

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

Daniele Rodrigues Gomes

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE DIÁSPOROS, PRODUÇÃO DE
MUDAS E DESENVOLVIMENTO INICIAL A CAMPO DE
Balfourodendron riedelianum (ENGL.) ENGL.**

Santa Maria, RS
2016

Daniele Rodrigues Gomes

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE DIÁSPOROS, PRODUÇÃO DE MUDAS E
DESENVOLVIMENTO INICIAL A CAMPO DE *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.)
ENGL.**

Tese apresentada ao Curso 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 **Doutora em Engenharia Florestal**.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Maristela Machado Araujo

Santa Maria, RS
2016

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

Rodrigues Gomes, Daniele

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE DIÁSPOROS, PRODUÇÃO DE MUDAS E DESENVOLVIMENTO INICIAL A CAMPO DE *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL. / Daniele Rodrigues Gomes.- 2016.

117 p.; 30 cm

Orientadora: Maristela Machado Araujo

Coorientadores: Marlove Fátima Brião Muniz, Lia Rejane Silveira Reiniger

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2016

1. Guatambú 2. Dormência de sementes 3. Armazenamento de sementes 4. Manejo Hídrico 5. Plantio a Campo I. Machado Araujo, Maristela II. Fátima Brião Muniz, Marlove III. Rejane Silveira Reiniger, Lia IV. Título.

©2016

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

Daniele Rodrigues Gomes

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE DIÁSPOROS, PRODUÇÃO DE MUDAS E
DESENVOLVIMENTO INICIAL A CAMPO DE *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.)
ENGL.**

Tese apresentada ao Curso 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 **Doutora em Engenharia Florestal**.

Aprovado em 15 de agosto de 2016:

Maristela Machado Araujo, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Diniz Fronza, Dr. (UFSM)

Marcio Carlos Navroski, Dr. (UDESC)

Rejane Flores, Dra. (IFFarroupilha)

Ubirajara Russi Nunes, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2016

Dedico este estudo às pessoas mais importantes da minha vida:
meus pais, João e Neuza, meus irmãos Danilo e Diogo, e namorado Jean,
que confiaram no meu potencial para esta conquista.
Não conquistaria nada se não estivessem ao meu lado.
Obrigada, por estarem sempre presentes a todos os momentos,
me dando carinho, apoio, incentivo, determinação, fé,
e principalmente pelo Amor de vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é reconhecer que sozinhos não somos capazes.

À Deus, Pai todo poderoso, centro e o fundamento de tudo em minha vida, por renovar a todo momento a minha força, disposição e pelo discernimento concedido ao longa dessa jornada.

Durante estes três últimos anos muitas pessoas participaram da minha vida. Algumas já de longas datas, outras mais recentes. Dentre estas pessoas algumas se tornaram muito especiais, cada uma ao seu modo, seja academicamente ou pessoalmente; e seria difícil não mencioná-las.

Ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, que proporcionou minha formação. À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível) pela concessão da bolsa que foi de grande ajuda para a realização deste estudo.

A professora e orientadora, Dr^a. Maristela Machado Araujo pela oportunidade, pelas suas correções e os conhecimentos repassados durante todo o desenvolvimento do estudo.

Aos integrantes da banca de qualificação e defesa, pela disponibilidade e contribuições para melhoria desta pesquisa.

Aos meus familiares que tanto me apoiam e me incentivaram nesta jornada em busca de novos horizontes. Aos meus pais, João David e Neuza que sempre me motivaram, entenderam a minha ausência, momentos de reclusão e por me mostrar o quanto era importante estudar, mesmo não tendo a mesma oportunidade no passado. Os meus irmãos Danilo e Diogo que mesmo estando a alguns milhares de quilômetros de distância, sempre me torceram por mim.

Ao meu namorado Jean, que amo partilhar a vida, o meu agradecimento mais que especial, por ter vivenciado comigo todos os detalhes deste trabalho, ter me ajudado durante a coleta, por ter me dado todo o apoio que necessitava nos momentos difíceis, todo carinho, respeito, por ter me aturado nos momentos de estresse, e por tornar minha vida cada dia mais feliz.

As minhas queridas e lindas amigas Claudia, Suelen, Patrícia e Thairini que sempre estiveram ao meu lado dispostas a me ajudar durante esse período de esforços e correria, me apoiando, principalmente, me dando força para concluí-la.

A minha gratidão, a Claudia e Camila Maydana por beneficiarem os frutos (diásporos) de guatambu, vocês deram o pontapé inicial para que eu pudesse dar continuidade a minha pesquisa, principalmente pelos 5 Kg de frutos que não germinaram.

E como esquecer da minha querida Suelen, “Sombra”, obrigada por você existir, uma amiga-irmã que encontrei nessa cidade. Obrigada pelos incentivos na parte experimental seja durante o dia ou noite, finais de semana e feriados. Por acreditar que tudo daria certo no final, mesmo quando a esperança era quase nula. Pelo ouvido que escutou tantas reclamações e pelas palavras doces que amenizavam o desânimo.

Aos amigos Camila Andrzejewski, Jessé e Rafael Callegaro agradeço muito a vocês não só pela ajuda profissional, como também pela ajuda pessoal, por me receberem tão bem, ensinar e explicar expressões do Sul, pela companhia na hora do chimarrão, e por vocês terem sido meus amigos em um ambiente novo para mim. Obrigada de verdade!

Aos meus amigos de sempre Brunela, Lucas, Huezer, Maiara, Rômulo e Wesley amigos especiais que seguiram seus destinos, mas sempre aparecem quando é preciso.

O meu reconhecimento aos funcionários Élio e Gervásio pela atenção, disponibilidade e amizade por estarem sempre dispostos a me ajudar nos momentos mais angustiantes, sou grata a vocês por tudo que fizeram por mim.

Ao seu Luiz e dona Márcia, por toda ajuda na coleta dos frutos, pela refeição feita com tanto carinho, pelas palavras de apoio, conselhos e sugestões para me aquecer no inverno rigoroso do Sul.

Aos novos amigos e colegas que conheci da Tecnologia por intermédio do Jean, Camila, Fernanda, Fernando, Franciely, Gabriel, prof. Gelson, Jéssica, Marcello, Raviel, Rafael, dona Regina e Vera, agradeço por terem me recebido tão bem.

O meu muito obrigada, a **TODOS!**

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade”

(Albert Einstein)

RESUMO

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE DIÁSPOROS, PRODUÇÃO DE MUDAS E DESENVOLVIMENTO INICIAL A CAMPO DE *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL.

AUTORA: Daniele Rodrigues Gomes
ORIENTADORA: Maristela Machado Araujo

Balfourodendron riedelianum da família Rutaceae é uma espécie florestal nativa com valor madeireiro, sendo utilizada na fabricação de móveis de luxo, construção civil, entre outros. Além disso, a espécie é indicada para uso medicinal, inseticida, paisagismo e recuperação de áreas ripárias. Apesar da importância desta espécie, há escassez de estudos em relação à tecnologia de sementes, à irrigação na produção de mudas e crescimento inicial a campo. Nesse sentido, foram coletados diásporos da espécie em Nova Palma (RS), em 2013 e 2015, após beneficiados e divididos em amostras para a realização dos testes. O estudo foi dividido em três capítulos, no Capítulo I - foi mensurado a biometria, tratamentos pré-germinativos e substratos para germinação de diásporos de *B. riedelianum*; sendo utilizado uma amostra do lote de 2013 para caracterização física, por meio do peso de mil sementes (PMS), teor de água (TU) e biometria, além do teste de germinação (G%) em diferentes substratos após superação da dormência. As dimensões dos diásporos de *B. riedelianum* apresentam em média, 18,59; 9,03 e 9,38 mm de comprimento; largura e espessura, respectivamente. A dormência foi superada pela imersão em água fria (8 ± 2 °C), por 48 horas e germinação pode ser conduzida em substrato vermiculita. No Capítulo II - foram realizados dois experimentos, no primeiro, foi avaliado a qualidade dos diásporos coletados em 2013 que foram armazenados durante dois anos em câmara fria e úmida, sendo retiradas amostras para testes de TU, G% e sanidade, no segundo foi avaliado no lote coletado em 2015 a desinfestação dos diásporos na incidência de fungos e na germinação. Os diásporos de *B. riedelianum* mantiveram-se viáveis durante 12 meses sob as condições de armazenamento, e a desinfestação com Orthocide® é indicado, tendo em vista, que proporcionou elevada G% e IVG. Os gêneros *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp. foram detectados em ambos os experimentos. No Capítulo III – foi identificado a lâmina de irrigação necessária para otimizar o crescimento das mudas de *B. riedelianum*, e avaliado seu crescimento inicial a campo. Foram utilizadas combinações entre as lâminas 4, 8 e 12 mm dia⁻¹, que após 180 dias de aplicação do manejo hídrico realizou-se avaliações da sobrevivência (Sob), altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Os tratamentos descritos no experimento do viveiro foram conduzidos a campo, que aos 450 dias após o plantio foram avaliados em relação a H, DC, MSA, área foliar e comprimento radicular, teor de clorofila e fluorescência da clorofila *a*. As lâminas influenciaram no crescimento das mudas de *B. riedelianum*, na fase de viveiro, o que foi confirmado no campo. Mudas de *Balfourodendron riedelianum* podem ser produzidas, inicialmente, com lâmina de irrigação de 4 mm dia⁻¹, a qual deve ser alternada para 12 mm dia⁻¹ a partir dos 60 dias, permanecendo assim até o final da produção.

Palavras-chave: Guatambú. Dormência de sementes. Armazenamento de sementes. Manejo Hídrico. Plantio a Campo.

ABSTRACT

DIASPORES PHYSIOLOGICAL QUALITY, SEEDLING PRODUCTION AND FIELD INITIAL DEVELOPMENT OF *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL.

AUTHOR: Daniele Rodrigues Gomes

ADVISOR: Maristela Machado Araujo

The *Balfourodendron riedelianum* of the family Rutaceae is a native forest species with timber value and is used in the manufacture of luxury furniture, construction, and so forth. Moreover, the species is suitable for medical use, insecticide, landscaping and recovery riparian areas. Despite the importance of this species, there are few studies in relation to seed technology, irrigation in the production of seedlings and field early growth. In this sense, species diaspores were collected in Palma Nova (RS), in the years of 2013 and 2015, and further processed and divided into samples for testing. The study was divided into three articles, in Article I – measurement of biometrics, pre-germination treatments and substrates for the germination of *B. riedelianum* diaspores; by using a sample of 2013 for physical characterization, through the weight of a thousand seeds (PMS), water content (TU) and biometrics, besides the germination test (G%) on different substrates after breaking dormancy. The dimensions of the *B. riedelianum* seeds had on average, 18.59; 9.03 and 9.38 mm in length; width and thickness, respectively. The dormancy was broken by immersion in cold water (8 ± 2 ° C) for 48 hours and germinating was conducted on vermiculite substrate. Article II – In the first, two experiments were carried out, the quality of the seeds collected in 2013, which have been stored for two years in cold and humid chamber was evaluated and sampled for TU testing, G% and sanity, and the second evaluated in the lot collected in 2015 the disinfestation of the seeds in the incidence of fungi and germination. Diaspores of *B. riedelianum* remained viable for 12 months under storage conditions, and disinfection with Orthocide® is indicated in order that provided high G% and IVG. The genus *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. and *Penicillium* sp. were detected in both experiments. Article III - identified water depth required to optimize the growth of seedlings of *B. riedelianum*, and evaluated its initial field growth. Combinations were used of heads between 4, 8 and 12 mm day⁻¹, after 180 days of water management application survival evaluation were performed, height, stem diameter, dry mass air, root dry weight and quality index Dickson. The treatments described in the vivarium were conducted in the field, which 450 days after planting were evaluated in relation to H, DC, MSA, leaf area and root length, chlorophyll content and chlorophyll a fluorescence. The head influenced the growth of seedlings of *B. riedelianum*, in the vivarium stage, which was confirmed in the field. Seedlings of *Balfourodendron riedelianum* can be produced initially with water depth of 4 mm day⁻¹, which must be switched to 12 mm day⁻¹ after 60 days and remain so until the end of production.

