamentos culturais, muitas vezes não podendo utilizar informações para as espécies com ampla distribuição geográfica. De acordo com Carvalho (2003), as informações mais seguras quanto à produção das espécies estão voltadas, principalmente, àquelas com maior importância econômica, como os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, sendo que muitas vezes essas recomendações de insumos para a produção são utilizadas para as espécies nativas.

Entretanto, conforme Santos et al. (2000), diversos fatores influenciam na produção e qualidade das mudas florestais, entre eles: a qualidade das sementes, substrato, tipo de recipiente, fertilizantes, irrigação, entre outros. Com relação aos recipientes, a escolha mais adequada depende do tamanho das sementes e porte da muda desejado. Sob o ponto de vista econômico, deve-se considerar o custo inicial, disponibilidade de insumos e espaço disponível no viveiro (LANDIS, 1990). Recipientes maiores aumentam também os custos de produção,

devido à maior necessidade de substrato e outros insumos. Nesse sentido, as dimensões dos tubetes para a produção de mudas ainda estão sendo estudadas, considerando que se estabeleça a melhor relação custo/benefício, com benefício refletido na qualidade da muda.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração na produção de mudas em viveiro é a adubação. Na fase de viveiro, a fertilização é importante para que as mudas se desenvolvam vigorosas, bem nutridas e com qualidade para sobreviver e se desenvolver no campo (JACOBS; LANDIS, 2009).

A eficiência das adubações tanto de base como de cobertura dependem do produto, quantidade utilizada, capacidade de troca de cátions, textura dos substratos, temperatura e umidade. Uma maneira de aumentar a eficiência das adubações poderia ser o parcelamento da mesma, principalmente, quanto ao nitrogênio, para evitar perdas. Porém, essa prática resultaria em maior custo de operações, assim, uma maneira mais fácil é o uso de fertilizantes de liberação controlada (FLC).

Nesse contexto, são necessários estudos de técnicas para produção de mudas de qualidade, sobretudo para as espécies florestais nativas, devido à demanda para os mais diversos fins. Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o desenvolvimento das mudas de *C. canjerana* produzidas no viveiro, em diferentes volumes de recipientes e doses de fertilizante de liberação controlada.

## 8 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais (DCFL) (29° 43' 13'' S; 53° 43' 17'' O) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no município de Santa Maria (RS). Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é subtropical, do tipo “Cfa”, com chuvas durante todos os meses do ano, apresentando precipitação média anual de 1.769 mm (MORENO, 1961). Na Tabela 5 é possível observar as médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação registradas no município de Santa Maria, durante o período de realização do experimento. Na região ocorrem as quatro estações bem definidas, cujos meses mais frios no ano de estudo ocorreram entre junho e julho, e os mais quentes de dezembro a fevereiro.

Tabela 5 – Médias mensais de temperatura máxima (T Max), temperatura mínima (T Mín), temperatura média (T Md), umidade relativa do ar (UR) e precipitação (pp) registradas no município de Santa Maria.

Mês/Ano	T Max	T Mín	T Md	UR%	pp (mm)
		°C			
Setembro/11	23,4	11,3	17,3	76,4	61,2
Outubro/11	25,2	14,5	20,6	74,1	185,2
Novembro/11	28,9	16,2	23,9	62,1	41,6
Dezembro/11	30,3	17,2	24,8	59,0	13,4
Janeiro/12	33,3	19,6	26,7	62,1	68,8
Fevereiro/12	33,1	21,4	27,5	70,5	135,4
Março/12	30,3	17,1	24,2	70,1	34,1
Abril/12	25,9	13,8	20,0	79,1	108,7
Maio/12	24,6	12,3	18,9	77,9	138,2
Junho/12	19,7	10,6	14,9	81,2	33,2
Julho/12	17,7	7,8	13,1	79,7	70,4

Fonte: Estação Climatológica Principal de Santa Maria, instalada no Departamento de Fitotecnia no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Os frutos de *C. canjerana* foram coletados em fragmento de floresta no município de Santa Maria, RS, em setembro de 2011. Após a coleta, os mesmos foram levados para o laboratório para a extração das sementes. A deiscência dos frutos foi induzida pelo

acondicionamento dos mesmos em saco de polietileno preto, o qual permaneceu fechado até a abertura espontânea, deixando-os em temperatura ambiente por 12 dias (INOUE, 1978). Em seguida, as sementes foram extraídas e lavadas com água corrente para a retirada do arilo, colocadas em peneira e secas em ambiente sombreado e ventilado por dois dias.

O experimento consistiu em esquema fatorial (2 x 6) sendo testados dois tamanhos de tubetes cônicos de polipropileno com as seguintes dimensões: 110 cm<sup>3</sup> (6 estrias, diâmetro interno de 35 mm e altura de 13,5 cm) e 180 cm<sup>3</sup> (8 estrias, diâmetro interno de 52 mm e altura de 13 cm) e seis doses de fertilizante de liberação controlada nas doses de 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 e 12,5 g L<sup>-1</sup> de substrato. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. As 48 unidades experimentais foram constituídas por bandejas de polipropileno (43,5 x 63,0 x 16,5 cm). Em cada bandeja foram avaliadas oito mudas, sendo estas as mais centrais.

O fertilizante de liberação controlada (FLC) utilizado apresentou a seguinte composição química: macronutrientes 15% de nitrogênio (N); 9,0% de super fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 12,0% de cloreto de potássio (K<sub>2</sub>O); 1,0% de magnésio (Mg) e os micronutrientes 2,3% de enxofre (S); 0,05% de cobre (Cu); 0,06% de manganês (Mn), 0,45% de ferro (Fe) e 0,2% de molibdênio (Mo). Segundo as recomendações técnicas do fabricante, a dose recomendada é de 6,0 a 12,0 g L<sup>-1</sup> quando colocado em substrato úmido (temperatura média 21° C), a liberação de todos os nutrientes ocorre entre oito a nove meses.

Os tubetes foram preenchidos com o substrato comercial, composto de turfa *Sphagnum*, vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante (NPK). As características descritas para o produto, conforme informações do fabricante são: pH = 5,0 (± 0,5); condutividade elétrica (CE) = 0,7 mS/cm (± 0,3); densidade = 114 kg m<sup>-3</sup>; capacidade de retenção de água (CRA) = 55%. O substrato foi umedecido, e ao mesmo foi misturada a adubação de base (FLC), correspondente a cada tratamento. Após realizou-se uma leve compactação das bandejas, pelo uso de uma mesa de compactação, e, quando necessário, foi completado o volume dos recipientes, para o preenchimento total dos tubetes.

O experimento foi instalado logo após a coleta dos frutos em setembro de 2011, em cada tubete colocou-se duas sementes, recobrando-as com uma fina camada do mesmo substrato, após a semeadura as bandejas foram levadas para casa de vegetação onde permaneceram até os 210 dias, em função das menores temperaturas e condições climáticas da época do estudo. Aos 30 dias após a semeadura, realizou-se um raleio, eliminando as plântulas excedentes, deixando apenas uma por recipiente. A irrigação foi realizada por uma



barra de irrigação contendo aspersores de microaspersão, com uma vazão de 4 mm/dia, acionada por um timer às 8:00; 11:00; 14:00; e 17:00 hs.

Além da adubação de base com FLC foi utilizada uma adubação de cobertura aos 90 dias após a semeadura com NPK (9-45-15), o mesmo apresenta dois micronutrientes Boro (B) e Zinco (Zn), que não estavam presentes no FLC. A dosagem utilizada foi de 3 g L<sup>-1</sup>, conforme recomendações do fabricante, o qual era dissolvido e aplicado via solução aquosa com pulverizador costal nas primeiras horas da manhã, semanalmente, até o final do experimento.

O fertilizante utilizado para as adubações de cobertura apresentou a seguinte composição química: macronutrientes 9,0% de N; 45,0% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15,0% de K<sub>2</sub>O; 1,0% de Mg e os micronutrientes 0,0088% de B; 0,0036% de Cu; 0,05% de Fe; 0,025% de Mn; 0,0009% de Mo; e 0,0025% de Zn, índice de salinidade de 69%, condutividade elétrica foi de 69,3 mS.cm<sup>-1</sup> e pH em água de 4,42, conforme informações obtidas na embalagem do produto.

As avaliações dos parâmetros morfológicos foram realizadas, aos 210 dias após a emergência, medindo-se a altura da parte aérea (H), com auxílio de uma régua (cm), e o diâmetro do coleto (DC), com paquímetro digital (mm), obtendo-se assim a relação H/DC (cm/mm). A quantificação da massa seca da parte aérea e radicular (biomassa) das mudas foi realizada baseando-se na amostragem de quatro mudas por tratamento (separadas em parte aérea e radicular). As raízes foram lavadas em água corrente com auxílio de peneira (malha de 0,84 mm), colocadas em vidros e armazenadas em câmara fria (8-10°C e 90% de umidade relativa), com 100 mL de solução de álcool (12%), até o momento das avaliações, pois as mesmas seriam utilizadas para avaliações do comprimento radicular.

Assim, na determinação da área foliar e do comprimento radicular, foram utilizadas as mesmas amostras da biomassa, sendo processadas antes da secagem do material, a determinação de ambas as variáveis foi realizada da seguinte maneira: as folhas e as raízes das mudas de *Cabralea canjerana* foram distribuídas sobre uma folha de papel branco A4, a qual foi prensada por um vidro transparente e fotografada, com uma câmera digital da marca SONY (modelo DSC-T100), apoiada em uma estrutura com altura fixa de 0,18 m e zoom de 1.4. As imagens foram editadas com o auxílio dos aplicativos IrfanView e então, processadas no software de análise de imagens UTHSCSA<sup>®</sup> ImageTool for Windows version 3.00<sup>®</sup>, obtendo-se a área foliar e o perímetro das raízes.

Após a obtenção das imagens, as amostras foram pesadas, sendo colocadas em embalagens de papel pardo e identificadas, levadas para estufa com circulação de ar forçado a

65 °C, por 72 horas e pesadas em balança analítica (precisão de 0,001 g) para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), calculado pela seguinte fórmula (DICKSON et al., 1960 citado por Gomes e Paiva (2011):

$$IQD = \frac{MST}{\left[ \frac{H}{DC} \right] + \left[ \frac{MSPA}{MSR} \right]}$$

Sendo: IQD: Índice de Qualidade de Dickson; MST: massa seca total (g); H: Altura da parte aérea (cm); DC: Diâmetro do coleto (mm); MSPA: Massa seca da parte aérea (g); MSR: Massa seca radicular (g).

## 8.1 Análise estatística

Os dados foram verificados quanto às pressuposições de normalidade e homogeneidade de variâncias e, posteriormente, análise de variância e, quando constatada diferença entre os tratamentos pelo teste F, efetuou-se a comparação de médias pelo teste t de Student, teste Scott-Knott e/ou regressão polinomial a 5% de probabilidade de erro. No caso de efeito significativo de equações quadráticas, determinou-se a dose de máxima eficiência técnica (DMET). Para as análises utilizou-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

## 9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das sementes de *C. canjerana* foi de 80%, com início no 20º dia após a semeadura. Conforme Bakes e Irgang (2002), a mesma ocorre entre 13 e 73 dias após a semeadura, com emergência média de 60%. Assim, os resultados encontrados demonstram que o fertilizante de liberação controlada mesmo nas maiores concentrações, não prejudicou a emergência da espécie.

Aos 210 dias após a semeadura, a análise de variância dos dados demonstrou que houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos (tubetes x doses) para as variáveis: altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC) (Apêndice 6) e efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para os fatores isolados das seguintes variáveis: relação H/DC; massa seca parte aérea (MSPA); massa seca radicular (MSR); massa seca total (MST); índice de qualidade de Dickson (IQD); área foliar (AF) e comprimento radicular (CR) (Apêndice 7).

O crescimento em altura apresentou comportamento quadrático em função do volume recipiente e das doses de fertilizante de liberação controlada (Figura 1). A dose de máxima eficiência técnica (DMET) estimada para essa variável foi de 9,2 g L<sup>-1</sup> para o tubete de 110 cm<sup>3</sup> e 11,5 g L<sup>-1</sup> para o tubete de 180 cm<sup>3</sup>. É possível observar que, aos 210 dias, o tubete de 180 cm<sup>3</sup> proporcionou mudas com maior altura (H = 14,11cm), com doses de FLC acima do máximo estimado para o tubete de 110 cm<sup>3</sup>, houve efeito negativo no crescimento em altura, fato que pode ter ocorrido devido ao excesso de nutrientes, foi observado visualmente sintomas de clorose sugerindo toxidez.

Brondani et al. (2008), também observaram comportamento quadrático no crescimento em altura das mudas de *Anadenanthera colubrina* (L.) Speg (angico-branco), em função das doses de FLC, sendo que a DMET foi estimada em 2,74 g L<sup>-1</sup> (H = 17,2 cm), com dose expressivamente menor para *A. colubrina* em relação à *C. canjerana*. Em um estudo realizado por Rossa et al. (2011), com a espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (pinheiro-brasileiro), o uso de fertilizante de liberação lenta (NPK 13-6-16) teve efeito positivo para a variável altura (H = 34,06 cm), aos 190 dias, com a dose de 9 g L<sup>-1</sup>, no entanto, para *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (canela-sassafrás), foi observado efeito negativo no crescimento das mudas com a mesma dose, mas superior ao controle. Rossa et al. (2013), avaliando diferentes doses de fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de

mudas de *Schinus terebinthifolius* (aroeira-vermelha) observou efeito positivo para a variável altura ( $H = 60,61$  cm), aos 189 dias, com a dose de  $10 \text{ g L}^{-1}$ .

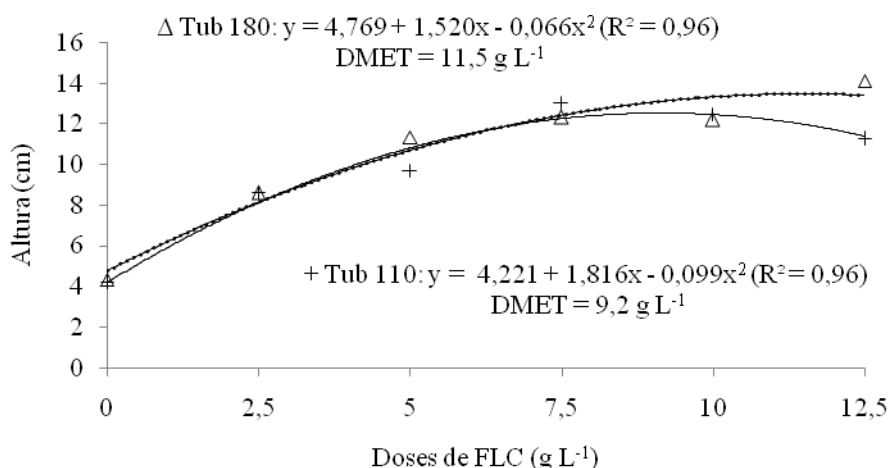


Figura 1 – Crescimento em altura de mudas de *C. canjerana*, produzidas em diferentes tubetes, em função das doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), aos 210 dias após a semeadura, na fase de viveiro.

Com relação ao diâmetro do coleto (DC), verificou-se comportamento quadrático em função dos recipientes e das doses de FLC (Figura 2). A dose de máxima eficiência técnica (DMET) estimada para essa variável foi de  $9,1 \text{ g L}^{-1}$  para o tubete de  $110 \text{ cm}^3$  ( $4,47 \text{ mm}$ ) e  $8,6 \text{ g L}^{-1}$  para o tubete  $180 \text{ cm}^3$  ( $4,67 \text{ mm}$ ). Independente do recipiente e sem considerar a testemunha, todas as mudas de canjerana atingiram diâmetro do coleto superior a  $3 \text{ mm}$  aos 210 dias, sendo uma das características consideradas como padrão de qualidade em mudas florestais (GOMES; PAIVA, 2011).

Malavasi e Malavasi (2006), encontraram maior crescimento em altura e diâmetro do coleto em mudas de *Cordia trichotoma* (louro-pardo) e *Jacaranda micranta* (caroba) em tubetes com maior volume. Esses autores atribuíram os resultados ao maior volume de substrato e à menor restrição ao crescimento radicular das mudas. Moraes Neto et al. (2003), observaram que o diâmetro do coleto com a maior dose de FLC ( $6,42 \text{ g L}^{-1}$ ) não diferiu da fertilização convencional para as espécies *Guazuma ulmifolia* (mutambo), *Peltophorum dubium* (canafístula) e *Calycophyllum spruceanum* (mulateiro).

Gonçalves et al. (2005), recomendam que a muda considerada de qualidade, deve apresentar altura entre 20 a 35 cm e diâmetro do coleto entre 3 e 10 mm. Para a *C. canjerana*, aos 210 dias, esse valor foi possível apenas para a variável diâmetro do coleto, com exceção da testemunha. Esse fato pode estar associado ao grupo ecológico da espécie e ao seu crescimento lento a moderado (CARVALHO, 2003).

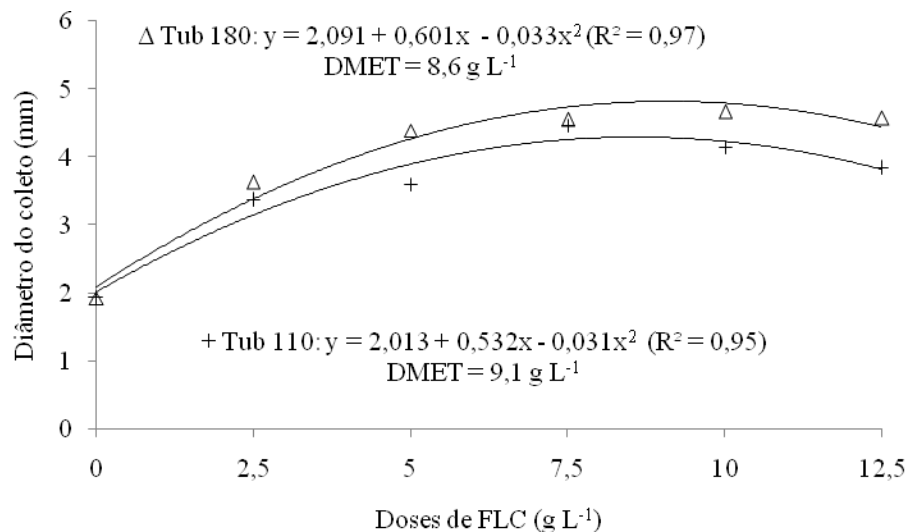


Figura 2 – Crescimento em diâmetro do coleto de mudas *C. canjerana*, produzidas em diferentes tubetes, em função das doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), aos 210 dias após a semeadura, na fase de viveiro.

A relação H/DC teve comportamento quadrático para as doses de FLC, sendo que a DMET encontrada foi de  $12,2 \text{ g L}^{-1}$  (Figura 3). Não houve diferença entre os dois recipientes, as médias foram de 2,84 para o tubete  $110 \text{ cm}^3$  e 2,77 para o tubete de  $180 \text{ cm}^3$ . Essa espécie, assim como a *Cedrela fissilis* (cedro), também da família Meliaceae apresentam elevado diâmetro do coleto, reduzindo, conseqüentemente, a relação H/DC. Conforme Birchler et al. (1998), para que a muda apresente qualidade e elevada taxa de crescimento e sobrevivência após o plantio esse índice deve ser menor que 10, resultados observados em todos os tratamentos.

No presente estudo, a adição de FLC ao substrato até a dose de  $8,6 \text{ g L}^{-1}$  (Figura 3) contribuiu para o aumento da relação H/DC. De acordo com Sturion e Antunes (2000), a relação H/DC constitui um dos parâmetros usados para avaliar a qualidade de mudas

florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas no caule, proporciona maior resistência e melhor fixação no solo. Essa relação é fácil de ser mensurada sem a necessidade de destruir as mudas (GOMES et al., 2002). Porém, a relação H/DC ideal não pode ser padrão para todas as espécies, pois as mesmas apresentam características morfofisiológicas específicas.

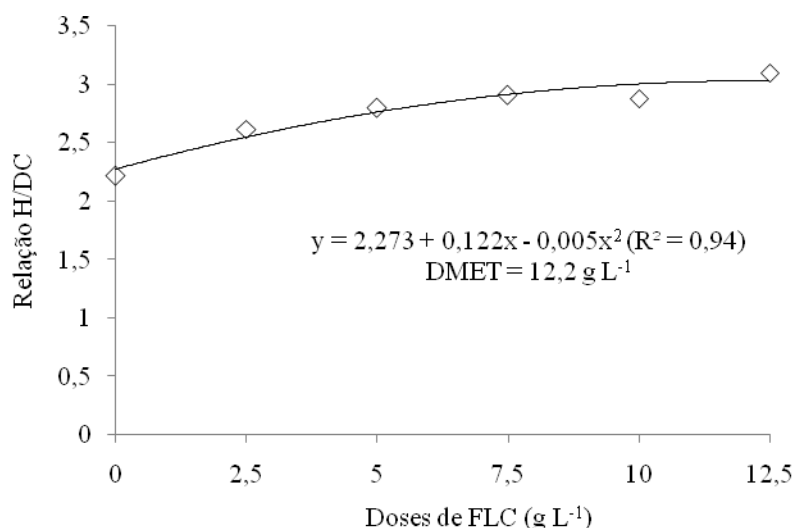


Figura 3 – Relação H/DC de mudas de *C. canjerana*, produzidas em diferentes tubetes, em função das doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), aos 210 dias após a semeadura, na fase de viveiro.

De acordo com a Tabela 6, houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis MSPA, MST, IQD, AF e CR. Entretanto não apresentou diferença significativa para a MSR, resultado que não confirmou o maior diâmetro do coleto, variáveis essas que frequentemente são mencionadas como diretamente correlacionadas. Segundo Novaes et al. (2001), os tubetes com volumes menores de substrato causam diminuição da massa seca do sistema radicular, influenciando na absorção de nutrientes.

Tabela 6 – Médias das variáveis massa seca parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF) e comprimento radicular (CR), aos 210 dias em viveiro, de mudas de *C. canjerana*.

Tubete (cm <sup>3</sup> )	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	IQD	AF (cm <sup>2</sup> )	CR (cm)
110	0,2987b*	0,3921 <sup>ns**</sup>	0,6894b	0,1937b	37,3242b	33,0256b
180	0,5064a	0,5079	1,0139a	0,2746a	50,7650 <sup>a</sup>	40,8958a

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade de erro; \*\*ns – não significativo pelo teste F.

Em um estudo realizado por Ferraz e Engel (2011), para as espécies *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo) e *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho), foram observados valores superiores de MSR e MST para as mudas produzidas em tubete de 300 cm<sup>3</sup>, comparado com tubetes de 50 e 110 cm<sup>3</sup>. Os valores de MSPA também foram maiores no recipiente de 300 cm<sup>3</sup> para as espécies *H. courbaril* e *P. rigida*. Além disso, os mesmos autores afirmam que o recipiente de 300 cm<sup>3</sup> proporcionou mudas de qualidade superior para as três espécies. Brachtvogel e Malavasi (2010), em um estudo com mudas de *Peltophorum dubium* (canafístula), verificaram que existe relação direta entre o tamanho do recipiente e o ganho em massa seca das mudas, o que corrobora os dados deste estudo.

Serrano et al. (2006), destaca que o maior volume do substrato permite maior desenvolvimento das raízes, possibilitando maior exploração e absorção de nutrientes, favorecendo, assim, maior crescimento da parte aérea, o que concorda com os dados encontrados neste estudo, onde em geral o maior volume do recipiente proporcionou maiores valores nas variáveis referentes à parte aérea (altura das mudas, diâmetro do coleto, área foliar e massa seca da parte aérea) e também à massa seca total.

O menor tamanho de recipiente (110 cm<sup>3</sup>) ocasionou redução na massa seca do sistema radicular, tal fato pode ter ocorrido, devido o menor volume de substrato limitar o crescimento e comprimento do sistema radicular que potencialmente influenciam na absorção de nutrientes e água, levando a diminuição da massa seca radicular. Segundo Marengo e Lopes (2007), a maior quantidade de massa seca da parte aérea pode ser um reservatório temporário de assimilados, esses ao serem alocados no caule, são translocados e utilizados para a formação de folhas, responsáveis pela captação de energia radiante contribuindo para o aumento da massa seca total.

José, Davide e Oliveira (2005), observaram maiores valores de IQD em mudas de *Schinus terebhintifolius* (aroeira-vermelha) produzidas em tubetes de 150 cm<sup>3</sup> quando comparadas a recipientes menores (50 cm<sup>3</sup>). Malavasi e Malavasi (2006), verificaram que mudas de *Cordia trichotoma* (louro-pardo) e *Jacaranda micranta* (caroba) produzidas em tubetes de 120, 180 e 300 cm<sup>3</sup> apresentaram valores médios de IQD estatisticamente iguais, porém foram superiores aos das mudas produzidas no tubete de 55 cm<sup>3</sup>. O IQD considera os atributos altura, diâmetro do coleto e biomassa área e radicular da planta e por isso é mencionado como completo, porém não há na literatura valores de referência quanto à qualidade para as diferentes espécies arbóreas nativas, o que dificulta a análise dos índices obtidos, apesar de se ter claro que maior IQD representa mudas de maior qualidade.

A área foliar e o comprimento radicular observada nas mudas de canjerana produzidas no tubete de maior volume (180 cm<sup>3</sup>) foram significativamente superiores as mudas produzidas no tubete 110 cm<sup>3</sup>. Segundo Kozlowski, Kramer e Pallardy (1991), mudas em adequadas condições sanitárias e com maior área foliar, na época de serem levadas para o campo, apresentam crescimento inicial mais rápido que as de menor área foliar, em virtude da maior produção de fotoassimilados das folhas. Além dessa variável, a capacidade de estabelecimento e competição de uma espécie florestal, em determinado ambiente, depende, em grande parte, do tamanho, da forma, do tipo e da eficiência do sistema radicular.

Para as variáveis MSPA, MSR e MST das mudas de *C. canjerana*, verificou-se comportamento quadrático (Figura 4), em função das doses de FLC, respectivamente, com DMET de 12,3; 11,8 e 11,4 g L<sup>-1</sup>, esses resultados são semelhantes aos encontrados por Brondani et al. (2008), na produção de mudas de *Anadenanthera colubrina* para MSPA e MST.

Na Figura 4, também é possível verificar o equilíbrio da massa seca na parte aérea e radicular, condição que expressa à característica tardia da espécie, pois em nenhuma situação (0 a 12,5 g L<sup>-1</sup>) foi necessário alocar maior quantidade como na MSPA, ou seja, possivelmente não ocorreu estiolamento das mudas.