Keywords: Guatambú; Seed Dormancy. Seed Storage. Water Management. Seeding the Field.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1 - Frequência, média (X), desvio padrão (S), curtose (Curt.) e normalidade (Norm.) do comprimento (A), da largura (B) da espessura (C) dos diásporos de *Balfourodendron riedelianum*. 54

Figura 2 - Plântulas de *Balfourodendron riedelianum* obtidas no teste de germinação: A - Plântulas normais; B - Plântula normal com raiz primária (Rp), hipocótilo (hp), cotilédones abertos (Co), Epicótilo (Ep), protófilo e primeiro par de folhas (P); C – Plântulas anormais com raiz primária atrofiada (I), ausência da raiz primária (II), raiz primária desproporcional em relação às outras estruturas da plântula (III), raiz primária curta, grossa e com geotropismo negativo (IV), ausência de raiz primária definida e desproporcional a parte aérea (V). (Barras: 2cm). 58

ARTIGO 3

Figura 1 - Precipitação (pp), temperatura média mensal (T Med), temperatura máxima mensal (T Max) e temperatura mínima mensal (T Min) durante o período de produção de mudas e condução do plantio a campo, registrados no Município de Santa Maria, RS. Fonte: BDMET/INMET (2016). 82

LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE A** - Diásporo maduro com ala e desalado, após beneficiamento, de *Balfourodendrom riedelianum* utilizado para condução dos testes em laboratório e para produção de mudas em viveiro. 111
- APÊNDICE B** - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) para as variáveis germinação (Germ.), índice de velocidade de germinação (IVG), plântula anormal (PA) e diásporos duros (DD) na caracterização fisiológica em diásporos de *B. riedelianum*. 111
- APÊNDICE C** - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) para as variáveis teor de água (TU), germinação (Germ.), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca (MSP) e comprimento da plântula (Comp.) durante o armazenamento de diásporos de *B. riedelianum* em câmara fria e úmida. 112
- APÊNDICE D** - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) dos fungos *Fusarium* sp., *Pestalotia* sp., *Mucor* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp. no teste de sanidade durante o armazenamento de diásporos de *B. riedelianum* em câmara fria e úmida. 112
- APÊNDICE E** - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) para as variáveis germinação (Germ.), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca (MSP) e comprimento da plântula (Comp.) em diferentes métodos de desinfestações de diásporos de *B. riedelianum*. 112
- APÊNDICE F** - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) dos fungos *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Periconia* sp., *Alternaria* sp., e *Colletotrichum* sp. em diferentes métodos de desinfestação de diásporos de *B. riedelianum* no teste de sanidade. 113
- APÊNDICE G** - Emergência de *Balfourodendron riedelianum* em casa de vegetação, no Viveiro Florestal, Santa Maria (RS). (Fonte: GOMES, 2013). 113
- APÊNDICE H** - Avaliação da uniformidade da irrigação nas linhas de irrigação, para produção de mudas de *B. riedelianum*, na fase de viveiro, Santa Maria. (Fonte: GOMES, 2014). 114
- APÊNDICE I** - Distribuição das lâminas, horários e duração de cada aplicação das irrigações em mudas de *B. riedelianum*, Santa Maria, RS, 2014. 114
- APÊNDICE J** - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) em percentagem e suas classificações, para cada setor de irrigação. 115
- APÊNDICE K** - Mudanças de *B. riedelianum* cobertas com lonas plásticas transparentes em dias chuvosos, durante a fase de viveiro. 115
- APÊNDICE L** - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) para sobrevivência (Sobr.%), os parâmetros morfológicos altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca aérea (MSA) e massa seca radicular (MSR) de mudas de *B. riedelianum* produzidas em diferentes combinações de lâminas de irrigação, na fase de viveiro. 116
- APÊNDICE M** - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) para sobrevivência (Sobr.%), os parâmetros morfológicos incremento em altura da parte aérea (Inc.H), incremento em diâmetro do coleto (Inc.DC), massa seca aérea

(MSA), área foliar (AF), índice de clorofila (*a* e *b*), eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR) de mudas de *B. riedelianum* produzidas em diferentes combinações de lâminas de irrigação no viveiro, aos 450 dias após o plantio a campo. 116

APÊNDICE N - Correlações entre as variáveis: sobrevivência (Sob.), altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), aos 180 dias de mudas de *B. riedelianum* produzidas sob diferentes combinações de lâminas na fase de viveiro; sobrevivência (C_Sob.), incremento em altura da parte aérea (C_Inc.H), incremento em diâmetro do coleto (C_Inc.DC), massa seca aérea (C_MSA), área foliar (C_AF), índice de clorofila (C_Clor.*a* e C_Clor.*b*), eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (C_ F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (C_ETR) aos 450 dias de mudas de *B. riedelianum* após o plantio a campo. 117

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- Tabela 1 - Tratamentos pré-germinativos em diásporos de *Balfourodendron riedelianum* associado a diferentes substratos por meio das variáveis: germinação e índice de velocidade de germinação (IVG)..... 56
- Tabela 2 - Tratamentos pré-germinativos em diásporos de *Balfourodendron riedelianum* associado a diferentes substratos como índice da qualidade fisiológica por meio das variáveis: plântulas anormais e diásporos duros..... 59

ARTIGO 2

- Tabela 1 - Qualidade fisiológica de diásporos de *B. riedelianum* durante armazenamento em câmara fria e úmida, Santa Maria, RS. 70
- Tabela 2 - Incidência dos gêneros de fungos (%), detectados pelo teste de sanidade, associados aos diásporos de *B. riedelianum* durante o armazenamento em câmara fria e úmida, Santa Maria, RS. 72
- Tabela 3 - Qualidade fisiológica de diásporos de *B. riedelianum* em diferentes métodos de desinfestação, Santa Maria, RS. 73
- Tabela 4 - Incidência dos gêneros de fungos (%) em diásporos de *B. riedelianum*, após a desinfestação, Santa Maria, RS. 74

ARTIGO 3

- Tabela 1 - Alternagem das lâminas aplicadas a cada 60 dias, conforme o período de produção de mudas de *Balfourodendron riedelianum* em fase de viveiro. 83
- Tabela 2 - Atributos químicos e físicos do material utilizado para preenchimento das covas no plantio de mudas de *Balfourodendron riedelianum*. 85
- Tabela 3- Análise em viveiro da sobrevivência (Sob. %) aos 180 dias, variáveis morfológicas [altura – H (cm); diâmetro do coleto – DC (mm)], massa seca da parte aérea e radicular (MSA, MSR, respectivamente em g.planta⁻¹) das mudas de *B. riedelianum*, em função de diferentes combinações de lâminas e aos 450 dias após o plantio a campo, análise da Sob. (%), incremento (Inc.) das variáveis morfológicas H e DC, MSA, área foliar (AF, cm² planta⁻¹), teor de clorofila (clor. *a* e *b*) e variáveis fisiológicas da fluorescência da clorofila *a* (rendimento quântico - Fv/Fm e taxa de transporte de elétrons –ETR)..... 88

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	25
2 REVISÃO GERAL	29
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE.....	29
2.2 QUALIDADE DE SEMENTES	30
2.3 SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA	33
2.4 SUBSTRATO PARA TESTE DE GERMINAÇÃO	35
2.5 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES	37
2.6 PRODUÇÃO DE MUDAS	39
2.7 IRRIGAÇÃO E MANEJO HÍDRICO	41
2.8 PARÂMETROS QUE DETERMINAM A QUALIDADE DE MUDAS	42
2.9 CRESCIMENTO INICIAL NO CAMPO.....	44
3 ARTIGO – BIOMETRIA E GERMINAÇÃO DE <i>Balfourodendron riedelianum</i> ENGL. ENGL.	47
3.1 INTRODUÇÃO	48
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	50
3.2.1 Caracterização do lote	50
3.2.2 Tratamentos pré-germinativos	51
3.2.3 Análise dos dados	52
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
3.3.1 Características fisiológicas	55
3.4 CONCLUSÕES	59
3.5 AGRADECIMENTOS.....	60
3.6 REFERÊNCIAS.....	60
4 ARTIGO - QUALIDADE DE DIÁSPOROS DE <i>Balfourodendron riedelianum</i> ENGL. ENGL. APÓS ARMAZENAMENTO E desinfestação	65
4.1 INTRODUÇÃO	66
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	67
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4.4 CONCLUSÕES	75
4.5 REFERÊNCIAS.....	75
5 ARTIGO - OTIMIZAÇÃO DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO DAS MUDAS DE <i>Balfourodendron riedelianum</i> (ENGL.) ENGL.	79
5.1 INTRODUÇÃO	80
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	81

5.2.1	Produção das mudas em viveiro.....	82
5.2.2	Plantio a campo.....	84
5.3	RESULTADOS	86
5.4	DISCUSSÃO.....	89
5.5	CONCLUSÃO.....	92
5.6	REFERÊNCIAS	92
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
	APÊNDICES.....	111

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil apresenta uma grande diversidade de espécies arbóreas nativas, porém com a constante exploração ao longo dos séculos, esses recursos se tornaram cada vez mais escassos, devido ao extrativismo, expansão agrícola, crescimento urbano e industrial. Este fato tem impulsionado o aumento da demanda de mudas, e conseqüentemente sua produção em viveiro, de espécies nativas, visando à recuperação de áreas alteradas, bem como, o plantio com intuito comercial.

Essa produção, no entanto, apresenta uma série de dificuldades, considerando os vários fatores que podem comprometê-la. Dentre as características que afetam a produção de espécies florestais, destaca-se o conhecimento sobre o processo germinativo das sementes, tendo em vista que, cada espécie pode apresentar respostas distintas em relação ao armazenamento, dormência e tipo de substrato adequado à germinação.

A qualidade das sementes é definida pelo somatório dos atributos físicos, genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005). Contudo, para a quase totalidade das sementes de espécies florestais os procedimentos de germinação ainda não estão padronizados nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009; MARTINS; BOVI; SPIERING, 2009). Recomendação essa que visa determinar as condições consideradas ideais para a realização dos testes de germinação (GUEDES et al., 2010).

Nesse contexto, Brasil (2013) publicou as Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais como forma complementar a RAS, sendo descritas 319 espécies, entre as quais apenas 50, apresentam padronização pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), todavia a espécie *Balfourodendron riedelianum* não se apresenta padronizada nestes documentos, o que remete a necessidade de estudos nessa linha.

Balfourodendron riedelianum (Engl.) Engl, da família Rutaceae, conhecido como pau-marfim e guatambu, espécie que apresenta potencial medicinal (VEIGA et al., 2013), madeireiro, de densidade média (LOBÃO et al., 2011), sendo indicada para fabricação de móveis de luxo e construção civil (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008), e uso como inseticida (MATOS et al., 2014). A espécie encontra-se entre os países do Paraguai (CARVALHO, 2003; TROPICOS[®], 2016), Argentina e Brasil (IUCN, 1998; RAPOPORT; HOLDEN, 1960) entre os Estados de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul (CARVALHO, 2003). O guatambu ocorre naturalmente, em solos férteis, profundos, bem drenados.

Na produção de mudas, o controle de irrigação é outra problemática, específica de cada espécie, época de produção (verão, inverno) e fase de desenvolvimento da muda, que dependem de estudos, visando melhor crescimento da planta e otimização do recurso hídrico em viveiro.

A gestão da água, na maioria dos viveiros florestais, é realizada de forma subjetiva, com base apenas na experiência pessoal do viveirista, por meio de observações visuais do estado de turgidez das folhas (INCROCCI et al., 2014; SILVA; SILVA, 2015b; TATAGIBA et al., 2015). Isso acarreta na grande quantidade de água ainda requerida para irrigação de viveiros, embora uma proporção considerável é perdida (ZHANG et al., 2015), promovendo a lixiviação de nutrientes.

Este consumo demasiado do recurso hídrico negligencia a problemática vivenciada por muitos países que sofrem com a escassez de água, servindo de alicerce para novas pesquisas, a fim de otimizar e lidar de forma mais eficiente o uso desse produto “água” (EL-GINDY; MAHMOUD; MOHAMED, 2016). O sucesso da produção de mudas, depende da interpretação do uso da água como parte de um conjunto de técnicas utilizadas para garantir a produção econômica de determinada cultura, com adequado manejo dos recursos naturais (RODRIGUES et al., 2011).

Assim, é de fundamental importância à definição de estratégias que favoreçam a produção de mudas nativas com qualidade e produtividade, em menor espaço de tempo e em condições acessíveis, principalmente aos pequenos e médios produtores rurais, haja vista ser esse o público mais interessado neste tipo de insumo de produção (CUNHA et al., 2005).

Além disso, grande parte das pesquisas relacionadas a produção de mudas limitam-se, apenas, a parâmetros comparativos no viveiro (ABREU et al., 2015), sendo poucos os estudos que avaliam o crescimento das mudas após o plantio no campo (VALLONE et al., 2009), principalmente espécies florestais nativas com crescimento lento e desuniforme, como *Balfourodendron riedelianum*. Portanto, é de suma importância o desenvolvimento de tecnologias que visem tanto a redução dos custos de produção no viveiro, como o bom desempenho no campo (BERNARDI et al., 2012).

Dessa forma, visando aumentar o número de espécies potenciais para o reflorestamento e garantir a conservação das mesmas, busca-se neste estudo avaliar aspectos relacionados à tecnologia de sementes de *Balfourodendron riedelianum*, assim como subsidiar a produção de mudas em relação às diferentes lâminas de irrigação, com a confirmação dos resultados no campo.

Como objetivos específicos, pretende-se:

- Avaliar a germinação de diásporos de *B. riedelianum* submetidos a diferentes pré-tratamentos de superação de dormência e substratos na germinação;
- Analisar a qualidade dos diásporos de *B. riedelianum* armazenados em câmara fria e úmida, e o efeito da desinfestação dos diásporos;
- Avaliar o crescimento de mudas de *B. riedelianum* no viveiro, submetidas a lâminas de irrigação variáveis ao longo do tempo, assim como a sobrevivência e crescimento inicial das mudas no campo, para confirmação dos resultados obtidos no viveiro.

2 REVISÃO GERAL

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

A família Rutaceae é constituída de cerca de 1800 espécies distribuídas em aproximadamente 156 gêneros encontrados em regiões tropicais e subtropicais do mundo (COSTA et al., 2010). Uma das principais características desta família é o aroma, que se deve pela presença de metabólitos secundários em sua composição (LOPES et al., 2013; TURNES et al., 2014). Dentre os representantes desta família destaca-se o *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler, pertencente à subfamília Toddalioideae (SILVA; PAOLI, 2006).

O *B. riedelianum* possui como sinonímia botânica os nomes de *Esenbeckia riedeliana* Engler; *Helietta multiflora* Engler, sendo conhecidas popularmente como farinha-seca, farinha-seca-branca, gramixinga, guamuxinga, guarataia, guataia, guataio, pequiá-mamão, pau-cetim e guatambu, nos Estados do PR, SC e RS (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008).

Com base na sucessão ecológica a espécie é classificada como secundária tardia (FARIAS; OLIVEIRA; FRANCO, 1995; IFEF, 2005). Nativa, porém não endêmica encontra-se naturalmente nos países do Paraguai (TROPICOS[®], 2016), Argentina e Brasil (IUCN, 1998; RAPOPORT; HOLDEN, 1960), entre os Estados de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul (CARVALHO, 2003). Ocorre nas regiões fitoecológicas da Floresta Estacional Semidecidual (QUIQUI et al., 2007), na formação Submontana, onde ocupa o estrato superior, e na Floresta Estacional Decidual (GASPER et al., 2015). Desenvolve-se em solos preferencialmente férteis, profundos e bem drenados, contudo, tolera solos pedregosos e úmidos (CARVALHO, 2003).

A árvore é caducifólia, porém presume-se que essa espécie apresenta diferentes ecótipos, adaptações a diferentes regiões climáticas, uma vez que, pode ser encontrada com frequência indivíduos com folhagem até mesmo durante a estação de repouso vegetativo (inverno). Quando adulta atinge entre 6 a 20 m de altura (H), e 30 a 50 cm de diâmetro a altura do peito (DAP), podendo em alguns casos atingir 35 m de H e 100 cm de DAP (CARVALHO, 2003, LORENZI, 2008).

O tronco é reto e cilíndrico e o fuste pode ter até 15 m de altura. A copa é larga e arredondada, com ramificação racemosa, porém, podem ser observados indivíduos com copas irregulares e achatadas. A casca externa é cinza a pardo-acinzentada com numerosas lenticelas branco-amareladas, o que é uma característica de grande importância na identificação da espécie (CARVALHO, 2003, LORENZI, 2008).

Suas folhas são compostas, trifoliadas, de fitotaxia oposta. As flores são bissexuais, de coloração branco-amarelada, reunidas em panícula terminal. Os frutos são do tipo nucáceos (tri-sâmara), indeiscentes, lenhosos, coriáceos, secos com quatro asas grandes, verticalmente radiadas, semicircular, de coloração verde quando imaturo e amarelo a acinzentado quando maduro, sendo estes dispersados pelo vento (CARVALHO, 2003). Os frutos apresentam dimensões de 5 a 25 mm por 20 a 25 mm (CARVALHO, 2004 – Apêndice A) e a semente do tipo elipsóide, com envoltório papiráceo, friável e de coloração preta, albuminosa e exarilada (SILVA; PAOLI, 2006).

O fruto apresenta dormência do envoltório, podendo ser superada colocando-os, após remoção das alas, em água durante 24 horas promovendo uma taxa de 37% de germinação (CARVALHO, 2003). Também é recomendado para a espécie, a escarificação mecânica ou estratificação como método de superação da dormência (MORI; PIÑA-RODRIGUES; FREITAS, 2012). Quando armazenados, em sacos de polietileno, em condição de ambiente não controlado, e em câmara fria, estes apresentaram germinação de 7% e 31%, respectivamente, após 12 meses de armazenamento (CARVALHO, 2003). Devido à dureza conferida pelo pericarpo à semente e a dificuldade de removê-las sem danos ao embrião, utiliza-se o fruto (diásporo), para análise de sementes e produção de mudas.

A espécie é indicada para recuperação de áreas ribeirinhas, além de apresentar potencial paisagístico e madeireiro, sendo recomendada para fabricação de móveis de luxo, e na construção civil - compensados, chapas, lâminas faqueadas decorativas, vigas, caibros, ripas, rodapés, forros, peças torneadas e artefatos decorativos em geral (BACKES; IRGANG, 2002; CARVALHO, 2003; FARIAS; OLIVEIRA; FRANCO, 1995; LORENZI, 2008).

Pesquisas realizadas com extratos e frações de folhas de *B. riedelianum* apontam seu potencial como inseticida natural para o controle lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) importante praga da cultura do milho, que causa grandes prejuízos em relação à produtividade e à qualidade do produto final (MATOS et al., 2014), uso medicinal para tratamentos gastrointestinais (VEIGA et al., 2013), fonte madeireira em sistemas agroflorestais quando associada as espécies *Ilex paraguariensis* St Hill; *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vellozo) Mattos (EIBL et al., 2000).

2.2 QUALIDADE DE SEMENTES

As sementes constituem a via de propagação mais empregada na implantação de plantios, contudo para a grande maioria das espécies nativas ainda são incipientes os estudos

sobre o método de propagação (GUEDES et al., 2009). Portanto, estudos sobre a qualidade fisiológica de suas sementes tornam-se urgentes e necessários, visando subsidiar formação de mudas para plantios racionais e a revegetação de áreas de extrativismo e preservação ambiental (GUEDES et al., 2011).

Nesse sentido, a determinação da qualidade do lote de semente por meio dos testes de germinação e vigor, servem como principais parâmetros para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes (MARTINS et al., 2012). Esses testes têm por objetivo determinar o potencial máximo de germinação do lote de sementes em condições favoráveis, para fins de semeadura e produção de mudas (BRASIL, 2009; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Para análise de sementes das espécies florestais brasileiras, a totalidade, ainda, não está padronizada pelas Regras para Análise de Sementes (RAS), sendo apenas apresentadas orientações na Instrução para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2009; BRASIL, 2013), publicações que apresentam metodologia dos testes de germinação, quanto às recomendações de tipos substratos, quantidade de água, temperatura, luz, superação de dormência, critérios de avaliação, entre outras.

Em condições padronizadas os resultados dos testes de germinação podem ser reproduzidos e comparados entre laboratórios (BRASIL, 2009). Sendo, esses métodos devem ser constantemente reavaliados mediante a aplicação de testes de referência, testes alternativos e da determinação de novas metodologias (GUEDES et al., 2010).

A qualidade, assim, pode ser vista como um padrão de excelência em determinados atributos que caracterizarão o desempenho da semente. A falta de padrões estabelecidos para análise de sementes florestais impede que seus resultados sejam utilizados para a fiscalização do comércio e a normatização da produção, bem como para o beneficiamento, armazenamento e distribuição das sementes (BRÜNING; LÚCIO; MUNIZ, 2011).

Por outro lado, a interpretação do processo germinativo ainda ocasiona divergências, sobre o momento de caracterizar uma semente germinada. Do ponto de vista botânico a germinação é definida, como o processo que se encerra com a protrusão da raiz primária (MARCOS FILHO, 2005) baseando-se, que a hidratação dos tecidos durante a embebição, desencadeia vários processos que resultam no início da mobilização de reservas, promovendo o acúmulo de solutos, e subsequente entrada de água nas células, cuja expansão culmina no alongamento embrionário (BEWLEY; BLACK, 1994). Por outro lado, do ponto de vista tecnológico é a emergência e desenvolvimento de estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (BRADBEER, 1988; BRASIL, 2009).

Conforme descrito por Brasil (2009), para que uma plântula possa ser considerada normal, esta deve apresentar todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas (parte aérea e radicular), completas, proporcionais e sadias. Dessa forma, durante a avaliação da germinação das sementes, a classificação correta das plântulas obtidas como normais ou anormais é fundamental para obtenção de resultados seguros que realmente expressem a porcentagem de germinação do lote (BRASIL, 2009).

A realização do teste do teor de água e peso de 1000 sementes devem ser conduzidos como subsídio para determinar a qualidade física desta semente. Apenas por meio da análise fisiológica e física é possível assegurar a qualidade de um lote de sementes, o que representa garantia para produtores, agricultores e comerciantes sobre sua aquisição, reduzindo os riscos de prejuízos (LIMA JR. et al., 2010).

O peso de 1000 sementes proporciona uma estimativa do tamanho das sementes presentes no lote, é utilizado para calcular a densidade de semeadura, o número de sementes por embalagem e o peso da amostra de estudo para análise de pureza (BRASIL, 2009). Cabe ressaltar, que o peso de 1000 sementes varia conforme o teor de água das sementes, dessa forma, deve ser realizado conjuntamente com o teste de umidade (BRASIL, 2009).

O teor de água é a perda de peso da semente quando a mesma é submetida à condição de redução da água, contida em sua composição em forma de vapor pela aplicação de calor sob condições controladas (BRASIL, 2009). Assim, é possível manejar corretamente as sementes para propiciar sua conservação por maiores períodos, de armazenamento (LIMA JR. et al., 2010).

Durante a produção de mudas de espécies florestais, uma série de fatores pode comprometer o empreendimento, além das características físicas e fisiológicas das sementes, deve-se também considerar a sanidade, devido ao grande número de patógenos associados às sementes e, posteriormente às mudas (MUNIZ; SILVA; BLUME, 2007). A sanidade da semente refere-se, primariamente, à presença ou ausência de agentes patogênicos, tais como fungos, bactérias, vírus, nematóides e insetos (BRASIL, 2009). As sementes podem ser contaminadas em diversos momentos, no campo durante a colheita, secagem, extração e beneficiamento, acarretando na perda da qualidade, e conseqüentemente redução da capacidade germinativa (OLIVEIRA, 2013).