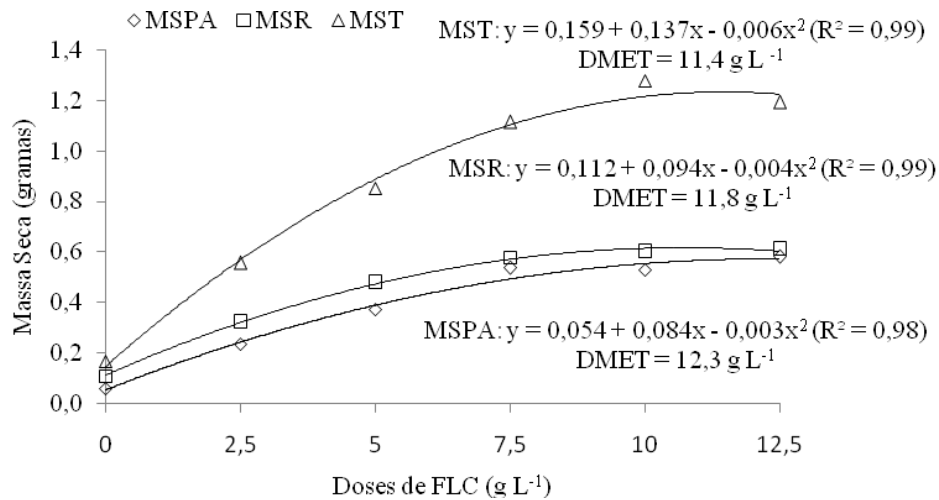


Figura 4 – Comportamento da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de *C. canjerana*, avaliadas aos 210 dias, em função das doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), na fase de viveiro.

O IQD também apresentou comportamento quadrático crescente, pois com o aumento das doses houve aumento no mesmo, a DMET foi de 11,3 g L<sup>-1</sup>, o menor valor foi encontrado foi para a testemunha (0,06). Apesar de na literatura não existir um padrão para as espécies florestais, Birchler et al. (1998), recomenda que esse índice deve ser maior que 0,2, para que a muda apresente qualidade e elevada taxa de crescimento e sobrevivência após o plantio. Assim, o IQD gerado na DMET, pode ser um valor de referência para mudas de *C. canjerana*.

Conforme Fonseca (2002), o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador da qualidade das mudas, pois são considerados a robustez e o equilíbrio na distribuição da biomassa de mudas e, dessa forma, pondera os resultados de vários parâmetros para avaliação da qualidade. Binotto, Lúcio e Lopes (2010), avaliando a correlação entre oito parâmetros morfológicos e o IQD, em mudas das espécies *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* constataram que o diâmetro de coleto é a variável de maior correlação com IQD, mostrando assim, a importância dessa característica na qualidade das mudas.

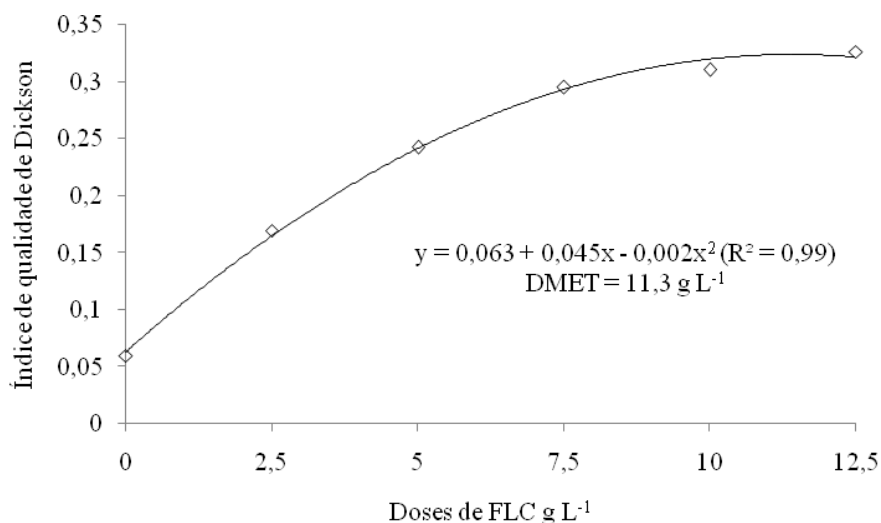


Figura 5 – Comportamento do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *C. canjerana*, avaliadas aos 210 dias, em função das doses de fertilizante de liberação controlada, na fase de viveiro.

A área foliar das mudas de *C. canjerana* apresentou comportamento quadrático crescente, a DMET encontrada foi de 11,5 g L<sup>-1</sup> (Figura 6), com área foliar de 63,6 cm<sup>2</sup> (dose de 12,5 g L<sup>-1</sup>) enquanto a menor (5,8 cm<sup>2</sup>) foi observado na testemunha.

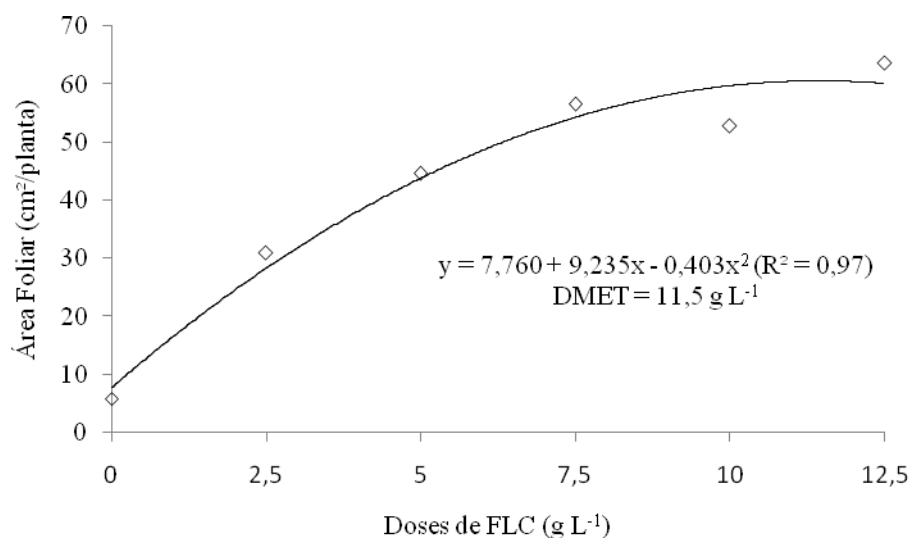


Figura 6 – Comportamento da área foliar (AF) de mudas de *C. canjerana*, avaliadas aos 210 dias, em função das doses de fertilizante de liberação controlada, na fase de viveiro.

Mudas com maior área foliar apresentam melhor estabelecimento inicial no campo, por ocasionar um maior captação de luz, aumentando a taxa fotossintética proporcionando mudas mais vigorosas (FARIA; GAÍVA; PEREIRA, 2002). Resultados superiores foram encontrados para mudas de *Coffea arabica* (cafeiro) com área foliar de 351 cm<sup>2</sup> na maior dose de FLC (12,4 g L<sup>-1</sup>) (MELO; MENDES; GUIMARÃES, 2001).

O comprimento radicular das mudas de canjerana também apresentou comportamento quadrático, a DMET encontrada foi de 10,4 g L<sup>-1</sup> (Figura 7). O maior comprimento foi de 47,89 cm (dose de 12,5 g L<sup>-1</sup>) e o menor 13,21 cm para a testemunha. Segundo Mattei (1999), a capacidade de estabelecimento e de competição de uma espécie florestal, em determinado local, depende, em grande parte, do tamanho, da forma, do tipo e da eficiência do sistema radicular.

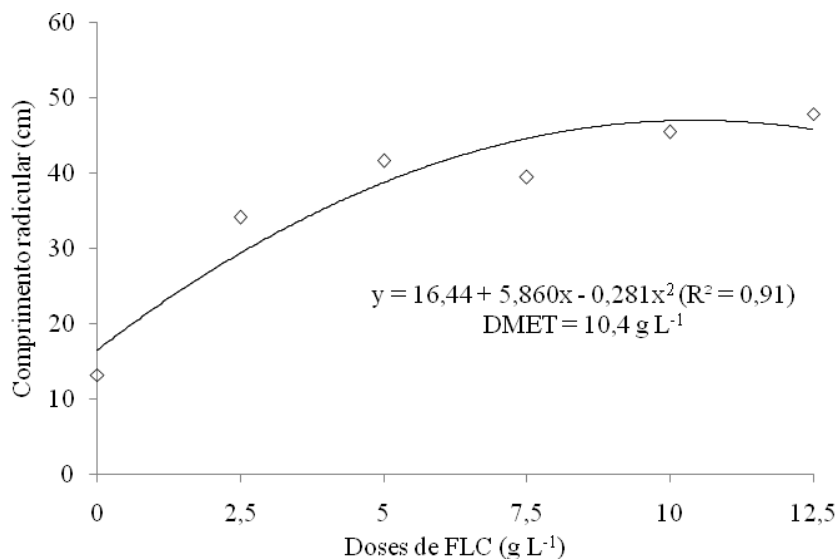


Figura 7 – Comportamento do comprimento radicular (CR) de mudas de *C. canjerana*, avaliadas aos 210 dias, em função das doses de fertilizante de liberação controlada (FLC), na fase de viveiro.

As raízes são formadas por tecidos parenquimáticos, sendo que suas células participam das atividades como fotossíntese, armazenamento e secreção (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). Conforme Taiz e Zeiger (2009), as raízes crescem ao longo de todo o ano, no entanto, dependem da disponibilidade de água e nutrientes minerais disponíveis.

Conforme Reis et al. (2012), o maior desenvolvimento do sistema radicular possibilita às mudas melhores condições para estabelecimento do povoamento, tanto para aquisição de nutrientes, como também, água, desta forma, em condições de escassez temporária dos recursos a espécie poderá suportar, durante maior período, as prováveis dificuldades encontradas no campo.

O tempo de formação de mudas de espécies nativas pode variar de poucos meses até um ano, principalmente as que apresentam crescimento lento, como é o caso da *C. canjerana*, sendo as mais difíceis de manejar em viveiro, necessitando-se de estratégias para a produção em menor espaço de tempo e em condições acessíveis.

Observa-se que para a maioria das variáveis (H, DC, MSPA, MST, IQD, AF e CR), o recipiente com maior volume de substrato (180 cm<sup>3</sup>) possibilitou maior crescimento das mudas (Tabela 7). Para as variáveis relação H/DC e MSR foi indiferente, porém nenhuma variável expressou qualidade superior da muda quando produzidas no tubete 110 cm<sup>3</sup>, o qual foi restritivo para o desenvolvimento da espécie. A dose de FLC variou de 8,6 g L<sup>-1</sup> a 12,3 g L<sup>-1</sup> porém, para a maioria das variáveis (H, MST, IQD e AF) a DMET foi em torno de 11,5 g L<sup>-1</sup>, esse valor é alto, levando-se em conta o custo do produto, porém sua utilização dispensaria mão de obra no caso da utilização de outra forma de adubação. Dessa forma, nas circunstâncias deste estudo o uso do fertilizante de liberação controlada na adubação de base no viveiro na dose máxima (12,3 g L<sup>-1</sup>) deve ser avaliada economicamente, pois certamente onerará o custo final da muda.

Tabela 7 – Variáveis morfológicas altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura/diâmetro do coleto (H/DC), massa seca parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF) e comprimento radicular (CR) das mudas de *C. canjerana* produzidas em diferentes volumes de recipiente e doses de FLC aos 210 dias após a emergência em viveiro.

Variáveis morfológicas	Tubete (cm <sup>3</sup> )	Doses de FLC	Interação Tubete x FLC
H			Tubete = 110 cm <sup>3</sup> DMET = 9,2 g L <sup>-1</sup> H = 13,03 cm Tubete = 180 cm <sup>3</sup> DMET = 11,3 g L <sup>-1</sup> H = 14,11 cm
DC			Tubete = 110 cm <sup>3</sup> DMET = 9,1 g L <sup>-1</sup> DC = 4,47 mm Tubete = 180 cm <sup>3</sup> DMET = 8,6 g L <sup>-1</sup> DC = 4,67 mm
H/DC	110 ou 180	DMET = 12,2 g L <sup>-1</sup> H/DC = 3,1	
MSPA	180	DMET = 12,3 g L <sup>-1</sup> MSPA = 0,581 g	
MSR	110 ou 180	DMET = 11,8 g L <sup>-1</sup> MSR = 0,611 g	
MST		DMET = 11,4 g L <sup>-1</sup> MST = 1,277 g	
IQD	180	DMET = 11,3 g L <sup>-1</sup> IQD = 0,33	
AF		DMET = 11,5 g L <sup>-1</sup> AF = 63,60 cm <sup>2</sup>	
CR		DMET = 10,4 g L <sup>-1</sup> CR = 47,89 cm	



## 10 CONCLUSÕES

A adubação de base com fertilizante de liberação controlada (FLC) teve influência positiva no crescimento inicial das mudas de *C. canjerana*.

Na produção de mudas, recomenda-se o uso do tubete de 180 cm<sup>3</sup> associado à dose mínima de 8,6 g L<sup>-1</sup> e máxima de 12,3 g L<sup>-1</sup> de FLC, por apresentarem de maneira geral, os melhores resultados para as variáveis morfológicas avaliadas no viveiro.