No Brasil, os poucos estudos publicados têm apenas relacionado os microrganismos que ocorrem nas sementes de espécies florestais, sem avaliar, contudo, os seus efeitos sobre a germinação e desenvolvimento das plantas (MENDES; MESQUITA; MARINO, 2011). Os microrganismos que geralmente atacam as sementes podem ocasionar anormalidades bem

como chegar a deteriorá-la, ou prejudicar a germinação (PIVETA et al., 2014). Em alguns casos, os patógenos não afetam a germinação, mas a infectam sistemicamente os tecidos, reduzindo seu vigor e manifestando sintomas durante o desenvolvimento da muda (BARBOSA et al., 2012).

Dentre os gêneros mais comumente encontrados em análises de sementes de espécies florestais estão: *Aspergillus*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus* e *Trichoderma* (SANTOS; GRIGOLETTI JÚNIOR; AUER, 2000). Dessa forma, a assepsia e o uso de tratamento químico ou biológico, em sementes tornam-se importante para o estabelecimento de populações florestais, uma vez que, está poderá servir como fonte de propagação e disseminação de patógenos (LAZAROTTO et al., 2012; MENDES et al., 2005).

2.3 SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA

Entende-se como dormência, o mecanismo pelo qual as sementes, de uma determinada espécie, mesmo estando viáveis e diante de condições ambientais favoráveis, não germinam (BRADBEER, 1988; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), o que é causado por um bloqueio situado na própria semente ou unidade de dispersão (CARDOSO, 2004).

Durante a fase de desenvolvimento, a semente, pode adquirir a capacidade de germinar logo no início da fase de maturação, contudo, para evitar sua germinação precoce, algumas espécies retardam a germinação de suas sementes, até que as condições do ambiente estejam adequadas para o seu estabelecimento e sobrevivência (AZEREDO et al., 2010; CARDOSO, 2004; NASR; SAVADKOOHI; AHMADI, 2013). Esse processo resultará na germinação desuniforme ao longo do tempo, sendo considerado um mecanismo natural de sobrevivência de algumas espécies, de modo que cerca de dois terços das espécies arbóreas, possuem algum tipo de dormência. Esse fenômeno é comum tanto em plantas de clima temperado, quanto nas de clima tropical e subtropical (SENA; GARIGLIO, 2008).

Embora a dormência seja necessária para aumentar as chances de sobrevivência da espécie, a mesma dificulta a análise de sementes em laboratório, prática indispensável para posterior comercialização das mesmas e produção de mudas em viveiros florestais (BRANCALION; MONDO; NOVEMBRE, 2011). Esse atraso na obtenção dos resultados prejudica a comercialização, pois os testes podem não mais representar a real qualidade das sementes, em razão da perda de sua viabilidade no armazenamento, durante a espera pelos resultados (SILVA et al., 2014).

Diante do exposto, evidencia-se a necessidade de estabelecer um método para superação da dormência, o qual possa permitir que a maioria das sementes vivas e dormentes expresse seu potencial fisiológico, após a aplicação do melhor método, acarretando em uma germinação mais rápida e uniforme para o estabelecimento de plântulas (BRANCALION; MONDO; NOVENBRE, 2011; MAKU; GBADAMOSI; OKE, 2014). Diversos métodos têm sido desenvolvidos para a superação da dormência em sementes, tais como: tratamentos com ácidos e bases, imersão em água quente, embebição, pré-resfriamento, corte do tegumento, abrasões em superfície sólida, lavagem prévia, entre outros (BRASIL, 2009).

A escolha do método a ser aplicado depende do tipo de dormência, sendo esta classificada de acordo com sua origem (primária e secundária) (CARDOSO, 2004) ou mecanismos envolvidos na dormência sendo esta dividida em classes (fisiológica, morfológica, morfofisiológica, física e combinada) (BASKIN; BASKIN, 2014).

A dormência primária origina-se durante a fase de desenvolvimento e/ou maturação, de modo que a semente é dispersa em estado dormente, e a dormência secundária ou induzida ocorre quando a semente encontra-se em ambiente desfavorável à germinação, após a dispersão.

Quanto ao mecanismo envolvido, a dormência pode ser morfológica (DM), manifesta-se em sementes que são liberadas da planta mãe com embriões diferenciados (cotilédones e eixo hipocótilo-radícula reconhecíveis), mas subdesenvolvidos quanto ao tamanho; fisiológica (DF) mecanismos associados ao embrião como também tecidos e estruturas adjacentes (tegumento e o endosperma); morfofisiológica (DMF) além do embrião subdesenvolvido, existe um componente fisiológico que requer tratamentos ou condições para superação da dormência; física (FI) causada por uma ou mais camadas de células impermeáveis à água, situadas no tegumento ou nos envoltórios da semente em geral (BASKIN; BASKIN, 2014; CARDOSO, 2009; FOWLER, 2011; HARTMANN et al., 1997; JONES; KAYE, 2015).

A escarificação mecânica e química, bem como a imersão em água, são métodos bastante utilizados e apresenta sucesso na superação de dormência morfológica e física em sementes de espécies florestais (AZEREDO et al., 2010; SCHMIDT, 2000). Contudo, sementes escarificadas são mais suscetíveis a injúrias causadas por organismos patogênicos (HARTMANN et al., 1997), sendo assim, realizado de forma criteriosa para não danificar o embrião. Na dormência fisiológica, o principal método utilizado para superar a dormência é a estratificação (BASKIN; BASKIN, 2014).

Dentre os estudos de germinação que apresentaram resultados satisfatórios, considerando os tratamentos pré-germinativos de escarificação mecânica e química, destacam-se os estudos realizados por Mantoan et al. (2012) em sementes de *Adenanthera pavonina* L.,

nas quais a escarificação com ácido sulfúrico por 30 minutos foi o método mais efetivo para a superação de dormência da espécie. Bortolini et al. (2011) em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub., verificaram o melhor desempenho germinativo nas sementes submetidas à escarificação mecânica e química. Coelho et al. (2010); Coelho, Souza e Lima (2014) e Pereira et al. (2014) superaram a dormência das sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart ex Tul; de *Albizia lebeck* (L.) Benth e de *Erythrina mulungu* e *Erythrina velutina*, respectivamente, com a escarificação mecânica na extremidade oposta ao hilo, sendo que na segunda pesquisa os autores sugerem também a imersão em água a 100 °C por um minuto.

Brançalion, Mondo e Novembre (2011) verificaram efeito positivo na germinação de sementes de *Colubrina glandulosa* Perk as quais foram submetidas à imersão em ácido sulfúrico por 30 e 90 minutos. Ataíde et al. (2012); Ferreira et al. (2014) e Pound, Ainsley e Facelli (2015), constataram que as sementes de *Delonix regia* Bojer ex Hook. Raf.; de *Acacia papyrocarpa* e *Senna artemisioides* ssp. × *coriácea* e *Piptadenia moniliformis* Benth., respectivamente, apresentaram os melhores quando submetidas à imersão em água quente para superar a dormência.

O uso do ácido giberélico (GA₃) tem sido comprovado em várias pesquisas como método para superação de dormência em sementes, o qual desempenha um papel importante na regulação da germinação da semente (HA, 2014), sendo indicado por Nasri et al. (2014); Puttha et al. (2014) e Rhie, Lee e Kim (2015) para sementes de *Alstromeria ligtu* híbrida; de *Jerusalem artichoke* e *Jeffersonia dubia* nas quais o uso do ácido aumentou a taxa de germinação.

2.4 SUBSTRATO PARA TESTE DE GERMINAÇÃO

O substrato é um dos componentes básicos do teste de germinação, e conforme Stockman et al. (2007) as sementes apresentam respostas fisiológicas distintas para esse fator, sendo necessárias pesquisas que forneçam subsídio para a análise dessas sementes.

O substrato influencia diretamente a germinação, em função de sua estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, propensão à infestação por patógenos, dentre outros, podendo favorecer ou não a germinação das sementes. Esse meio constitui o suporte físico, no qual a semente é alocada para a germinação, tendo função de manter as condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plântulas (MARTINS et al., 2012).

Portanto, o tipo de substrato a ser utilizado deve considerar o tamanho e forma da semente, sua exigência com relação à quantidade de água, sensibilidade à luz, a facilidade que

o mesmo oferece para a realização das contagens e avaliação das plântulas (BRASIL, 2009; FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PIÑA-RODRIGUES, 1993).

Uma variedade de substratos, incluindo solo, areia, turfa, papel filtro, tecido, serragem e papel toalha são recomendados para a realização do teste de germinação (BASKIN, BASKIN, 2014; BRASIL, 2009; BRASIL, 2013). No entanto, para sementes de espécies florestais não há procedimentos padronizados e outros substratos vêm sendo testados, como fibra de coco com turfa (TRIVEDI; JOSHI; NAGAR, 2016) e vermiculita (BRASIL, 2013).

Tanto a vermiculita quanto a areia, representam uma boa opção a serem utilizadas como substrato na germinação de sementes florestais, devido à baixa contaminação por microrganismos (GASPARIN et al., 2012). A vermiculita é utilizada em alguns laboratórios de análise de sementes como substrato padrão para o teste de germinação, devido às vantagens de uniformidade na composição química e granulométrica, porosidade, capacidade de retenção de água e baixa densidade (MARTINS; BOVI; SPIERING, 2009).

Nesse sentido, os substratos utilizados para o teste de germinação devem apresentar, entre outras características, ausência de outras sementes, patógenos ou substâncias tóxicas, pH adequado, textura e estrutura (BRASIL, 2013; SILVA; PEIXOTO; JUNQUEIRA, 2001).

O efeito dos diferentes tipos de substratos sobre a germinação de sementes são constantemente avaliados, visando à indicação de um substrato ideal para a realização de testes de germinação padronizados para determinadas espécies. Com base em muitas dessas avaliações, o papel é indicado para a germinação de sementes de *Hylocereus undatus* Haw. (ALVES et al., 2011); *Sebastiania membranifolia* Mull Arg (SILVEIRA et al., 2013); *Hamatocactus setispinus* (XAVIER; JASMIM, 2015) e *Callisthene fasciculata* Mart. (OLIVEIRA et al., 2015); a areia é indicada para *Oenocarpus bacaba* Mart (JOSÉ; ERASMO; COUTINHO, 2012); *Myracrodruon urundeuva* Allemão (GUEDES et al., 2011) e *Jatropha curcas* L. (RODRÍGUEZ; VÁZQUEZ; MARTÍNEZ, 2014); enquanto a vermiculita é indicada para *Euterpe oleracea* (GAMA et al., 2010); *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (MIRANDA et al., 2012) e *Vochysia bifalcata* Warm (RICKLI et al., 2014).

A quantidade de água adicionada no substrato para a realização do teste de germinação deve ocorrer em níveis adequados, pois diferentes materiais possuem características próprias de porosidade, agregação, superfície de contato com a semente e capacidade de retenção de água (MARTINS et al., 2011). Dessa forma, o fornecimento de água, de maneira adequada, é essencial para assegurar a retomada do crescimento do eixo embrionário desenvolva-se normalmente (BRASIL, 2009; MARCOS FILHO, 2005).

O excesso e a falta de água no substrato podem ser prejudiciais, comprometendo qualquer uma das fases desde a germinação até a formação das mudas (WENDLING; FERRARI; GROSSI, 2002). O primeiro pode impedir a entrada e absorção de oxigênio (FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PIÑA-RODRIGUES, 1993), retardando a germinação ou até mesmo causar a morte do embrião.

Assim, devido à importância da utilização da quantidade de água para a germinação, recomenda-se para o teste em papel, a adição de um volume de água equivalente a 2,0 até 3,0 vezes o peso do papel. Para areia é recomendado o umedecimento de 50 a 60% da capacidade de retenção do substrato areia em água (BRASIL, 2009) e para o substrato vermiculita o volume de água dependerá da granulometria e das características da semente, podendo variar de 0,5 a 2 vezes o peso do substrato (BRASIL, 2013).

2.5 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

A proteção e preservação da biodiversidade das florestas tropicais pode ser realizada por meio da conservação que envolve os métodos: *in situ* e *ex situ*. A conservação *in situ* implica na manutenção de um povoamento maduro, ou mesmo na regeneração natural ou artificial, ou seja, é a manutenção das espécies no seu habitat. A conservação *ex situ* consiste na preservação da espécie fora do habitat, onde o material é protegido em um local fora da distribuição (CARVALHO; SILVA; DAVIDE, 2006; LORZA; SOUZA; NAKASHINA, 2006).

O armazenamento de sementes de qualquer espécie, tanto agrícola quanto florestal, tem por objetivo a manutenção do nível da qualidade física, fisiológica, sanitária e genética das sementes e a sua utilização futura (BONNER, 2008; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; VILLELA; PERES, 2004). A conservação *ex situ* de germoplasma não só visa explorar o potencial econômico de material vegetal, mas também a preservação de espécies ameaçadas, especialmente aqueles com a escassez de remanescentes naturais (BARBEDO; CENTENO; RIBEIRO, 2013; PILATTI et al., 2011).

Entre as formas de conservação de sementes, o armazenamento pode ser considerado um método seguro e economicamente viável, tendo em vista que, as sementes podem manter a sua viabilidade durante um maior período, dependendo das condições ambientais as quais são submetidas bem como o comportamento recalcitrante, intermediário e ortodoxo da espécie armazenada (BONNER, 1990; MARCOS FILHO, 2005). No entanto, informações sobre esse comportamento das sementes das espécies florestais, principalmente as nativas, ainda são incipientes, as quais apresentam características peculiares com relação a maior ou menor

longevidade durante o armazenamento (PARISI et al., 2013), indicando que esta propriedade apresenta variações conforme o genótipo (MARCOS FILHO, 2005), dificultando sua utilização nesta estratégia de conservação (PILATTI et al., 2011).

Nesse sentido, o armazenamento desse material em condições adequadas é uma alternativa necessária para o fornecimento de sementes em momentos de escassez, permitindo a disponibilidade das mesmas para pesquisas sobre tecnologia e fisiologia de sementes e produção de mudas utilizadas em programas de reflorestamento (NERY et al., 2014) e arborização urbana (TRESENA et al., 2010). Conforme Barbedo; Centeno e Ribeiro (2013), o armazenamento está entre os contribuintes mais importantes para o estabelecimento das civilizações, uma vez que, permitiu a humanidade produzir seu próprio alimento em momentos distintos da colheita.

As sementes são organismos vivos responsáveis pela continuidade e disseminação das espécies, sendo esses capazes de manter sua viabilidade até que as condições ambientais sejam favoráveis para o início de uma nova geração. No entanto, não conseguem preservar suas condições vitais por tempo indeterminado, sofrendo uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, iniciando-se a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, e culminando com morte da semente deterioração e morrendo (MARCOS FILHO, 2005; VILLELA; PERES, 2004).

A deterioração ocorre ao longo do tempo, sendo impossível o impedimento, entretanto, pode ser controlada pelo armazenamento em condições adequadas. Portanto, o conhecimento do comportamento das sementes durante o armazenamento, é importante para tentar aumentar a sua longevidade, retardando assim a sua deterioração e evitando perdas significativas na sua qualidade fisiológica (PEREIRA et al., 2013).

Dentre os fatores que influenciam a manutenção da viabilidade e do vigor de sementes durante o armazenamento, destaca-se a temperatura e umidade relativa do ambiente, que quando controladas aumentam as chances de sucesso do armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A temperatura afeta diretamente a velocidade das reações químicas, acelerando a respiração e o desenvolvimento de microrganismos. A umidade relativa do ambiente está ligada ao teor de água das sementes, uma vez que ocorre a troca de vapor de água entre as sementes e o ar atmosférico até que as sementes entrem em equilíbrio higroscópico (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

Nesse sentido, o armazenamento de sementes tem como principal objetivo controlar a circulação de água da semente para o ambiente, especialmente devido à sua participação nos processos de deterioração das sementes (NETO; BARBEDO, 2015).

Em relação ao comportamento no armazenamento e a tolerância à dessecação, as sementes são classificadas em ortodoxas, recalcitrantes (VILLELA; PERES, 2004) e intermediárias. As sementes ortodoxas são caracterizadas pela sua capacidade de tolerar dessecação, podendo ser secas até baixos teores de água (5 a 7% do seu peso úmido) e manter a sua viabilidade por um longo tempo (VILLELA; PERES, 2004). A viabilidade desse tipo de semente é relativamente fácil ser mantida com a redução dos teores de umidade e temperatura de armazenamento (PAMMENTER, BERJAK, 2014; SHABAN, 2013). Por outro lado, sementes recalcitrantes são sensíveis à dessecação, não toleraram perda de água sem que ocorra danos fisiológicos e, por isso, não podem ser armazenadas em condições convencionais (baixa umidade e temperatura) no banco de sementes (VILLELA; PERES, 2004). Estas não sofrem diferenciação intracelular e não paralisam sua atividade metabólica quando desligada da planta mãe. Assim, sementes recalcitrantes podem ser armazenadas intactas apenas até o início da germinação, o que pode variar de alguns dias a vários meses, dependendo da espécie (PAMMENTER, BERJAK, 2014). Sementes de comportamento intermediário suportam parcialmente a desidratação (cerca de 10 a 13% de umidade), mas perdem a viabilidade quando armazenadas em temperaturas baixas (subzero) por longos períodos de tempo (ELLIS, 1991; GENTIL, 2001).

2.6 PRODUÇÃO DE MUDAS

O interesse na propagação de espécies florestais nativas têm se intensificado nos últimos anos, devido, principalmente, aos problemas ambientais visando à recuperação de áreas degradadas e recomposição da flora nativa (SILVA et al., 2011), além do potencial uso madeireiro o que acarreta maior demanda por sementes e mudas de espécies nativas. Assim, a produção de mudas de espécies florestais têm se mostrado uma atividade fundamental para o processo produtivo do setor florestal (GALLO et al., 2013).

A produção de mudas de espécies arbóreas pode ser obtida por dois métodos: assexuada e sexuada (GOMES; PAIVA, 2012). O primeiro refere-se à propagação vegetativa e o segundo por via seminal, a qual representa a principal forma de produção de mudas de espécies florestais nativas da atualidade (DIAS et al., 2012).

A produção de mudas é realizada em viveiros florestais, onde se encontram equipamentos e insumos, e se utiliza técnicas visando produtos de alta qualidade (DAVIDE; FARIA, 2008). Por outro lado, a falta de conhecimento da autoecologia, aliado ao crescimento irregular e a escolha de métodos silviculturais inadequados para a produção de mudas, geram dúvidas aos produtores de mudas e/ou viveiristas, fazendo com que muitas espécies florestais não sejam utilizadas às diversas finalidades (MORAIS et al., 2012).

Entre os fatores que influenciam a produção de mudas de espécies florestais, destaca-se além da semente, a água que está vinculado a toda atividade do setor florestal, desde a fase inicial do sistema produtivo, ou seja, seu uso nos viveiros florestais (MORAIS et al. 2012), até o plantio das mudas a campo, quando esta ocorre em períodos sem chuva.

A água presente nos órgãos vegetais varia conforme cada tecido, de 95% em tecidos vegetais em crescimento a 5% em sementes durante a dispersão (TAIZ; ZEIGER, 2009). Isso torna, o principal fator limitante à obtenção de produtos de qualidade quando em quantidade restrita, ou em excesso, por inibir o desenvolvimento da planta por falta de aeração no sistema radicular (CARVALHO et al., 2011).

Associado à água, fatores como substratos, recipientes e nutrição utilizados para a produção de mudas buscam maximizar o potencial produtivo e vigor das mudas, refletindo diretamente na qualidade do produto final (AKPO et al., 2014; COSTA et al., 2013; SANTOS; GRIGOLETTI JÚNIOR; AUER, 2000).

Um substrato ideal deve atender adequadamente as exigências da planta em termos de atributos físicos e químicos, pois atua como um substituto do solo durante a fase de viveiro (DORNELLES et al., 2014), servindo como suporte estrutural para a parte aérea das mudas e de retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes (CARNEIRO, 1995), além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004).

Aliado ao substrato, o uso de uma adubação adequada torna-se necessário, sendo esta, preferencialmente de liberação lenta de nutrientes, para reduzir perdas por lixiviação e/ou volatilização, toxicidade à semente e queima nas folhas (AZEEM et al., 2014; ELLI et al., 2013; JACOBS; SALIFU; SEIFERT, 2005). Assim o uso de fertilizante de liberação controlada torna-se uma alternativa viável para a produção de mudas de espécies florestais, uma vez que, disponibilizam os nutrientes de maneira gradual à planta, minimizando os riscos de deficiências (SUBBARAO; KARTHEEK; SIRISHA, 2013).

2.7 IRRIGAÇÃO E MANEJO HÍDRICO

A água é um fator importante para a vida, representando cerca de 85 a 98% da biomassa vegetal, em alguns órgãos como, as sementes, esse teor pode ser reduzido a 20%, fato que proporciona a sobrevivência do embrião em períodos desfavoráveis (KÄMPF, 2005).

Em viveiros, a irrigação é uma das tarefas mais importantes para a produção de mudas, especialmente no cultivo em estufas, no qual as plantas são protegidas das chuvas e o aporte de água ocorre exclusivamente pela irrigação (BELLÉ, 2008), tendo em vista que o sistema radicular das mudas não tem acesso à água além das paredes do recipiente (LANDIS; WILKINSON, 2009).

Nesse sentido, o sucesso da irrigação depende tanto do correto dimensionamento do sistema de irrigação, quanto do manejo adequado, conforme a exigência hídrica da planta. De acordo com Bernardo; Soares e Mantovani (2006), o uso racional da irrigação depende de um programa de pesquisa bem elaborado e estruturado para seu desenvolvimento.

O principal objetivo da irrigação em viveiros é proporcionar a umidade necessária para o crescimento e desenvolvimento das plantas em menor período de tempo (DELGADO, 2012). Na escolha do sistema de manejo de irrigação do viveiro devem ser considerados, dentre outros fatores, os tipos de substrato, volume de recipientes, espécie, fase de desenvolvimento da muda (germinação, crescimento e rustificação), época do ano, região de produção da muda e o horário das irrigações (WENDLING; DUTRA, 2010).

O uso de tubetes como recipientes para a produção de mudas requer um cuidado ainda maior do viveirista para determinar, quando e quanto irrigar, tendo em vista que, irrigações e chuvas excessivas podem provocar o aparecimento de doenças e intensificar problemas econômicos (DAVIDE; FARIA, 2008; LOPES et al., 2009; RODRIGUES et al., 2011). A irrigação deve manter o substrato úmido, sem encharcar, pois o excesso além de lixiviar os nutrientes, pode reduzir a aeração do substrato, dificultar o desenvolvimento radicular, tornar as mudas tenras e pouco resistentes à seca, além de desperdiçar água (WENDLING; DUTRA, 2010). Por outro lado, a deficiência de água limita o crescimento e o desenvolvimento das mudas, devido à falta de aeração no sistema radicular (CARVALHO et al., 2011; MONTAGUE; KJELGREN, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em viveiros florestais, o sistema de irrigação mais utilizado é por microaspersão. Contudo, quando a irrigação é mal conduzida pode ocasionar desperdício de água, principalmente, devido à má distribuição dos aspersores e às irrigações em horários

inadequados, com alta incidência de vento e radiação solar, aumentando a evapotranspiração das mudas (AUGUSTO et al., 2007).

É possível observar que, mesmo em grandes empresas, ainda falta a padronização quanto à quantidade de água aplicada às mudas em suas diferentes etapas de desenvolvimento (SILVA et al., 2015), o que ratifica a necessidade de estabelecer estratégias que visem adequar o uso de sistemas de irrigação em viveiros de produção de mudas florestais.