### CAPÍTULO III

#### **SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. NO CAMPO SOB DIFERENTES SOMBREAMENTOS**

##### Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento de mudas de *Cabralea canjerana* no campo sob diferentes níveis de sombreamento. Os tratamentos utilizados foram: 0% (pleno sol); 18%; 50% e 70% de sombreamento. A taxa de sobrevivência foi avaliada aos 30 e 360 dias após o plantio e os parâmetros morfológicos altura (H), diâmetro do coleto (DC) e a relação H/DC bimensalmente durante um ano. Os parâmetros fisiológicos avaliados aos 180 e 360 dias após o plantio foram: teor de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, relação clorofila *a/b* e carotenóides. A taxa de sobrevivência aos 30 dias foi de 100% para os níveis de sombreamento 18, 50 e 70% e de 75% a pleno sol (0%). Aos 360 dias, as taxas de sobrevivência foram maiores nos tratamento com 18%, 50% e 70%. As variáveis morfológicas altura e relação H/DC apresentaram as maiores médias no sombreamento 70%. Para a variável diâmetro do coleto e os parâmetros fisiológicos as maiores médias foram encontradas no sombreamento 50%. O plantio de mudas de *C. canjerana* em pleno sol não é ideal, condição que é mais restritiva, principalmente no primeiro semestre recomendando-se o plantio com 50% de luminosidade, o que sugere utiliza-lá em sub-bosques com tratamentos silviculturais de abertura parcial do dossel, em áreas de enriquecimento e de transformação.

Palavras-chave: Parâmetros morfológicos. Parâmetros fisiológicos. Meliaceae. Plantio de mudas. Luminosidade

##### Abstract

The aim of this study was to evaluate the behavior of seedlings *Cabralea canjerana* in the field under different shading levels. The treatments were: 0% (full sun), 18%, 50% and 70% of the shading. The survival rate was evaluated at 30 and 360 days after planting and the morphological parameters height (H), stem diameter (DC) and H/DC relation, bimonthly for a year. Physiological parameters evaluated at 180 and 360 days after planting were: content of chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, total chlorophyll, chlorophyll *a/b* and carotenoids. The survival rate at 30 days was 100% for shading levels 18, 50 and 70% and 75% in full sunlight (0%). At 360 days, the survival rates were higher in treatment with 18%, 50% and 70%. The morphological variables height and H/DC relation presented the highest value in 70% shading. For variable stem diameter and physiological parameters the higher averages were found in 50% shading. The planting of seedlings of *C. canjerana* in full sun is not ideal, a condition that is more restrictive, especially in the first half recommending planting shading was 50%, suggesting that this specie is better to use in understory with silvicultural treatments for partial canopy cover in areas of enrichment and transformation.

Keywords: Morphological parameters. Physiological parameters. Meliaceae. Seedlings planting. Luminosity



## 11 INTRODUÇÃO

A *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (canjerana), pertence à família Meliaceae, sendo utilizada na recuperação de áreas alteradas e apresenta interesse madeireiro, sendo considerada uma das espécies mais valiosas do Sul do Brasil, reconhecida como madeira de lei, resistente a intempéries com durabilidade e grande valor econômico (REITZ; KLEIN; REIS, 1988; LONGHI, 1995).

A espécie ocupa uma posição intermediária na floresta e ocorre naturalmente em vários tipos de solos, principalmente, aqueles situados nos altos dos morros. No entanto, apresenta melhor crescimento em solo fértil, profundo, com boa drenagem e disponibilidade hídrica. A canjerana caracteriza-se como pioneira a clímax (CARVALHO, 2003), secundária tardia e com plasticidade lumínica (RIO GRANDE DO SUL, 2002). Porém, segundo Schussler (2006), a espécie necessita de muita luz para o seu desenvolvimento, cuja regeneração ocorre tanto em matas densas quanto em clareiras e capoeirões e o seu crescimento é lento a moderado (CARVALHO, 2003).

Conforme Campos e Uchida (2002), a luz é um dos principais fatores que influenciam o crescimento dos vegetais, sendo também um dos mais limitantes para o seu desenvolvimento. As espécies florestais possuem desenvolvimento diferenciado em relação à luminosidade, por isso estudos a respeito do sombreamento, trazem informações importantes para a produção de mudas e uma melhor compreensão do seu papel ecológico na dinâmica de regeneração de florestas e nos plantios (VIDAL, 2008).

Nesse sentido, várias espécies com potencial de uso em programas de reflorestamento necessitam de pesquisas sobre seu desenvolvimento em diferentes níveis de sombreamento a campo, pois a maioria dos trabalhos são desenvolvidos apenas na fase de viveiro. Alguns estudos têm evidenciado a plasticidade fisiológica das espécies em relação à radiação fotossinteticamente ativa disponível. Conforme Paiva, Guimarães e Souza (2003), mudas de *Coffea arabica* L. (cafeeiro) em sombreamento de 50% apresentam maior crescimento em relação às mudas em pleno sol, 30% e 90% de sombreamento. O sombreamento de 30% para a espécie *Bauhinia forficata* Link. (pata-de-vaca) foi o mais indicado para o seu desenvolvimento (ATROCH et al., 2001).

Conforme Rose, Carlson e Morgan (1990), a qualidade das mudas é determinada por características morfológicas (estruturais) e fisiológicas. Alguns parâmetros morfológicos podem ser avaliados facilmente, como altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC),

obtendo-se assim a relação H/DC. Paralelamente, as análises fisiológicas vêm sendo utilizadas no entendimento dos mecanismos da fotossíntese e na avaliação da capacidade fotossintética alterada por estresses como temperatura, radiação, deficiência hídrica, falta de nutrientes, entre outros (OLIVEIRA; ALVES; MAGALHÃES, 2002). De forma geral, a clorofila e os carotenoides tendem a aumentar com a redução da intensidade luminosa, conseqüentemente a concentração total desses pigmentos, e a proporção entre eles é alterada em função da intensidade luminosa (LEXENGEL; POGGIANI, 1991). Assim, folhas adaptadas à sombra possuem uma menor relação clorofila *a/b* do que as adaptadas ao sol (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O teor de clorofila é um dos fatores mais importantes para o crescimento e adaptação das plantas em diferentes ambientes. Plantas que apresentam elevados teores de clorofila podem ter taxas fotossintéticas mais altas, devido ao potencial de captação de “quanta” no tempo (MARENCO; LOPES, 2007).

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar crescimento de mudas de *C. canjerana* no campo, sob diferentes níveis de sombreamento.

## 12 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais, pertencente à Universidade Federal de Santa Maria (DCFL/UFSM), localizado nas coordenadas 29°43'12" de latitude Sul e 53°43'13" de longitude Oeste, a 96 metros de altitude, no município de Santa Maria, RS. Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é subtropical, do tipo "Cfa", com chuvas durante todos os meses do ano, apresentando precipitação média anual de 1.769 mm, temperatura média do mês mais quente superior a 22°C, e do mês mais frio superior a 3°C (MORENO, 1961).

Na Tabela 8 é possível observar as médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação registradas no município de Santa Maria, durante o período de realização do experimento. Na região ocorrem as quatro estações bem definidas, cujos meses mais frios no ano de estudo ocorreram entre maio e agosto, e os mais quentes de novembro a fevereiro.

Tabela 8 – Médias mensais de temperatura máxima (T Max), temperatura mínima (T Mín), temperatura média (T Md), umidade relativa do ar (UR) e precipitação (pp) registradas no município de Santa Maria-RS, durante o período de crescimento inicial no campo de mudas de *C. canjerana*.

Mês/Ano	T Max	T Mín	T Md	UR%	pp (mm)
	°C				
Agosto/12	24,9	15,3	20,1	73,65	74,5
Setembro/12	23,5	13,3	18,7	76,38	177,5
Outubro/12	25,9	16,9	21,5	77,72	245,0
Novembro/12	30,3	17,6	25,0	68,63	72,8
Dezembro/12	31,5	19,9	26,2	76,35	274,9
Janeiro/13	30,3	18,2	25,3	73,90	145,3
Fevereiro/13	29,7	19,3	25,1	79,13	97,7
Março/13	26,2	16,6	21,4	81,80	188,6
Abril/13	26,5	14,5	20,5	80,81	147,4
Maio/13	21,8	11,3	16,5	85,32	71,6
Junho/13	19,1	10,2	14,4	88,01	81,6
Julho/13	19,8	9,2	14,2	84,82	113,5
Agosto/13	18,9	9,2	14,0	81,25	163,4

Fonte: Estação Climatológica Principal de Santa Maria, instalada no Departamento de Fitotecnia no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Na área de plantio foram coletadas amostras de solo em cinco blocos pré-estabelecidos, as quais foram encaminhadas para análise no Laboratório de Análise de Solos (UFSM) (Tabela 9). Após a análise, foi necessário realizar a calagem, a qual foi feita 30 dias antes do plantio. De maneira geral, segundo a classificação da CQFS (2004), o pH do solo é considerado baixo a médio, o teor de matéria orgânica (MO) baixo, fósforo (P) baixo, potássio (K) alto, cálcio e magnésio alto.

Tabela 9 – Atributos químicos e físicos do solo na área utilizada no plantio a campo de mudas de *C. canjerana*, Santa Maria (RS).

Bloco	pH	MO	P- Mehlich	K	CTC pH 7,0	Ca	Mg	Al	H+AL	Índice SMP	Textura
	(H <sub>2</sub> O)	(%)									
	01:01	m/v	mg dm <sup>-3</sup>								
1	5,3 <sup>2</sup>	1,3 <sup>1</sup>	4,1 <sup>2</sup>	68 <sup>4</sup>	12,7 <sup>3</sup>	5,55 <sup>4</sup>	2,4 <sup>4</sup>	0,5	4,5	6,0	3,0
2	6,0 <sup>3</sup>	1,5 <sup>1</sup>	3,35 <sup>1</sup>	60 <sup>4</sup>	12,7 <sup>3</sup>	7,35 <sup>4</sup>	2,4 <sup>4</sup>	0	2,8	6,4	3,0
3	5,7 <sup>3</sup>	1,3 <sup>1</sup>	5,25 <sup>2</sup>	62 <sup>4</sup>	12,4 <sup>3</sup>	6,90 <sup>4</sup>	2,5 <sup>4</sup>	0	2,8	6,4	3,0
4	4,7 <sup>1</sup>	1,6 <sup>2</sup>	4,15 <sup>2</sup>	72 <sup>4</sup>	13,1 <sup>3</sup>	3,45 <sup>3</sup>	1,3 <sup>4</sup>	2,0	8,2	5,5	3,0
5	5,2 <sup>2</sup>	2,0 <sup>2</sup>	3,35 <sup>2</sup>	82 <sup>4</sup>	13,2 <sup>3</sup>	5,10 <sup>4</sup>	1,9 <sup>4</sup>	0,65	5,6	5,9	3,0

Em que: MO – matéria orgânica; P – Mehlich – Fósforo extraível; K – Potássio; CTC pH 7,0 – capacidade de troca de cátions; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; H+AL – acidez potencial; 1 - Muito baixo; 2 – Baixo; 3 – Médio; 4 – Alto. Fonte: CQFS (2004).

O experimento foi instalado em agosto de 2012 (tempo zero) e teve sua última avaliação em agosto de 2013 (360 dias), os tratamentos utilizados foram diferentes intensidades de sombreamento: T1 – 0 % (pleno sol); T2 – 18 %; T3 – 50 % e T4 – 70 %, com parcelas subdivididas no tempo, em delineamento blocos ao acaso (quatro intensidades de sombreamento x seis tempos de avaliação) com quatro mudas cada, totalizando 80 plantas (Figura 8). No sombreamento foram utilizadas malhas de nylon (Apêndice 3 A, B e C)

As mudas utilizadas no plantio foram produzidas em recipientes de 110 e 180 cm<sup>3</sup> no Viveiro Florestal da UFSM, as mesmas foram selecionadas aleatoriamente (correspondendo ao melhor tratamento do Capítulo II) e apresentavam as seguintes médias: altura 14,6 cm, diâmetro do coleto 5,6 mm e relação H/DC 2,71.

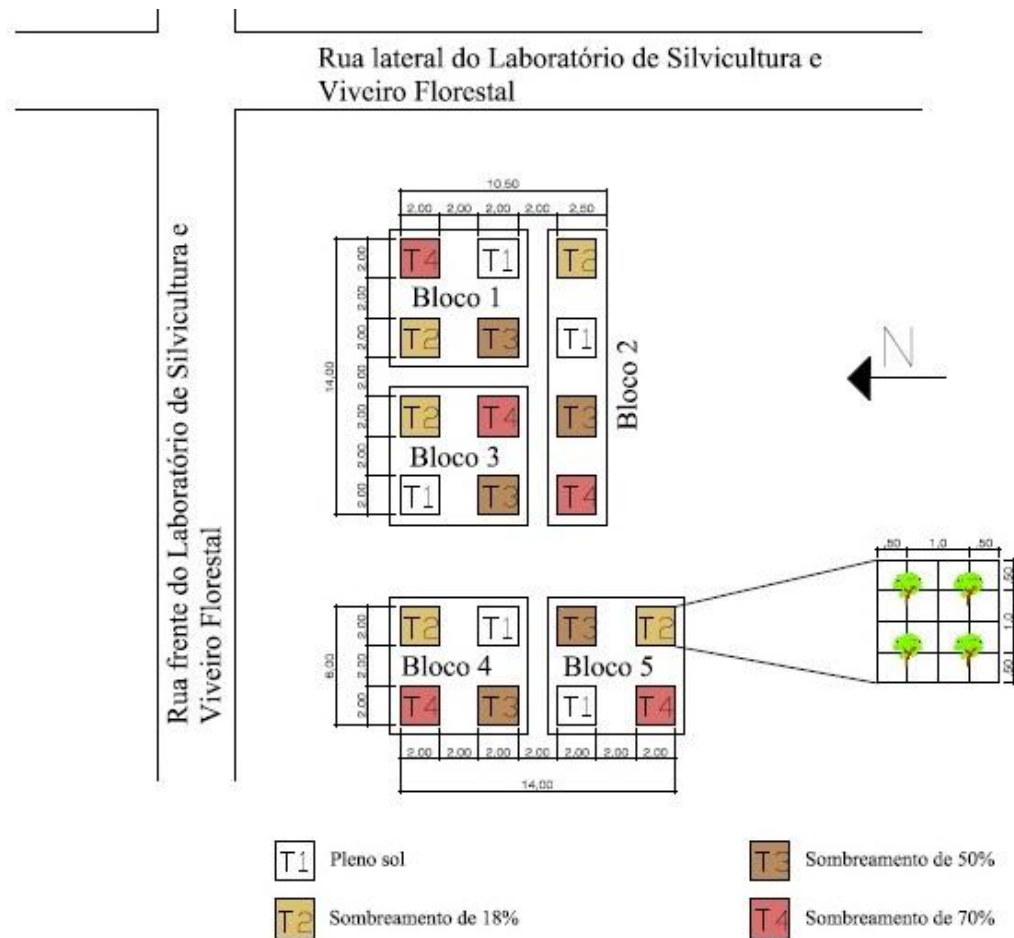


Figura 8 – Esquema do delineamento utilizado no campo para condução das mudas de *C. canjerana* em diferentes intensidades de sombreamento no Viveiro Florestal (DCFL/UFSM).

Para o plantio das mudas foram abertas covas circulares, de 30 cm de diâmetro x 35 cm de profundidade (0,02 m<sup>3</sup>), com auxílio de um perfurador de solo (broca perfuratriz) acoplada em um trator (Apêndice 2 A, B), distantes 1 m entre mudas. As covas foram preenchidas com a terra de subsolo misturada ao substrato comercial (composto orgânico bioestabilizado à base de cinzas de arroz e resíduo de cevada) na proporção de 1:1. Esse composto orgânico foi adicionado objetivando melhorar as condições químicas e físicas do solo.

A caracterização do substrato comercial foi realizada no Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), conforme a instrução normativa nº 17 do Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (BRASIL, 2007) e Fermino (2003). Para a realização das análises, foram encaminhadas amostras de 2,5 litros de cada substrato (Tabela 10). De forma geral, o substrato apresentou as seguintes características químicas e físicas como: pH ácido, densidade

seca (DS) abaixo do recomendado (650 a 850 kg.m<sup>-3</sup>), porosidade total (PT) ideal, espaço de aeração (EA) abaixo do ideal, água facilmente disponível (AFD) (23,39%) de acordo com o limite (20 a 30%), e água tamponante (AT) ficou acima do valor (4 a 10%).

Tabela 10 – Atributos químicos e físicos do substrato utilizado no preenchimento das covas no plantio a campo das mudas de *C. canjerana*, Santa Maria (RS).

Atributos	Valores
pH	4,66
CE (mS.cm <sup>-1</sup> )	2,03
Densidade úmida (kg.m <sup>-3</sup> )	566,52
Densidade seca (kg.m <sup>-3</sup> )	560,12
Umidade atual (%)	1,13
Porosidade total (%)	81,05
Espaço de aeração (%)	5,83
Água facilmente disponível (%)	23,39
Água tamponante (%)	18,72
Água remanescente (%)	33,11
CRA (10)* (%)	75,23
CRA (50)* (%)	51,83
CRA (100)* (%)	33,11

CRA= capacidade de retenção de água sob sucção de 10, 50 e 100 cm de coluna de água determinado em base volumétrica -v/v; pH = determinado em água, diluição 1:5 (v/v); CE = condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v).

A irrigação das mudas foi realizada a cada dois dias na primeira semana e, posteriormente, nos dias consecutivos com temperatura superior a 30°C e com ausência de precipitação pluviométrica, por meio de um sistema de irrigação com mangueiras, distribuídas entre as mudas, dentro de cada bloco. A irrigação ocorreu até os 30 dias após o plantio, dessa fase em diante não houve mais necessidade de irrigação.

No entorno das mudas foi colocado uma cobertura morta e seca (*Mulching*), sempre que necessário, com, aproximadamente, 35 cm de diâmetro e 5 cm de altura. As adubações de cobertura foram realizadas aos 30 e 180 dias após o plantio, com fertilizante, NPK (5-20-20) à base de uréia, óxido de fósforo e cloreto de potássio. Em cada muda foram abertas duas covas laterais e aplicado 100 g de fertilizante, distribuindo 50 g em cada lado, a uma distância de, aproximadamente, 10 cm (Apêndice 2 C e D).



O controle de formigas cortadeiras (gêneros *Atta* e *Acromyrmex*) foi realizado quando necessário ao longo do experimento, por meio da aplicação de formicida granulado à base de Sulfluramida ou Fipronil. O controle da matocompetição, no entorno das mudas foi realizado com capina manual (coroamento) e entre os blocos com capina química utilizando herbicida no entorno das mudas de canjerana, com o auxílio de um pulverizador costal, acoplado no bico pulverizador um “chapéu-de-napoleão”, evitando a deriva do produto.

A avaliação da sobrevivência foi realizada aos 30 e 360 dias após o plantio, e os parâmetros morfológicos altura (H) e diâmetro do coleto (DC), bimensalmente (60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio). A altura foi mensurada com uma régua (cm) e o diâmetro do coleto com um paquímetro digital (mm), a partir dessas variáveis foi possível obter a relação H/DC.

Os parâmetros fisiológicos como determinação do teor de clorofilas e carotenoides foram analisados no Laboratório de Fisiologia Vegetal, pertencente ao Departamento de Biologia, UFSM, aos 180 e 360 dias após o plantio, para essas análises, coletou-se a quarta folha expandida de três plantas por tratamento. As folhas foram imediatamente congeladas em N<sub>2</sub> líquido e, posteriormente, armazenadas em freezer à -20°C até o momento da quantificação.

Na quantificação dos pigmentos fotossintéticos, as concentrações de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total, bem como o teor de carotenoides foram determinados seguindo a metodologia descrita por Hiscox e Israelsstam (1979), e estimados utilizando-se a fórmula de Lichtenthaler (LICHTENTHALER, 1987). Amostras frescas de folhas (0,1 g) foram incubadas a 65°C com dimetilsulfóxido (DMSO) por duas horas. As absorbâncias da solução foram medidas em espectrofotômetro (SF325NM) (Bel Engenneering, Itália) a 663, 645 e 470 nm para clorofila *a*, clorofila *b* e carotenoides, respectivamente.

## 12.2 Análise estatística

Em uma das parcelas do tratamento pleno sol todas as mudas morreram, o que foi contornado pelo método de uma parcela perdida (BANZATTO; KRONKA, 2006). As demais repetições foram representadas pela média das variáveis observadas.

Os dados foram analisados quanto às pressuposições de normalidade e homogeneidade e, posteriormente, análise de variância e, quando constatada diferença entre os tratamentos

pelo teste F, efetuou-se a comparação de médias pelo teste t de Student, teste Scott-Knott e/ou regressão polinomial a 5% de probabilidade de erro. No caso de efeito significativo de equações quadráticas determinou-se o ponto crítico (PC). Nas análises utilizou-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

## 13 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de sobrevivência das mudas de *C. canjerana* a campo, aos 30 dias foi de 100% nos tratamentos de 18, 50 e 70% de sombreamento, diferindo estatisticamente do tratamento a pleno sol (0%) que foi de 75% (Tabela 10). O mesmo resultado foi observado aos 360 dias, onde a maior sobrevivência foi nos tratamento com 18% (85%), seguido dos tratamentos 50% (80%) e 70% (65%). Neste período de avaliação, a taxa de sobrevivência diminuiu em todos os tratamentos, sendo que a pleno sol a mesma foi de 30%, diferindo dos demais tratamentos. Essa taxa inicial é considerada alta para espécies nativas, demonstrando adequado estabelecimento das mudas no campo. Em um estudo realizado por Carvalho (1982), com *C. canjerana* em pleno sol a taxa de sobrevivência encontrada foi de 49%. Felippi (2010), estudando os efeitos de diferentes ambientes no desempenho inicial a campo com a mesma espécie, também observou que a pleno sol a sobrevivência foi baixa e em área de sub-bosque, com sombreamento de 50% esse índice de sobrevivência foi superior a 80%.

A canjerana é esciófita (ORTEGA, 1995) por outro lado, Schussler (2006), descreve que a mesma necessita de muita luz para o seu desenvolvimento. Souza-Silva et al. (1999), destacam que a espécie apresenta plasticidade para tolerar ampla variedade de ambientes luminosos. Tendo em vista que a alta taxa de mortalidade a pleno sol, essa expressa maior tendência de ter comportamento esciófita na região. Essa plasticidade mencionada pelos autores pode estar associada a sua ampla distribuição geográfica, cujas interações de fatores climáticos podem proporcionar comportamentos diversos, destacando-se na região central do Rio Grande do Sul, considera-se que a *C. canjerana* seja classificada como esciófita, fato que é corroborado pelos parâmetros morfológicos e fisiológicos que seguem.

A interação (sombreamento x tempo) foi significativa para a variável altura (H) e relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (H/DC) ( $p < 0,05$ ). Não houve interação para a variável diâmetro do coleto (DC), apenas efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para os fatores isolados (Apêndice 8).

Tabela 11 – Taxa de sobrevivência de mudas de *C. canjerana*, aos 30 e 360 dias após o plantio no campo, em função de diferentes níveis de sombreamento.

Níveis de sombreamento (%)	Sobrevivência (%)	
	30 dias após o plantio	360 dias após o plantio
0	75b	30b
18	100a	85a
50	100a	80a
70	100a	65a

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

A altura (H) das mudas de *C. canjerana* apresentou comportamento linear crescente (Figura 9). A H aumentou com a intensidade do sombreamento, sendo a maior média (45,4 cm) observada no tratamento com 70% de sombreamento e a menor (27,8 cm) nas mudas a pleno sol (0%), aos 360 dias após o plantio. O incremento médio para o tratamento 70% foi de 31,12 cm no tempo, ou seja teve um aumento de 318,08% para a variável altura.

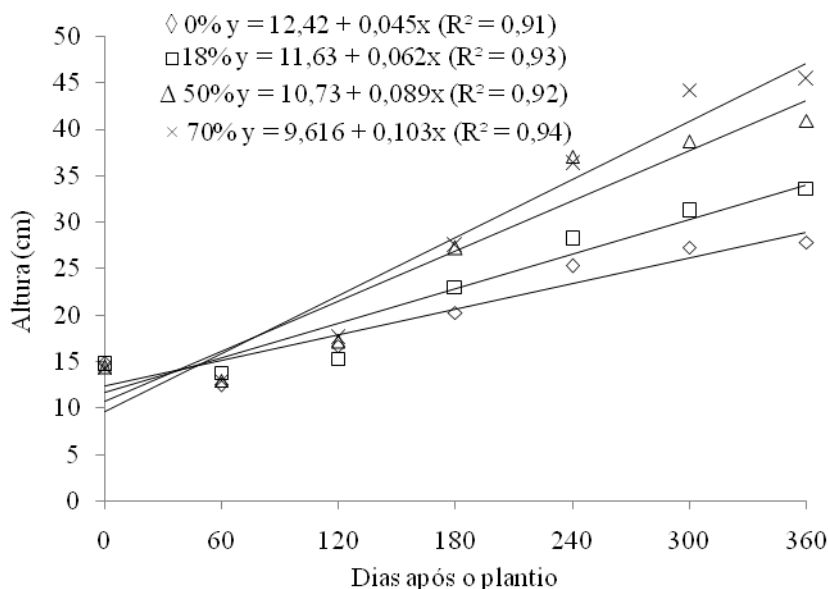


Figura 9 – Crescimento em altura (H) de mudas de *C. canjerana*, em diferentes intensidades de sombreamento (0; 18; 50 e 70%), em função dos períodos de avaliação (0; 60; 120; 180; 240; 300 e 360 dias), no plantio a campo.

Na Figura 9 é possível observar que as mudas expressaram pouco crescimento em altura até os 60 dias, possivelmente convertendo reservas e fotoassimilados para as raízes se estabelecerem, porém indicando a tendência clara da espécie que é apresentar maior crescimento sob sombreamento, resultado que não representou o estiolamento das mudas.

Nesse estudo, o menor crescimento observado nas mudas a pleno sol pode ser explicado pelo fato de que um excesso de luz, acima da capacidade de utilização da planta para realizar a fotossíntese, pode resultar em estresse, levando a sua fotoinibição (BARBER; ANDERSON, 1992). No sombreamento de 70%, a altura das mudas foi maior, porém, em ambientes sombreados algumas espécies apresentam rápido crescimento como mecanismo de adaptação, para evitar o déficit de luz. Zanella, Soncela e Lima (2006), aos 90 dias após a semeadura, em viveiro, com a espécie *Passiflora edulis* (maracujazeiro-amarelo), observaram que a altura e o diâmetro do coleto aumentaram com a intensidade de sombreamento, sendo a maior média no sombreamento de 80% (39,4 cm) e a menor a pleno sol (11,1 cm). Scalon et al. (2003), para mudas de *Bombacopsis glabra* (castanha-do-maranhão) verificaram que a altura apresentou diferença quanto à intensidade de luz com 50% de sombreamento (22,3 cm), seguida de 30% (18,9 cm) e em pleno sol (15,8 cm).

Com relação ao diâmetro do coleto (DC), os tratamentos com 50 e 70% de sombreamento apresentaram as médias mais elevadas (19,03 e 17,29 mm, respectivamente), porém diferiram estatisticamente do tratamento a pleno sol (Tabela 12).