Wendling e Gatto (2002) citam que, uma irrigação frequente e de baixa intensidade não é tão eficaz quanto uma aplicação de elevada intensidade e em intervalos mais longos, dependendo da fase de desenvolvimento da muda. Dessa forma, com irrigação frequente e de baixa intensidade, a área de molhamento se torna apenas alguns centímetros do substrato, prejudicando a formação das mudas, ou ocasionando até a morte.

Nesse sentido, para determinar o melhor manejo hídrico Lopes, Guerrini e Saad (2007) avaliaram o efeito de cinco lâminas de irrigação diárias (6; 8; 10; 12; e 14 mm) na qualidade das mudas de *Eucalyptus grandis*, em tubetes de 50 cm³ e concluíram que as lâminas de 12 e 14 mm dia⁻¹ foram as que contribuíram para o desenvolvimento das mudas.

Delgado (2012) ao analisar a produção de mudas nativas sob manejos hídricos, constatou diferentes necessidades hídricas na produção de mudas de *Inga vera* Willd. e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. (lâmina de 10 mm, duas irrigações diárias) e *Hymenaea courbaril* L. a lâmina de 6 mm, (quatro irrigações diárias), foi o suficiente para produzir mudas de qualidade. E Dutra et al. (2016) em mudas de *Parapiptadenia rigida* Benth que averiguaram que o regime de rega de 4 mm dia⁻¹, proporcionou maior crescimento das mudas, quando produzidas em tubetes de 110 cm³ e substrato composto por 80% turfa e 20% de casca de arroz carbonizada.

2.8 PARÂMETROS QUE DETERMINAM A QUALIDADE DE MUDAS

Os critérios adotados pelos pesquisadores, durante a avaliação da qualidade de mudas no viveiro, são baseados nos valores das características morfofisiológicas de crescimento, obtidos ao final do período de produção, sendo peculiar para cada espécie. Entre essas características, a altura da parte aérea (H), diâmetro de coleto (DC), massa seca (aérea e radicular) e índice de qualidade de Dickson são as mais frequentemente estudadas (CARNEIRO, 1995; CARNEIRO; BARROSO; SOARES, 2007; ZIDA et al., 2008).

Carneiro (1995) e Tsakaldimi, Ganatsas e Jacobs (2013) relatam que, os parâmetros morfológicos altura e diâmetro de coleto são os mais utilizados, pelo fato de serem

características de fácil avaliação, capaz de demonstrar a qualidade das mudas. Contudo, Fonseca et al. (2002) afirmam que os mesmos não devem ser empregados isoladamente para a classificação do padrão de qualidade.

Gonçalves et al. (2005), descreveram 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 bem formado (sem enovelamento e raízes secundárias distribuídas adequadamente), área foliar ampla, adequado aspecto fitossanitário e rustificação.

Avaliações do sistema radicular têm se mostrado importante e consistente para determinar a qualidade de mudas e sua previsão de desempenho a campo (DAVIS; JACOBS, 2005). A produção de biomassa (massa seca aérea e radicular) está diretamente correlacionada com a sobrevivência e crescimento inicial das mudas, após o plantio no campo (GOMES; PAIVA, 2012). A massa seca da parte aérea indica rusticidade das mudas sendo esta correlacionada positivamente com o crescimento em altura e a massa seca radicular (GOMES; PAIVA, 2012). Morais et al. (2012) constataram diferenças significativas entre as variações nas lâminas de irrigação para a massa seca aérea de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. além da tendência de quanto maior o crescimento radicular maior a parte aérea.

Para o índice de qualidade de Dickson (IQD) estudos realizados em mudas de *Eucalyptus grandis* (GOMES et al., 2002), *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (BERNARDINO et al., 2005), *Murraya paniculata* (L.) Jack (TRAZZI et al., 2012), *Toona ciliata* var. *australis* (CALDEIRA et al., 2012), *Chamaecrista desvauxii* Benth. (CALDEIRA et al., 2013) e mudas de *Parapiptadenia rigida* Benth (DUTRA et al., 2016), indicaram que quanto maior foi o valor desse índice, melhor o padrão de qualidade das mudas, ou seja, tratamentos, cujas mudas apresentam maior IQD foram classificadas como de melhor qualidade.

Com base em alguns estudos, é possível observar que o IQD pode variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente e, principalmente, de acordo com o tempo que a muda foi avaliada (CALDEIRA et al., 2008; GOMES et al., 2002; KRATZ, 2011).

Os parâmetros fisiológicos referem-se à capacidade fotossintética, estado nutricional, capacidade de absorção de água, variações nos tecidos de reserva, potencial de regeneração de raízes, entre outros. Todavia, os parâmetros fisiológicos, são considerados complexos, de difíceis mensurações, análises e interpretação, principalmente em viveiros, onde se busca a produção de mudas de qualidade para que as mesmas sobressaíam à adversidade do campo (GOMES; PAIVA, 2012).

Entre as variáveis fisiológicas destaca-se a fluorescência da clorofila a, sendo esta uma ferramenta de grande potencial indicando ausência ou presença de comprometimento no processo fotossintético. Nas membranas dos tilacóides, os fotossistemas I e II são responsáveis por captar e converter a energia luminosa do sol (fótons) em energia química, em que a água é fundamental para os fotossistemas, principalmente para o fotossistema II, local onde ocorre o fotólise da água (quebra da molécula de água), dando origem a prótons e elétrons que serão posteriormente utilizados para a síntese de glicose, e também origem ao gás oxigênio, um dos produtos da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Os critérios para a classificação da qualidade de mudas em viveiro (altura, diâmetro do coleto, número de pares de folhas, plantas saudáveis, tonalidade das folhas), baseiam-se, fundamentalmente em duas premissas: aumento da sobrevivência das mudas após o plantio e diminuição da frequência dos tratos culturais de manutenção do povoamento recém-implantado, devido ao maior crescimento inicial (CARNEIRO, 1995).

De acordo com Wendling, Ferrari e Grossi (2002), o êxito de um empreendimento com plantas arbóreas depende da escolha da espécie ideal para cada local de plantio, do objetivo e, principalmente, da qualidade das mudas a serem plantadas. Essas, além de resistirem às condições adversas encontradas, como secas, elevada insolação, baixa fertilidade do solo, pragas e doenças, devem ser capazes de desenvolver-se e atender aos objetivos para os quais foram produzidas. Apesar do êxito das plantações, depender, em grande parte, das mudas utilizadas, os parâmetros que avaliam a sua qualidade, estes ainda não estão bem definidos e, quase sempre, a sua mensuração não é operacionalmente viável em muitos viveiros (GOMES; PAIVA, 2012).

Conforme Gomes et al. (2002), os parâmetros morfológicos são os mais utilizados para a determinação do padrão de qualidade das mudas, tendo uma compreensão mais intuitiva por parte dos viveiristas. No entanto, ainda são necessárias definições mais concretas sobre esses atributos (morfológicos e fisiológicos) que podem ser quantitativamente correlacionados com a melhoria do desempenho das mudas a campo e, portanto, prever o sucesso do plantio a campo (WILSON; JACOBS, 2006).

2.9 CRESCIMENTO INICIAL NO CAMPO

O conhecimento do comportamento de espécies florestais nativas, desde o plantio até o seu estabelecimento, contribui significativamente para o sucesso de reflorestamentos comerciais ou com fins conservacionistas (ALVES et al., 2012). Contudo, a determinação dos

fatores que influenciam a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas no campo, bem como as características que melhor se correlacionam com essas variáveis, durante a fase de viveiro, são os principais problemas enfrentados pelos pesquisadores (LIMA et al., 2008).

Conforme Pinto et al. (2011) e Silva (2003), a produção de mudas florestais, com qualidade é uma das fases mais importantes para garantir o sucesso do estabelecimento e rápida crescimento após plantio a campo.

Por se tratar de um investimento de longo prazo e de grandes riscos, o rigor torna-se ainda maior, justificando a atenção no controle da qualidade das mudas. Para Carneiro (1995), o aumento da taxa de sobrevivência decorre do uso de mudas de qualidade e para sítios específicos, de acordo com sua característica ecológica. Isso se deve ao fato das mudas produzidas em viveiro serem normalmente frágeis, precisando de proteção inicial e de manejo adequado, de maneira a obter uma melhor uniformidade de desenvolvimento no campo (GOMES; PAIVA, 2012).

Na busca constante da melhor produtividade dos povoamentos florestais, muitas pesquisas têm procurado definir metodologias, recipientes, substratos e fertilizações para a produção de mudas florestais de elevado padrão de qualidade, que permitam a obtenção de maiores taxas de sobrevivência e desempenho após o plantio (PANDOLFI, 2009).

No ato do plantio, as mudas devem estar aptas para enfrentar uma diversidade de condições desfavoráveis ao seu estabelecimento (GOMES; PAIVA, 2012; LIMA et al., 2014). Assim, a formação de mudas mais vigorosas aumenta a chance do seu estabelecimento, bem como maximiza seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo.

Nesse sentido, torna-se necessário a adoção de um conjunto de medidas silviculturais que possam favorecer o crescimento inicial das plantas em campo, tais como: época de plantio (primavera ou início do verão, conforme a espécie), limpeza da área, controle de formigas, preparo do solo, adubação (fertilização mineral em doses apropriadas) e controle de plantas espontâneas (STURION; BELLOTE, 2000; WILCKEN et al., 2008).

Renner et al. (2010) verificaram em plantios florestais que a realização de tratamentos culturais simples, como capinas e controle de formigas, contribuem expressivamente no estabelecimento das mudas, melhorando seu vigor e reduzindo a mortalidade.

Além do manejo das mudas no campo, as práticas silviculturais no viveiro têm uma forte influência no desempenho das mudas após o plantio (GROSSNICKLE, 2012), principalmente, a irrigação durante o processo de produção de mudas.

Silva e Silva (2015a, 2015b) avaliando o efeito de três lâminas no viveiro (8, 11 e 14 mm dia⁻¹) aplicadas em duas frequências de irrigação (duas e quatro vezes ao dia) sobre o

desenvolvimento inicial e a qualidade de mudas *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. e *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) constataram que a lâmina de 11 mm dia⁻¹ aplicada na menor frequência proporcionou mudas de maior qualidade no viveiro, resultado confirmado a campo.

Entretanto, poucos estudos avaliam o desenvolvimento após o plantio (VALLONE et al., 2009), assim, baseiam-se nos resultados obtidos apenas no viveiro, originando recomendações que podem ser equivocadas quando não verificada a resposta da muda no campo. A exemplo, encontra-se na literatura o estudo realizado por Leles et al. (2006) ao constatarem que a superioridade das mudas produzidas no tubete de 280 cm³ não refletiram em maior crescimento das espécies estudadas (*Anadenanthera macrocarpa* Benth. Brenan, *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Cedrela fissilis* Vell. e *Chorisia speciosa* St. Hill), aos 180 dias após plantio no campo. E estudo realizado por Abreu et al. (2015) em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes, que apesar de as mudas produzidas em sacos plásticos apresentarem maiores medidas na época de plantio, verificaram que essa diferença tende a reduzir ou desaparecer com o tempo.

Dessa forma, é válido salientar a importância da avaliação do desenvolvimento inicial das mudas no campo pois, principalmente quando o trabalho tem como objetivo orientar sistemas de produção no viveiro, a confirmação no pós plantio evitará recomendações equivocadas.