Tabela 12 – Médias de diâmetro do coleto (DC), de mudas de *C. canjerana*, aos 360 dias após plantio no campo.

Níveis de sombreamento (%)	Diâmetro do coleto (mm)
0	13,99b*
18	16,82a
50	19,03a
70	17,29a

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

O diâmetro do coleto (DC) apresentou comportamento quadrático crescente (Figura 11), sugerindo que as mudas plantadas encontravam-se estabelecidas, que o elevado e crescente DC, ao longo do experimento foi diferente ao sombreamento (Figura 10), apresentando reduzidos valores de H/DC (Figura 11). Essa discussão é respaldada pelo fato

que conforme Rose, Carlson e Morgan (1990), o diâmetro do coleto está relacionado com o vigor das plantas, pois a sua média, em qualquer tempo, pode ser correlacionada com a média do tamanho do sistema radicular. Diversos estudos têm apontado que essa variável é a variável que melhor representa o desempenho no pós-plantio, indicando a qualidade das mudas, porém ocorrem variações para cada espécie e condições de plantio (RITCHIE; LANDIS; DUMROESE, 2010).

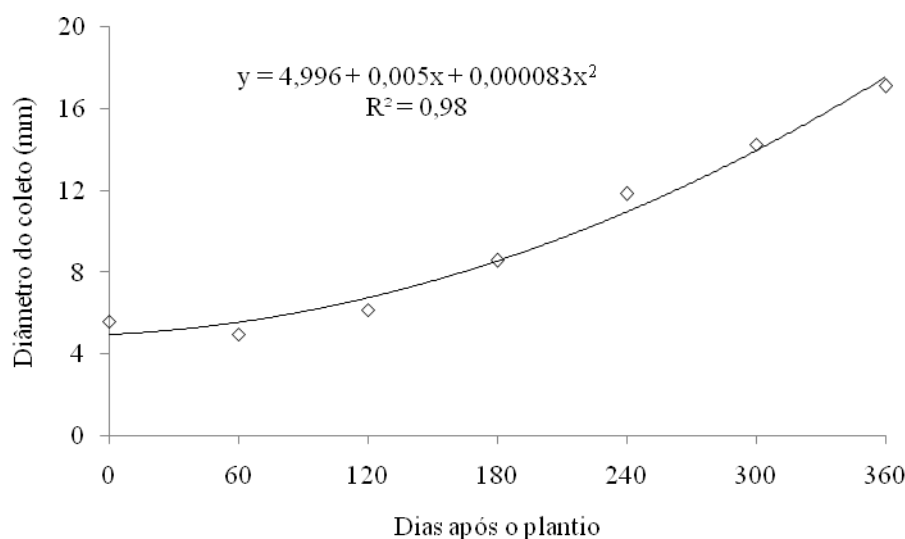


Figura 10 – Crescimento em diâmetro do coleto (DC) de mudas de *C. canjerana*, em diferentes intensidades de sombreamento (0; 18; 50 e 70%), em função dos períodos de avaliação (0; 60; 120; 180; 240; 300 e 360 dias), no plantio a campo.

Observa-se para a canjerana que o crescimento em DC foi influenciado pelo sombreamento, como verificado em outros estudos, com mudas de *Senna macranthera* (fedegoso) que em 50% de sombreamento, no viveiro, apresentou aumento do diâmetro do coleto (CHAVES; PAIVA, 2004). Enquanto *Jacaranda puberula* apresentou DC em 70% de sombreamento menor do que 30% e 50% (ALMEIDA et al., 2005), comparações que junto com esse estudo indicam a tendência diferenciada das espécies, assim como a importância da definição do sombreamento para o melhor estabelecimento das plantas.

A relação H/DC apresentou comportamento quadrático decrescente ao longo do tempo (Figura 11), a menor média foi para o tratamento a pleno sol e a maior relação H/DC foi para o tratamento de 70% de sombreamento, porém em qualquer uma das situações são valores

considerados adequados, indicando que a planta tem alocação de fotoassimilados de forma equilibrada para a parte aérea e para a base (DC).

Além disso, conforme Gomes e Paiva (2011), quanto menor o valor da relação H/DC, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem a campo. No plantio é importante observar essa variável, pois mudas que apresentam maior relação H/DC muitas vezes ficam estioladas e quando levadas a campo são suscetíveis ao tombamento e danos provocados pelo vento, seca e geada (HAASE, 2008).

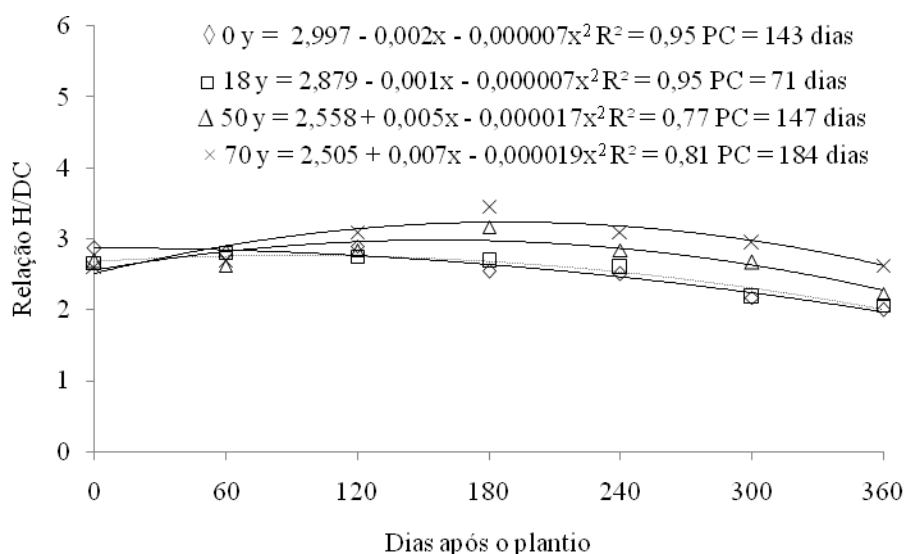


Figura 11 – Relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto (H/DC) de mudas de *C. canjerana*, em diferentes intensidades de sombreamento (0; 18; 50 e 70%), em função dos períodos de avaliação (0; 60; 120; 180; 240; 300 e 360 dias), no plantio a campo.

De acordo com a análise de variância a interação sombreamento x tempo foi significativa ( $p < 0,05$ ) para as variáveis teor de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, relação *a/b* e carotenoides (Apêndice 9).

Para a clorofila *a* observa-se que a maior quantidade foi produzida sob 50% de sombreamento, independentemente aos 180 e 360 dias, sendo que a maior quantidade foi encontrada aos 180 dias em relação aos 360 dias após o plantio (Tabela 13), revelando a rápida resposta na melhor condição de crescimento oferecida (50% de sombreamento). A clorofila *a* ocorre como sistema antena e no centro de reação (TAIZ; ZEIGER, 2009), porém

sua produção depende, além da necessidade de compensar o processo fotossintético sob menor intensidade lumínica, a capacidade adaptativa a essa condição de maior sombreamento.

Para clorofila *b* houve diferença significativa no tempo, aos 360 dias no tratamento a pleno sol quando comparado aos 180 dias. Os outros tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. A maior quantidade de clorofila *b* foi encontrada no tratamento de 50% aos 180 dias (0,426 mg/g MF) e 360 dias (0,433 mg/g MF) (Tabela 13).

Assim como à clorofila *a*, conforme Scaloni et al. (2003), o aumento de clorofila *b* é uma característica importante em ambientes com sombreamento, pois a mesma aumenta a capacidade de absorção de luz, de diferentes comprimentos de onda nos picos da fotossíntese, incrementando a absorção na faixa do azul, presente em grande quantidade em locais sombreados, posteriormente, transferindo para a clorofila *a*, que efetivamente atua nas reações fotoquímicas da fotossíntese, o que representa um mecanismo de adaptação à condição de menor intensidade luminosa.

Tabela 13 – Médias de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e relação *a/b* de mudas de *C. canjerana* em pleno sol (0%) e diferentes intensidades de sombreamento (18, 50 e 70%), aos 180 e 360 dias no campo.

Níveis de sombreamento (%)	Clorofila <i>a</i> (mg/g MF)		Clorofila <i>b</i> (mg/g MF)		Clorofila total		Relação <i>a/b</i>	
	Dias após o plantio							
	180	360	180	360	180	360	180	360
0	0,665Bd*	0,742Ac	0,160Bb	0,212Ac	0,877Ac	0,900Ac	3,223Bb	4,628Aa
18	0,731Ac	0,197Ac	0,196Ab	0,183Ac	0,927Ac	0,903Ac	3,734Ab	3,930Ab
50	1,804Aa	1,346Ba	0,426Aa	0,433Aa	2,230Aa	1,780Ba	4,239Aa	3,113Bc
70	0,817Bb	1,073Ab	0,229Ab	0,247Ab	1,047Bb	1,320Ab	3,572Bb	4,350Aa

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, respectivamente, pelo teste t de Student (linha) e Scott-Knott (coluna), a 5% de probabilidade de erro. MF= massa fresca.

Para clorofila total houve diferença no tempo, aos 180 dias para o tratamento de 70% e aos 360 dias para o tratamento de 50%. A maior quantidade foi encontrada no tratamento de 50% de sombreamento independente do tempo de avaliação, diferindo dos demais tratamentos (Tabela 13). Entretanto, reflete a mesma característica da clorofila *a* que normalmente ocorre em maior quantidade do que a clorofila *b*.



Estudos relacionados ao teor de pigmentos de folhas expostas ao sol e a sombra mostram que a concentração de clorofilas totais é maior em folhas de sombra quando comparadas às folhas de sol (CARVALHO et al., 2007; CHAVES et al., 2008). De acordo com Lichtenthaler e Babani (2007), folhas expostas ao sol respondem à alta luminosidade e reduzem a porção de clorofila que compõe o complexo antena, pois as mesmas não precisam de modificações na quantidade de pigmentos, uma das características dessas plantas a pleno sol é demonstrar menor quantidade de moléculas de clorofila por cloroplasto, principalmente a clorofila *b*, uma vez que essas plantas não necessitam produzir uma grande quantidade de pigmentos coletores de energia luminosa, em um ambiente saturado por luz.

Para a relação *a/b* ocorreram variações no tempo, sendo que a maior foi aos 180 dias para os tratamentos de 18 e 50% de sombreamento e aos 360 dias para pleno sol (0%), 18 e 70% (Tabela 13). A maior relação obtida aos 180 dias foi obtida no tratamento 50% de sombreamento (4,239). Com o aumento do sombreamento, houve um decréscimo dessa relação para esse tempo. Na avaliação dos 360 dias as maiores relações foram encontradas nos tratamentos de 0% (pleno sol) (4,628) e 70% (4,350). A relação entre clorofila *a/b* foi mais fraca e a contribuição relativa da clorofila *a* para a clorofila total foi maior.

Aos 180 dias no sombreamento de 50% (melhor tratamento) há maior relação *a/b* (maior luminosidade proporcionando condição produtiva para as plantas), nos 360 dias nessa condição de 50% as plantas estavam com quantidades suficientes, pois já tinham conseguido produzir o necessário, fato esse que não é observado nos tratamentos 0 e 70%. As plantas quando sombreadas tendem a apresentar menor razão clorofila *a/b* se comparadas às plantas a pleno sol em função da alta porção de clorofila *b* atribuída ao complexo antena. Desse modo, a aclimação a condições de baixa luminosidade promove a produção de complexos coletores de luz em detrimento dos centros de reação (DYMOVA; GOLOVKO, 2007).

Com relação aos carotenoides houve interação entre os níveis de sombreamento e o tempo. Entre os tratamentos, a maior concentração foi encontrada no sombreamento 50% diferindo estatisticamente dos demais, tanto aos 180 quanto aos 360 dias após o plantio. O sombreamento de 70% apresentou menor concentração de carotenoides, com valores de 0,218 mg/g MF e 0,322 mg/g MF aos 180 e 360 dias após o plantio, respectivamente (Tabela 14).

Tabela 14 – Médias de teor de carotenoides de mudas de *C. canjerana* em pleno sol (0%) e diferentes intensidades de sombreamento (18, 50 e 70%), aos 180 e 360 dias no campo.

Níveis de sombreamento (%)	Carotenoides (mg/g MF)	
	Dias após o plantio	
	180	360
0	0,3427Bc*	0,3673Ab
18	0,239Bb	0,3367Ac
50	0,4607Ba	0,478Aa
70	0,2183Bd	0,3223Ab

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si, respectivamente, pelo teste t de Student (linha) e Scott-Knott (coluna) a 5% de probabilidade de erro. MF= massa fresca.

Assim, no tratamento a pleno sol, as concentrações de carotenoides encontradas neste trabalho não foram capazes de proteger as mudas de *C. canjerana* da luminosidade, sendo comprovado pela baixa taxa de sobrevivência da espécie aos 360 dias (30%). Além da ação fotoprotetora, os carotenoides aumentam a captação de luz, pois absorvem em comprimentos de onda inferiores aos das clorofilas (BARTLEY; SCOLNIK, 1995).

Plantas expostas a altos níveis de luminosidade apresentam diminuição na eficiência quântica do FSII, nessas condições, algumas espécies podem apresentar maior assimilação fotossintética e maior teor de carotenoides, que auxiliam na proteção contra a fotoinibição (LICHTENTHALER; BURKART, 1999). Isso não foi observado neste trabalho, o que pode indicar que o plantio de mudas de *C. canjerana* em condição de pleno sol não é adequado.