3 ARTIGO – BIOMETRIA E GERMINAÇÃO DE *Balfourodendron riedelianum* ENGL. ENGL.

Aceito para publicação: Journal Seed Science

RESUMO

O presente estudo objetivou estudar a biometria, tratamentos pré-germinativos e substratos para germinação de diásporos de *Balfourodendron riedelianum*. Os diásporos foram caracterizados na germinação quanto ao comprimento, largura, espessura, peso de mil sementes (PMS) e teor de água. Foram empregados os métodos de escarificação com lixa e ácido sulfúrico, imersão em água fria e em água a 100 °C, além do controle (sem tratamento). Também foram estudados diferentes substratos entre papel (EP), entre areia (EA) e, entre vermiculita (EV). Os ensaios foram conduzidos em câmara de germinação a 25 °C. A caracterização fisiológica foi realizada por meio da primeira contagem, germinação e, índice de velocidade de germinação (IVG). Os dados biométricos foram analisados em classes de frequências e os tratamentos pré-germinativos por meio da análise de variância. Os diásporos apresentam em média 18,59 mm de comprimento; 9,03 mm de largura e 9,38 mm de espessura. O tratamento de imersão em água fria por 48 horas e o substrato entre vermiculita (EV) foi efetivo para a superação da dormência e o mais adequado para o teste de germinação da espécie.

Palavra-chave: Análise de Sementes. Morfometria. Dormência. Espécie Florestal.

BIOMETRIC AND GERMINATION OF *Balfourodendron riedelianum* ENGL. ENGL.

ABSTRACT

This study aimed to analyze biometrics, pre-germination treatments and substrates to germinate diaspores of *Balfourodendron riedelianum*. On the germination tests, the diaspores were featured in length, width, thickness, weight of thousand seeds and water content. The methods employed were scarification with sandpaper and sulfuric acid, immersion in cold water and water at 100 °C, besides the control method (no treatment). Furthermore, different substrates were studied between paper, between sand and between vermiculite. The tests were conducted in a growth chamber at 25 °C. The physiological characterization was performed through the first count, germination and germination speed index (GSI). The biometric data were analyzed by frequency classes and the pre-germinating treatment by analysis of variance. Diaspores had an average length of 18.59 mm; 9.03 mm wide and 9.38 mm thick. The treatment of immersion in cold water for 48 hours and the vermiculite substrate were effective to overcome dormancy, thus the most suitable for the species germination test.

Keywords: Seed Analysis. Morphology. Dormancy. Forest Species.

3.1 INTRODUÇÃO

Balfourodendron riedelianum Engl. Engl. (família Rutaceae), conhecida como guatambu e pau-marfim, é uma espécie florestal nativa do Brasil, porém não endêmica, cuja propagação ocorre por meio de diásporos, mas devido à dificuldade de remoção das sementes do interior dos frutos, estes são empregados como propágulos nos viveiros. O guatambu é uma espécie com potencial madeireiro, paisagístico e de recuperação de áreas degradadas ribeirinhas, que adulta atinge entre 6 a 30 m de altura e 30 a 90 cm de diâmetro, podendo em alguns casos atingir 35 m e 100 cm, respectivamente (BACKES; IRGANG, 2002; CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008). Apesar das características desejáveis da espécie, a falta de informação sobre a propagação da espécie dificulta seu aproveitamento, sendo fundamental a realização de estudos por meio da análise germinativa, produção de mudas e crescimento a campo que permitam seu uso em programas silviculturais.

Estudos relacionados à biometria dos diásporos, métodos de superação de dormência, necessidade de luz, água, temperatura e substrato são imprescindíveis para o conhecimento do processo germinativo das espécies vegetais. O conhecimento inerente ao processo germinativo quanto ao tamanho dos diásporos, teor de água, superação de dormência, substrato, entre outros, constituem informações importantes para propagação das espécies florestais, porém, variável em cada espécie.

Os métodos para realização de teste de germinação são apresentados nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), e pela Instrução para Análise de Sementes de Espécies Florestais (Brasil, 2013). A última contempla 319 espécies florestais, contudo, entre essas, apenas 50 apresentam testes validados (BRASIL, 2010; BRASIL, 2011; BRASIL, 2012). Entretanto, a *B. riedelianum* não consta no grupo das espécies validadas, evidenciando a carência de estudos com esta espécie.

O estudo da ocorrência ou não de dormência nas sementes é primordial, uma vez que é comum em muitas espécies florestais. Há diversas formas de manifestação de dormência e a determinação dos métodos para superá-la, dependendo dos mecanismos de dormência endógena e exógena. Biruel et al. (2007) utilizaram escarificação mecânica na superação de dormência de sementes de *Caesalpinia leiostachya*, Oliveira et al. (2012) escarificação química e mecânica para superação de dormência física em sementes de *Parkia gigantocarpa*, Seneme et al. (2012) e Alexandre et al. (2015) utilizaram tratamentos físicos e químicos em sementes de *Peltophorum dubium* e *Enterolobium contortisiliquum*, respectivamente. Além disso, podem ser utilizados métodos como imersão em água quente (AZEREDO et al., 2010) e utilização de

hormônios, como o ácido giberélico (CAMPOS et al., 2015). Esse composto tem sido utilizado como método de superação em sementes que apresentam dormência fisiológica, em que a presença de substâncias inibidoras ou ausência de substâncias promotoras da germinação impedem que a germinação ocorra (BASKIN; BASKIN, 2014), sendo obtidos resultados satisfatórios em sementes de *Smilax japecanga* (SANTOS et al., 2003), *Lithraea molleoides* (PIVETA et al., 2014) e *Byrsonima crassifolia* (CARVALHO; NASCIMENTO, 2013).

Cada espécie requer, para germinação das sementes, condições específicas de hidratação, aeração, temperatura e luminosidade. Nogueira et al. (2014); Godoi e Takaki (2004) avaliaram os efeitos da luz e temperatura em sementes de *Piptadenia stipulacea* e *Cecropia hololeuca*, respectivamente, e determinaram que a germinação é indiferente a luminosidade sendo as melhores temperaturas entre 20 a 30 °C constante ou alternável, enquanto, sementes de *C. hololeuca* germinaram no escuro quando a temperatura foi alternada (20-25; 20-30 e 20-35 °C). Dresch et al. (2012) avaliaram a influência da temperatura e da umidade do substrato na germinação das sementes de *Campomanesia adamantium* e determinaram que a umidade de substrato de 2,5 vezes a massa do papel seco e na temperatura de 25 °C.

Neste sentido, o substrato atua de forma direta, devido suas funções físicas relacionadas à estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, propensão à infestação por patógenos, entre outras (MARTINS et al., 2012). Santos e Aguiar (2000) ao avaliarem a germinação de sementes de *Sebastiania commersoniana* em função do substrato e do regime de temperatura, constataram que o substrato mais adequado foi sobre areia que proporcionou a máxima germinação, na temperatura alternada de 20-30°C. Guedes et al. (2010) avaliando substratos e temperatura para teste de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* concluíram que a temperatura de 35 °C mostrou-se mais adequada para a condução dos testes, independentemente do substrato utilizado.

Nas Regras para Análise de Sementes, alguns substratos são recomendados, como papel (mata-borrão, toalha e filtro), areia e terra (BRASIL, 2009). No entanto, para a maioria das espécies florestais não há procedimentos padronizados e outros substratos vêm sendo testados, como é o caso da vermiculita (BRASIL, 2013).

A partir do exposto, o presente trabalho objetivou estudar aspectos da biometria, estabelecer tratamentos pré-germinativos e determinar os substratos que favoreçam sua germinabilidade dos diásporos de *B. riedelianum*, espécie potencial para a atividade silvicultural.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os diásporos (frutos) de *B. riedelianum* foram coletados, em julho de 2013 em quatro árvores matrizes em fragmentos florestais localizados no distrito de Caemborá (29°28'S e 53°18'W), no município de Nova Palma, RS. Devido à desuniformidade na frutificação padronizou-se matrizes que apresentavam características semelhantes de maturação dos frutos, quando estes alteraram da coloração verde (2.5GY 5/4) para amarelo bege (2.5Y 7/6). A coloração dos diásporos foi determinada baseada na carta de cores de tecido vegetal (MUNSELL, 1976).

A coleta dos diásporos foi realizada, preferencialmente, na porção média da copas das árvores. Após, o material foi acondicionado em sacos plásticos (polietileno de baixa densidade) individualizados e identificados por matriz, e transportado para o viveiro florestal. Neste local, os diásporos passaram por uma pré-secagem natural em local coberto e arejado, sendo registrado por meio de um datalogger a temperatura e umidade relativa do ar (UR) de 19 °C e 75,8%, respectivamente. Os diásporos foram colocados em bandejas dispostas sobre mesas, durante três dias, com revolvimento diário. Foi realizado o beneficiamento desse material para a retirada de galhos e folhas. Em seguida, foi removida a parte alada do diásporo, com auxílio de uma tesoura de poda. O uso de diásporos para os testes laboratoriais deve-se a dificuldade em remover as sementes dos mesmos sem comprometer e/ou danificar a estrutura do embrião.

Após o beneficiamento, formou-se o lote com os diásporos sendo estes alocados em duas embalagens de papel e dentro de tambores do tipo kraft, armazenados em câmara fria e úmida [temperatura \pm 8 °C e UR em torno de 80%].

3.2.1 Caracterização do lote

Uma amostra foi retirada antes do armazenamento para caracterização dos diásporos conforme a RAS (Brasil, 2009) e Instrução para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013). Na determinação do peso de mil sementes (PMS) foram utilizadas oito repetições de 100 diásporos, obtendo-se resultados expressos em grama. A avaliação do teor de água foi realizada pelo método da estufa, a 105 °C (\pm 3) por 24 horas, com duas repetições de, aproximadamente, cinco gramas de diásporos intactos, sendo os resultados expressos com base no peso úmido dos diásporos (BRASIL, 2009).

A descrição biométrica dos diásporos foi realizada utilizando-se 100 unidades, retiradas aleatoriamente do lote (cinco repetições de 20 diásporos), medindo-se o comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm), obtidos com paquímetro digital (precisão de 0,01 mm).

3.2.2 Tratamentos pré-germinativos

A condução do teste de germinação foi realizada em laboratório. Inicialmente, foi realizada a assepsia superficial, a qual consistiu na imersão dos diásporos em álcool 70% e em solução comercial de hipoclorito de sódio (2,5% Cl) a 1% (v/v), consecutivamente, ambos por dois minutos, em seguida, estes foram lavados em água destilada durante dois minutos.

Os tratamentos pré-germinativos consistiram em: Controle - compreendido pelos diásporos intactos; Imersão em água fria - imersão em água à temperatura de $8 (\pm 2) ^\circ\text{C}$ por 24, 48 e 72 horas, mantidos em geladeira; Imersão em água fervente - Imersão em água à temperatura de $100 ^\circ\text{C}$ por 5 minutos; Escarificação química em ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4 , 98%) por 5 minutos, seguida por lavagem em água corrente para remoção dos resíduos, durante 2 minutos; Escarificação mecânica com lixa d'água n° 60 na região oposta ao pedúnculo; Escarificação mecânica com lixa, seguida de imersão em água à temperatura ambiente ($19 ^\circ\text{C}$) por 24 horas; Escarificação Mecânica com lixa, seguida de imersão em ácido giberélico GA_3 na concentração de 500 mg L^{-1} . A solução de GA_3 foi preparada conforme metodologia descrita por Brasil (2009).

A determinação da viabilidade dos diásporos foi realizada por meio do teste de germinação. Após os tratamentos pré-germinativos, quatro repetições de 20 diásporos, foram semeados em três diferentes substratos: areia, vermiculita e papel, dispostos em caixas plásticas transparentes de dimensões 11 cm x 11 cm x 3,5 cm.

Os dados dos tratamentos pré-germinativos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, em esquema fatorial 9 x 3 (superação da dormência x substrato). Os erros foram avaliados quanto às pressuposições de normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, e homogeneidade da variância, pelo teste de Bartlett. Quando não foram atendidas, foram submetidas a transformação dos dados, sendo teor de água, porcentagem de germinação, diásporos duros em $\arcsen \sqrt{x/100}$; IVG e plântulas anormais $\sqrt{x+0,5}$, considerando x o valor obtido para a variável observada. Os dados transformados foram utilizados apenas na análise estatística, e mantidos os dados originais para apresentação dos resultados.