O excesso de energia luminosa pode levar à produção de espécies tóxicas como peróxido de hidrogênio, ânion superóxido, radicais hidroxila e oxigênio singlete, os quais podem ocasionar danos ao aparato fotossintético. Devido ao seu papel como antioxidante, os carotenoides podem interagir com os compostos tóxicos, impedindo e/ou reduzindo a ocorrência de processos danosos (PAIVA et al., 2003; DEMMIG-ADAMS; ADAMS, 2006). As plantas também utilizam outros antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos para se protegerem de estresses bióticos e abióticos (GUNES et al., 2007).

Assim, pelos resultados obtidos neste trabalho, pode-se observar que a plena iluminação causa dano para a espécie *C. canjerana*, sugerindo que ela não é uma espécie heliófila, conseqüentemente, não ocorrendo como pioneira em ambientes abertos, devendo ser utilizada no enriquecimento e transformação, além disso o seu estabelecimento e desenvolvimento é lento.

## 14 CONCLUSÕES

A taxa de sobrevivência da espécie *C. canjerana* aos 30 dias foi de 100% para os níveis de sombreamento 18, 50 e 70% e de 75% a pleno sol (0%). Aos 360 dias, as taxas de sobrevivência foram maiores nos tratamentos com 18%, 50% e 70%.

O plantio de mudas em pleno sol não é ideal, recomendando-se o plantio com 50% de sombreamento. A espécie apresenta crescimento lento no campo.

A canjerana pode ser utilizada em sub-bosques com tratamentos silviculturais de abertura parcial do dossel, em áreas de enriquecimento e de transformação.



## 15 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a espécie *Cabralea canjerana* no teste de germinação é indicada a assepsia com hipoclorito de sódio 1% por 2', utilizando-se os substratos papel mata-borrão, sobre vermiculita ou sobre areia. Recomenda-se em trabalhos futuros, pesquisas referentes ao armazenamento e teste de condutividade elétrica das sementes dessa espécie.

Na produção de mudas em viveiro o tubete de 180 cm<sup>3</sup>, associado à dose mínima de 8,6 g L<sup>-1</sup> e máxima de 12,3 g L<sup>-1</sup> de fertilizante de liberação controlada (FLC), são as mais eficientes para o crescimento da espécie. Sugerem-se em novos estudos o uso de parâmetros fisiológicos.

No campo, recomenda-se o plantio de canjerana com 50% de sombreamento, o que sugere utilizá-la em sub-bosques, com tratamentos silviculturais de abertura parcial do dossel em áreas de enriquecimento e de transformação. Indica-se pesquisas abordando diferentes níveis de sombreamento, por períodos superiores a um ano, além de estudos sobre o ponto de saturação de luz para espécie.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. M. et al. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.

ANJOS, J. R. N; CHARCHAR, M. J. A; GUIMARÃES, D. P. Ocorrência de queima das folhas causada por *Phomopsis* sp. em aroeira no Distrito Federal. **Fitopatologia Brasileira**; v. 26 (3), p. 649-650, 2001.

ANTUNES, L. E. C. Sistemas de produção da amoreira-preta. **Embrapa Clima Temperado** (Sistemas de Produção, 12), setembro 2008.

ATROCH, E. M. A. C. et al. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul**. Guia de Identificação e Interesse Ecológico. As principais espécies nativas sul-brasileiras. Santa Cruz do Sul. Instituto Sousa Cruz, 2002.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul**: guia de identificação e interesse ecológico. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2009. 332p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4 Ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.

BARBER, J.; ANDERSSON, B. Trends Biochem. **Sci.** 17, 61-66. 1992

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustred genera of imperfect fungi**. 3 Ed. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1999. 241 p.

BARTLEY, G. E.; SCOLNIK, P. A. Plant carotenoids: pigments for photoprotection, visual attraction, and human health. **Plant Cell**, Vol. 7, 1027-1038, 1995.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. DE M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, IPEF - Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 2000. p. 105-133.

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

BOTELHO. L. da S. **Fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*) e aroeira-salsa (*Schinus molle*): incidência, efeitos na germinação, transmissão para plântulas e controle**. 2006. 114 f. (Mestrado em Agronomia)-Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the dickson quality index in forest seedlings. **Cerne**, v.16, n.4, p.457-464, 2010.

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v.7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.

BUSATO, L. C. et al.; Aspectos ecológicos na produção de sementes e mudas para a restauração. In: MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. Cap. 4, p. 101-168.

BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.223-232, 2010.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 17**. Brasília: Mapa, 2007, 8p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 44**. Brasília: Mapa, 2010, 2p.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 34**. Brasília: Mapa, 2011, 1p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 26**. Brasília: Mapa, 2012, 4p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de espécies florestais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2013. 98p.

BRONDANI, G. E. et al. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico-branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 167-176, 2008.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 3, p. 11 - 17, 2005.

CARMO, R. M. **Biologia reprodutiva de *Cabrlea canjerana* e a influência do tamanho do fragmento florestal no sucesso reprodutivo e diversidade genética**. 2005. 108 f. Tese (Doutorado em Ecologia)– Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira: PAB**, Brasília: EMBRAPA, v.37, n.03, p. 281-288, mar. 2002.

CARNEIRO, J. S. Testes de sanidade de sementes de essências florestais. In: SOAVE, J. & WETZEL, M. M. V. S. **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. p.386-394.

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

CARNEIRO, J. S. Qualidade sanitária de sementes de espécies florestais em Paraopeba, MG. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, p 75-76, 1990.

CARNEIRO, M. R. B. **A flora medicinal do Centro Oeste do Brasil: Um estudo de caso com abordagem etnobotânica em campo limpo de Goiás**. 243f. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente). UniEvangélica. Anápolis, 2009.

CARVALHO, P. E. R. Comparação de espécies nativas, em plantio em linhas em capoeira, na região de Irati-PR – Resultados aos 7 anos. **Pesquisa Florestal**, Curitiba (5): 53-68, 1982.

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

CARVALHO, A. P. F. et al. Variações sazonais nas concentrações de pigmentos e nutrientes em folhas de espécies de cerrado com diferentes estratégias fenológicas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.1, p.19-27, 2007.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica. Colombo, PR: EMBRAPA Florestas, 2003, v.1, 1039 p

COUTINHO, W. M. et al. Efeitos de hipoclorito de sódio na germinação de conídios de alguns fungos transmitidos por sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n° 3, p. 552-555, 2000.

CORDER, M. P. M.; JUNIOR, N. B. Desinfestação e quebra de dormência de sementes de *Acacia mearnsii* Wild. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9,n.2 p.1-7, abr./jun.1999.

CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

CQFS - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC**. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 394p.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad). Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, 65: 22-29. 2004

CHAVES, A. R. M. et al. Seasonal changes in photoprotective mechanisms of leaves from shaded and unshaded field-grown coffee (*Coffea arabica* L.) trees. **Trees**, v.22, p.351- 361, 2008.

DAVIDE A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. **A Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 1 ed., 2008. cap. 2, p. 83-124.

DEMMIG-ADAMS, B.; ADAMS, W. W. Photoprotection in an ecological context: the remarkable complexity of thermal energy dissipation. **New Phytologist**, v.172, p.11-21, 2006.

DYMOVA, O. V.; GOLOVKO, T. K. Pigment apparatus in *Ajuga reptans* plants as affected by adaptation to light growth conditions. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.54, n.1, p.39-45, 2007.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1989.

ENGELSJORD, M.E.; FOSTAD, O.; SINGH, B.R. Effects of temperature on nutrient release from slow-release fertilizers. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 46, p. 179-187, 1997.

FAIAD, M. G. R. et al. Efeito do hipoclorito de sódio sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillet. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 19, n. 1, p. 14-17, 1997.

FARIA, W. S.; GAÍVA, H. N.; PERIRA, W. E. Comportamento de cinco genótipos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) na fase de germinação e de crescimento de mudas, sob diferentes sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 458-462, 2002.

FELIPPI, M. **Morfologia e silvicultura de espécies arbóreas da Floresta Estacional Decidual**. 2010, 211f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

FENNER, M.; THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 250 p.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização de física de substratos**. 89 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERREIRA, F. A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: UFV, SIF, 1989. 570 p.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 324.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises estatísticas e ensino de estatística. **Revista Symposium**, 2008.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 413-423, 2011.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília, DF: Abrates, 1993. cap. 4, p. 137-174.

FITTER, A. Characteristics and functions of root systems. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. (Eds.) **Plant roots: the ridden half**. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p.1-20.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FRASSETO, E. G.; MENEZES, N. L. Influência da temperatura de germinação, da abertura dos frutos e da embalagem na viabilidade de sementes de canjerana (*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.) – MELIACEAE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10, 1997, Brasília. **Informativo Abrates**. Brasília, 1997. v. 7, n. 1/2. p. 213.

GANDOLFI, S. **História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil)**. 2000, 520 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2000.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Produção de mudas de eucalipto por sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.29, n. 242, p. 14-22, 2008.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais** (Propagação sexuada). Cadernos didáticos, 72. Viçosa: UFV, 1ª ed., 2011. 116p.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 309-350.

GUNES, A. et al. Silicon mediated changes on some physiological and enzymatic parameters symptomatic of oxidative stress in barley grown in sodic-B toxic soil. **J. Plant Physiol.**, v. 164, p. 807-811, 2007.

HAASE, D. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. **Tree Planter's Notes**. United States: Department of Agriculture/ Forest Service, v. 52, n. 2, p. 24-30, 2008.

HISCOX, J. D.; ISRAELSTAM, G. F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Can. J. Bot.** 57, 1979, 1132 e 1334.

INOUE, M. T. Indução à deiscência de frutos de *Cabralea* sp. **Floresta**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 14-18, 1978.

JACOBS, D. F.; LANDIS, T. D. Fertilization. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Eds.). **Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries**. Agriculture Handbook 730. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, vol.1, 2009. p. 201-215.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. New York: Academic Press, 1991. 657p.

KNAPIK, J. G. et al. Produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) e *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radl. (Vacum) sob diferentes regimes de adubação. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo: n. 51, 2005.

KRATZ, D. **Substratos renováveis para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et cunha e *Mimosa scabrella* Benth**. Curitiba: UFPR, 2011. 118 f. Dissertação (Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, PR, 2011.

LANDIS, T. D. Containers: types and functions. In: LANDIS, T. D. et al. **The container tree nursery manual**, v. 2. Agriculture Handbook. 674. Washington, DC: U.S., Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 1-40.

LANG, M. J. **Ação do uso de fertilizantes de pronta e lenta disponibilidade na formação de mudas e crescimento inicial de *Peltophorum dubium* Spreng. Taub e *Parapiptadenia rigida* Vell.** 2007. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2007.

LAZAROTTO, M.; MUNIZ, M. F. B; SANTOS, A. F. Detecção, transmissão, patogenicidade e controle químico de fungos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 2, p. 134-139, 2010.

LAZAROTTO, M. et al. Sanidade, transmissão via semente e patogenicidade de fungos em sementes de *cedrela fissilis* procedentes da região sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 493-503, jul.-set., 2012.

LAZAROTTO, M. et al. Qualidade fisiológica e tratamentos de sementes de *Cedrela fissilis* procedentes do Sul do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.2, p.201-210, 2013.

LELES, P. S. S. et al. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Revista Floresta e Ambiente**, V.13, n.1, p. 69 - 78, 2006.

LEXENGEL, V.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods Enzymol** 148:350–382, 1987.

LICHTENTHALER, H. K.; BURKART, S. Photosynthesis and high light stress. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, 25, 3-16, 1999.

LICHTENTHALER, H. K.; BABANI, F. Differences in pigment composition, photosynthetic rates and chlorophyll fluorescence images of sun and shade leaves of four tree species. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 45, n. 8, p. 577-588, 2007.

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

LONGHI, R. A. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do Sul**. Porto Alegre: Editora L&PM, 1995. 176 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa, São Paulo: Plantarum, 2002. v. 1. 378 p.

LUNA, T.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K. Containers. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Eds). **Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries**. Nursery management. Agriculture Handbook 730. Washington. D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Vol.1, 2009. p. 95-111.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes fundamentos e aplicações**. Brasília: MEC / ESAL / FAEPE, 1988. 106p.

MACIEL, C. G. et al. Detecção, transmissão e patogenicidade de fungos em sementes de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 4, p. 323-328, 2012.

MACIEL, C. G. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 75, p. 331-338, jul./set. 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2006.

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

MARTINS NETTO, D. A. M.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 75-80, 1995.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: Ed. da UFV, 2007. 469 p.

MATTEI, V. L. Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por sementeira direta. **Ciência Florestal**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 1999.

MELO, B.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Doses crescentes de fertilizantes de liberação lenta gradual na produção de mudas de cafeeiro. **Bioseleção**, v. 17, n. 1, p. 97-113, 2001.

MESQUITA C. A. B. et al. **Mosaicos florestais sustentáveis : monitoramento integrado da biodiversidade e diretrizes para restauração florestal– Rio de Janeiro** : Instituto BioAtlântica, (Cadernos do Diálogo ; v. 3). 2011. 44 p.

MEXAL, J. G.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM: PROCEEDINGS COMBINED MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. **Proceedings...** Oregon: USDA, 1990. cap. 3. p. 17-37.

MORAES NETO, S. P. et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p.779-789, 2003.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 83 p.

MOSCHETA, I. S. **Morfologia e desenvolvimento dos frutos, sementes e plântulas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Guarea kunthiana* A. Juss. e *Trichilia catigua* A. Juss. (Meliaceae-Melioideae)**. 1995. 160f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

MUNIZ, M. F. B.; SILVA, L. M.; BLUME, 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.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v.403, p. 853-858. 2000

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 49-86.

NETO, S. P. M. et al. Fertilização de mudas de espécies arbóreas nativas e exóticas. **Revista Árvore**, vol.27 n° 2, Viçosa Mar./Abr. 2003.



NOVAES, A. B. et al. Comportamento de mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua e em dois tipos de recipientes, 24 meses após o plantio. **Floresta**, Curitiba, v. 1, n. 31, p. 62-71, 2001.

OLIVEIRA, J. G.; ALVES, P. L. C. A.; MAGALHÃES, A. C. The effect of chilling on the photosynthetic activity in coffee (*Coffea Arabica* L.) seedlings. The protective action of chloroplastid pigments. **Braz. J. Plant Physiol.**, 14 – 89-98, 2002.

ORTEGA, L. S. de. Temperamento de luz de los arboles del alto Paraná y potencial de regeneración forestal. **Ka'a guy**, Assunción, v. 11, n. 1, p. 16-20, 1995.

PAIVA, C. L.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 134-140, 2003.

PENSAF. **Plano nacional de silvicultura com espécies nativas e sistemas agroflorestais**. Brasília: MMA/MAPA/MDA/MCT, 2006. 38 p.

PINTO, L. P. et al. A Mata Atlântica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica, 2009. p. 6-10.

PIZO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. Interactions between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabrlea canjerana* (Meliaceae), in the Atlântical Forest of Southeast Brazil. **American Journal of Botany**. v. 85, p. 665- 674. 1998.

PRADO, C. H.; CASALI, C. A. **Fisiologia vegetal: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral**. Barueri, SP, Editora Manole, 2006, 466 p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**, 7. ed.. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2007. 738p.

REIS, B. E. Crescimento e qualidade de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.) em resposta à adubação com potássio e enxofre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 389-396, abr.-jun., 2012.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e abastecimento, 1988. 525 p.

RESENDE, M. L. V.; PÁDUA, M. A.; TOYOTA, M. Manejo de doenças associadas a viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, p. 80-89.

RIO GRANDE DO SUL. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Porto Alegre; Santa Maria: SEMA/DEFAP, v. 1, 2002. 706p.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K. et al. Assessing plant quality. **Seedling Processing, Storage, and Outplanting**. Vol. 7, Agriculture. Handbook. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2010. 200p.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. 1. ed. São Paulo: LERF/ESALQ :Instituto BioAtlântica, 2009. v. 1. 256 p

ROSA, L. dos S. et al. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber Ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 52, p. 87-98, jul./dez. 2009.

ROSSA, Ü. B. et al. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 491-500, 2011.

ROSSA, Ü. B. et al. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 93 - 104, jan./mar. 2013.

ROSE, R.; CARLSON, W. C.; MORGAN, P. The target seedling concepts. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM: PROCEEDINGS COMBINED MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Oregon. **Proceedings...** Oregon: USDA, 1990. cap. 1. p. 13-17.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed, implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153. 2009.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004. 248p.

SANTOS, M. de F. et al. Fungos associados às sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 1, p. 135-139, 1997.

SANTOS, C. B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SANTOS A. F, MEDEIROS A. C. S, SANTANA D. L. Fungos associados a espécies arbóreas da Mata Atlântica. Colombo: Embrapa-CNPq. **Boletim de Pesquisa Florestal**, 2001; 42:57-70.

SERRANO, L. A. L., et al. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura** 28.3, 2006 :p. 487-491.

SOARES, M. S. et al. Triterpeno e Limonóides isolados dos frutos de *Cabralea canjerana*. In: XXVI REUNIÃO ANUAL SOBRE EVOLUÇÃO, SISTEMÁTICA E ECOLOGIA MICROMOLECULARES, p.23. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2004.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica - Período 2008-2010**. São Paulo, 2011.122 p.

SOUZA-SILVA, J. C. et al. Desenvolvimento inicial de *Cabralea canjerana* Saldanha em diferentes condições de luz. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v.4, p. 80-89, 1999.

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

SCHMIDT, L. **Tropical Forest Seed**. New York: Springer, 2007. 409 p.

SCHUSSLER, G. **Dinâmica populacional e aspectos de regeneração natural de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (Meliaceae) em uma zona de contato entre as florestas ombrófilas montanas, RS**. 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)– Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SCHULTZ, V. S.; SANTOS, A. F. dos; MEDEIROS A. C. S. Qualidade sanitária de sementes de pau-cigarra (*Senna multijuga*). **Boletim de Pesquisa Florestas**, Colombo, n. 47, p. 123-128, 2003.

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; RADMANN, E. B. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação do porta-enxerto 'Trifoliata'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 520-523, 2004.

SGARBI, F. et al. Influência da aplicação de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de um clone de *Eucalyptus urophylla*. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 2., 1999, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: IPEF, ESALQ, 1999. p. 120-125.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. cap. 7. p. 125-150.

TAIZ, L. ; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 345p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 67-190.

VALLONE, H. S. et al. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1327-1335, 2009.

VIDAL, M. D. **Potencial fisiológico e tamanho de sementes de abóbora**. 2007, 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

VIDAL, C. Y. **Transplante de plântulas e plantas jovens como estratégia de produção de mudas para a restauração de áreas degradadas**. 2008, 171 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Universidade de São Paulo, Piracicaba 2008.

WALKER C. et al. Transmissão e Patogenicidade de *Phomopsis* sp. Associadas às Sementes de Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* Benth.). **Floresta e Ambiente**, abr./jun.; 20(2): p. 216-222, 2013.

WENDLING, I.; DELGADO, M. E. Produção de mudas de araucária em tubetes. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8p. (Embrapa Florestas. **Comunicado técnico**, 201).

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 184 p.

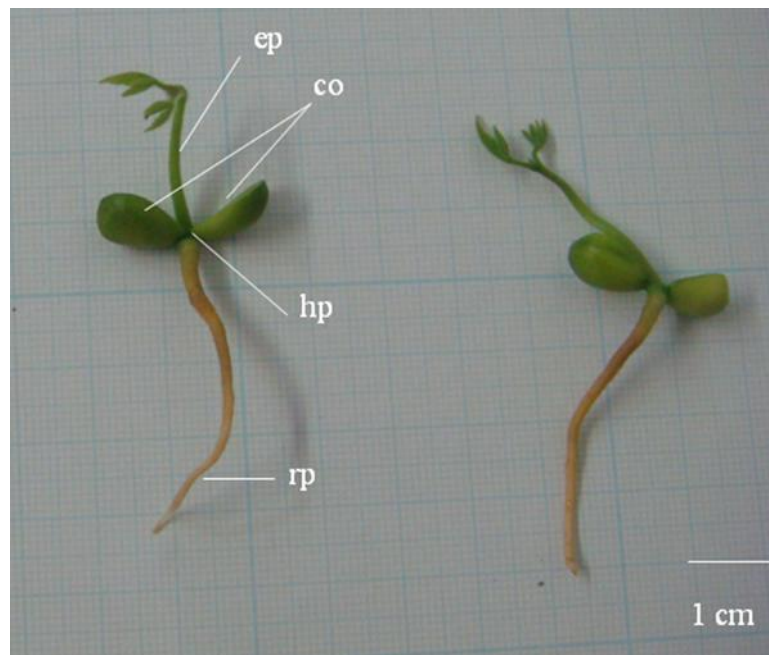
ZANELLA, F.; SONCELA, R.; LIMA, A. L. S. Crescimento e acúmulo de pigmentos fotossintéticos em mudas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) formadas sob diferentes níveis de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, 2006, 30: 880-884.

ZANON, A.; CARPANEZZI, A. Armazenamento de sementes de *Cabralea* sp.: resultados preliminares. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, 1993, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura / Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993. v. 1, p. 223-224.



## APÊNDICES

Apêndice 1 – Aspectos morfológicos de plântulas de *C. canjerana* observadas no teste de germinação. Onde: ep – epicótilo; co - cotilêdones; hp - hipocótilo; e rp - raiz primária.



Apêndice 2 – Detalhes do plantio a campo de *C. canjerana*, A - abertura das covas com auxílio de um perfurador de solo; B - covas circulares (0,02m<sup>3</sup>); C - abertura das covas para adubação (10 cm de distância da planta); D - fertilização de cobertura (NPK).





Apêndice 3 – Localização do plantio a campo de mudas de *C. canjerana*, A - vista aérea do Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal (DCFL/UFSM); B - localização no campo, bloco 1, 2 e 3; e C - bloco 4 e 5.



Apêndice 4 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) dos fungos *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Pestalotia* sp., *Phomopsis* sp. e *Trichoderma* sp. em diferentes tratamento de sementes, no teste de sanidade em sementes de *C. canjerana*.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios (significância)					
		<i>Penicillium</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Pestalotia</i> sp.	<i>Phomopsis</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.
Assepsia	4	7606,8*	1881,2*	61,20 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	2332,8*
Resíduo	-	35,47	143,47	21,87	1,60	1,60	20,27
CV (%)	-	15,59	45,37	67,93	52,7	52,7	41,68
Média geral	-	38,2	26,4	3,6	1,62	1,62	10,8

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade; \*F significativo a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

Apêndice 5 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para a porcentagem de germinação (%) e o índice de velocidade de germinação (IVG) em diferentes tratamento de sementes e substratos, no teste de germinação de sementes de *C. canjerana*.

Fonte de variação	Gl	Quadrados médios (significância)	
		G (%)	IVG
Assepsia	4	1488,4*	0,1765*
Substrato	2	4,27	0,0098 <sup>ns</sup>
Assepsia*substrato	8	86,6 <sup>ns</sup>	0,0264*
Resíduo	-	85,69	0,0123
CV (%)	-	11,85	16,95
Média geral	-	78,13	0,65

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade; \*F significativo a 5% de probabilidade; CV = Coeficiente de variação.

Apêndice 6 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC das mudas de *C. canjerana* em diferentes recipientes e doses do fertilizante de liberação controlada (FLC), aos 210 dias após semeadura.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios (significância)		
		H	DC	H/DC
Tubete	1	42,0156*	11,6620*	0,4179 <sup>ns</sup>
Dose FLC	5	396,6920*	29,2124*	3,6612*
Tubete * FLC	5	42,4684*	2,8200*	0,5008 <sup>ns</sup>
Resíduo		5,5880	0,7996	0,4693
CV (%)		22,17	23,09	24,43
Média geral		10,66	3,87	2,80

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade; \* F significativo a 5% de probabilidade; CV(%) = Coeficiente de variação.

Apêndice 7 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), área foliar (AF) e comprimento radicular (CR) das mudas de *C. canjerana* em diferentes recipientes e doses do fertilizante de liberação controlada (FLC), aos 210 dias após semeadura.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios (significância)					
		MSPA	MSR	MST	IQD	AF	CR
Tubete	1	0,5179*	0,1610 <sup>ns</sup>	1,2639*	0,0786*	2167,872*	743,4789*
Dose FLC	5	0,4108*	0,3159*	1,4258*	0,0842*	4389,887*	1266,6706*
Tubete * FLC	5	0,0559 <sup>ns</sup>	0,0583 <sup>ns</sup>	0,2281 <sup>ns</sup>	0,0151 <sup>ns</sup>	533,984 <sup>ns</sup>	159,2385 <sup>ns</sup>
Resíduo		0,0388	0,0398	0,2972	0,0103	358,782	144,8094
CV (%)		48,96	44,33	44,56	43,26	43,01	32,56
Média geral		0,4025	0,4500	0,8516	0,2341	44,045	36,96

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade; \* F significativo a 5% de probabilidade; CV(%) = Coeficiente de variação.

Apêndice 8 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para os parâmetros morfológicos altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação H/DC das mudas de *C. canjerana* em diferentes sombreamentos (0; 18; 50 e 70%), aos 180 e 360 dias após o plantio a campo.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios (significância)		
		H	DC	H/DC
Bloco	4	392,80*	52,11*	3,80*
Sombreamento	3	917,70*	85,20*	3,56*
Tempo	5	6226,54*	1261,97*	2,98*
Sombreamento*Tempo	15	143,67*	0,8879 <sup>ns</sup>	0,7381*
Resíduo	-	59,00	8,009	0,4272
CV (%)	-	32,57	30,55	24,24
Média geral	-	23,58	9,26	2,68

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade; \* F significativo a 5% de probabilidade; CV(%) = Coeficiente de variação.

Apêndice 9 – Resultado da Análise de Variância (Quadrado médio) para clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total, relação *a/b*, carotenoides em mudas de *C. canjerana* em diferentes sombreamentos (0; 18; 50 e 70%), em função dos períodos de avaliação, no plantio a campo.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios (significância)				
		Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>	Clorofila total	Relação <i>a/b</i>	Carotenoides
Sombreamento	3	0,9909*	0,079*	1,6350*	0,097 <sup>ns</sup>	0,0429*
Tempo	1	0,0067*	0,0007*	0,0117*	0,5859*	0,0308*
Somb*Tempo	3	0,1383*	0,0012 <sup>ns</sup>	0,1352*	1,7450*	0,0055*
Resíduo	-	0,0013	0,0004	0,0022	0,0735	0,00006
CV (%)	-	3,65	7,83	3,74	7,04	2,18
Média geral	-	0,9883	0,2621	1,2479	3,8488	0,3508

<sup>ns</sup> F não-significativo a 5% de probabilidade; \* F significativo a 5% de probabilidade; CV(%) = Coeficiente de variação.