Previamente ao teste de germinação, os substratos foram esterilizados em autoclave (120 °C por 60 minutos) e, posteriormente, levados a estufa de circulação de ar forçada a 70 °C por duas horas e 24 horas, para secagem do papel, e, vermiculita e areia, respectivamente. Os substratos areia e vermiculita foram umedecidos com água destilada à 60% de sua capacidade de retenção, que correspondeu a 43 e 47 mL, respectivamente, enquanto o substrato papel foi umedecido com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel, o equivalente a 14 mL (BRASIL, 2013).

As caixas plásticas foram mantidas em câmaras de germinação, do tipo Mangelsdorf, a uma temperatura de 25 (± 1 °C) e fotoperíodo de 8-16 horas (luz/escuro). As avaliações foram realizadas a cada três dias, entre o 18° e o 45° dia, período correspondente ao início e a estabilização da germinação. Foram consideradas plântulas normais àquelas que apresentaram todas as estruturas essenciais (raiz primária, hipocótilo, cotilédones e epicótilo) e plântulas anormais, as que não apresentaram todas estas estruturas, conforme registro fotográfico (Figura 2) (BRASIL, 2009).

O diásporo foi considerado uma unidade-semente múltipla (USM), tendo em vista que, o mesmo pode produzir mais de uma plântula normal. Assim, quando o diásporo (unidade-semente) produziu mais de uma plântula (normal ou anormal), somente a primeira a germinar foi contabilizada para determinação da porcentagem de germinação. Foram considerados como diásporos duros, àqueles que não apresentaram estruturas de germinação. Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação (BRASIL, 2009) e o índice de velocidade de germinação (IVG), determinado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962). Para a variável primeira contagem realizou-se análise descritivas dos dados.

3.2.3 Análise dos dados

Os dados de biometria dos diásporos foram analisados por meio de ajuste de distribuições estatísticas e de estatísticas descritivas, que compreenderam medidas de posição (média) e de dispersão (coeficientes de variação) (SILVA et al., 2013).

A análise estatística foi efetuada com auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2011), submetendo os dados à análise de variância (ANOVA) e, quando constatada diferença entre os tratamentos, efetuou-se a comparação de médias pelos testes t e Scott-Knott a 5%.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lote constituído por diásporos de *B. riedelianum* apresentou peso de mil sementes (PMS) o valor de 361,43 g com um coeficiente de variação (CV) de 2,61%, o que equivale a 2.766 frutos por quilograma, e umidade de 17,13%. O peso de mil sementes do presente estudo apresentou resultados semelhantes aos observados na literatura para espécie por Lorenzi (2008) e, Grings e Brack (2011), com valores que variaram entre 2.200 a 2.900 frutos Kg⁻¹ e 2.460 frutos Kg⁻¹, respectivamente. Em relação ao teor de água Donazzolo et al. (2013), encontraram para a mesma espécie o valor de 14,7%.

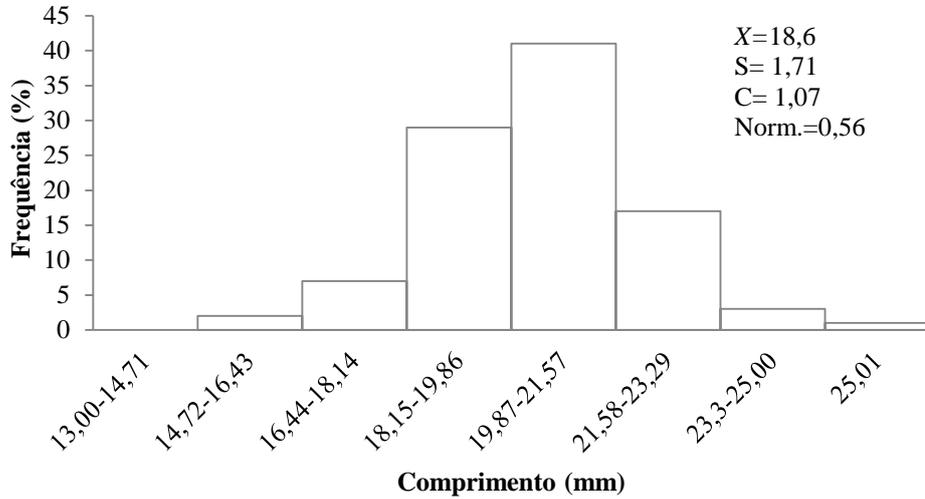
Esta variação no teor de água dos diásporos bem como no peso de mil sementes, pode esta associada a diferentes fatores como, por exemplo, ao genótipo e a região de origem. A qualidade e vigor obtidos com a amostra do lote estão diretamente relacionados as dimensões dos diásporos, e estão associadas não só a fatores ambientais, mas também às reações da população ao estabelecimento em novo ambiente, principalmente quando a espécie tem ampla distribuição (RODRIGUES et al., 2006).

Os dados biométricos atenderam ao pressuposto da normalidade dos resíduos ($p\text{-value} > 0,05$) para todas as dimensões, sendo observado também os valores de curtose de 1,07; 0,81 e 0,36 para o comprimento, largura e espessura, respectivamente. A distribuição de frequência dos dados biométricos dos diásporos de *B. riedelianum*, no que se refere ao comprimento e largura mostraram média, $18,59 \pm 1,71$ mm para comprimento; $9,03 \pm 1,12$ mm para a largura e $9,38 \pm 1,40$ mm para espessura. A classe de frequência mais representativa foi de 19,87-21,57 mm (41%) para o comprimento; de 9,51-10,38 mm (36%) para a largura e 10,87-11,96 mm (28%) para espessura (Figura 1).

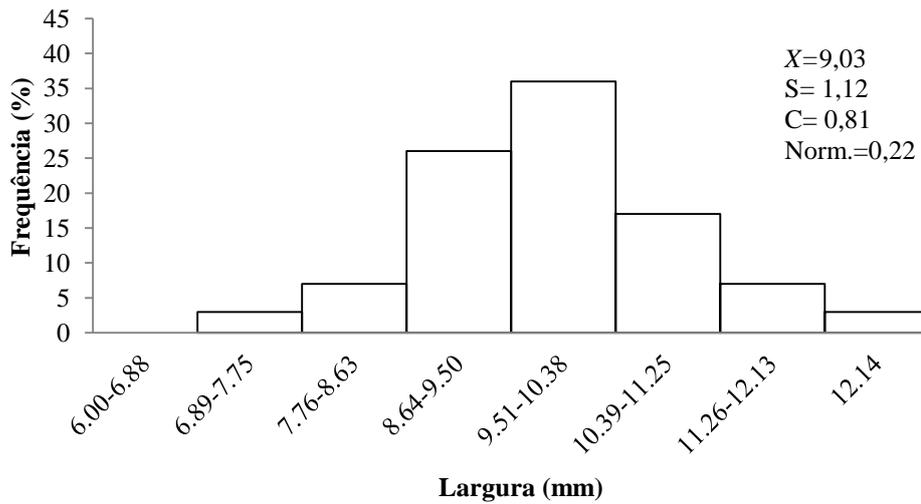
Estes resultados estão semelhantes com o intervalo determinado por Carvalho (2003), ao caracterizar o diásporo de *B. riedelianum*, quando maduro, com dimensões que variam de 5 a 25 mm de largura por 20 a 25 mm de comprimento. Contudo, superior ao observado por Grings e Brack (2011) para a espécie com valores biométricos que variam de 3 a 4 cm de comprimento e 2,5 a 3,0 cm de largura.

A posição do diásporo na planta mãe pode afetar o tamanho, morfologia e germinação, o que é mediado por fatores ambientais que atuam durante o desenvolvimento e maturação do fruto (GUTTERMAN, 1992). As características biométricas dos diásporos apresentaram pouca variação, como pode ser observado pelo desvio padrão, variando de 13,24 a 24,1 mm (1,82 vezes) em comprimento e de 6,05 a 12,18 mm (2,01 vezes) em largura, respectivamente, o que pode ser indicativo referencial para diásporos coletados na região de Nova Palma, RS.

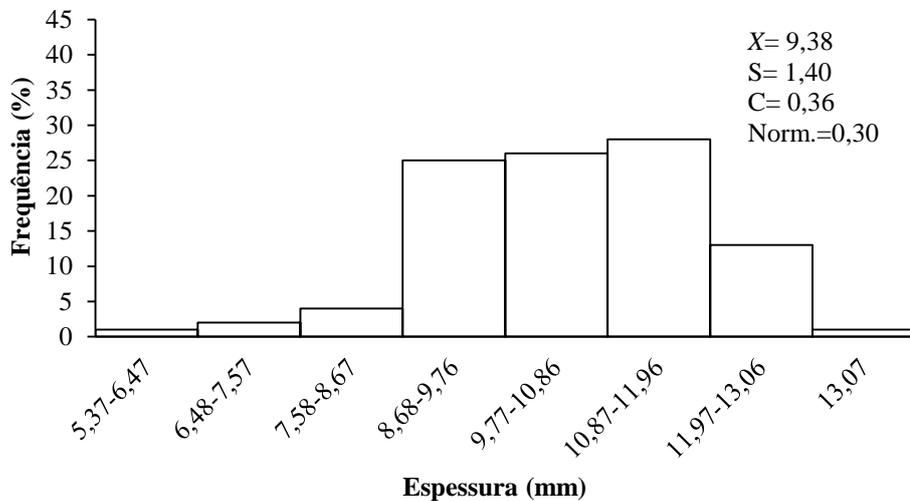
Figura 1 - Frequência, média (X), desvio padrão (S), curtose (Curt.) e normalidade (Norm.) do comprimento (A), da largura (B) da espessura (C) dos diásporos de *Balfourodendron riedelianum*.



(A)



(B)



(C)

3.3.1 Características fisiológicas

Na análise de variância dos dados (Apêndice B) foi constatada interação significativa entre tratamentos pré-germinativos e substratos para as variáveis germinação, índice de velocidade de germinação, porém para plântula anormal e diásporos duros, houve efeito significativo somente dos tratamentos de superação de dormência.

A germinação é do tipo fanerocotiledonar epígea, a qual teve início no 18º dia após a instalação do teste, período no qual foi possível realizar a primeira contagem. Foram observadas as primeiras plântulas nos tratamentos em imersão em água fria por 24 e 48 horas, nos substratos vermiculita e areia, sendo o último substrato apenas para a imersão de 48 horas. A estabilização da germinação ocorreu aos 45 dias. A primeira contagem foi realizada em um menor período de tempo, quando comparado com os resultados descritos em Brasil (2013) e na pesquisa de Figliolia e Piña-Rodrigues (1995) que descreveram que a primeira contagem para *B. riedelianum* seja realizada no 20º ao 25º dia após a instalação do teste, indicando que a imersão em água fria (24 e 48 horas) foi eficiente para superar a dormência imposta pelo envoltório. Essa diferença entre os resultados encontrados no presente estudo e os encontrados na literatura podem também terem sido influenciados pelo local de coleta e material genético (genótipo).

Baseado nos dados referentes as médias da porcentagem de germinação dos diásporos de *B. riedelianum*, verificou-se os maiores valores no tratamento de imersão em água por 48 horas, independente do substrato utilizado (Tabela 1). A dormência mecânica (física) é frequente em espécies florestais, na qual o crescimento do embrião é limitado devido a uma estrutura impermeável, que impede a absorção de água mesmo em condições ambientais favoráveis (SOUZA et al., 2012; VENIER et al., 2012; NASR et al., 2013).

A dormência dos diásporos da espécie *B. riedelianum* é superada com o uso de imersão em água por 24 horas e escarificação mecânica (CARVALHO, 2003; MORI; PIÑA-RODRIGUES; FREITAS, 2012; DONAZZOLO et al., 2013). Contudo, os mesmos encontraram 12 a 37% de germinação, valores expressivamente inferiores aos obtidos na presente pesquisa.

O uso da escarificação mecânica, como tratamento pré-germinativo, nesta pesquisa, mesmo sendo realizada na região lateral ao pedúnculo proporcionou uma redução da porcentagem de germinação, quando comparada aos métodos de imersão em água fria, indicando que este procedimento ocasionou danos na estrutura interna das sementes ou não foi suficiente para superar a barreira para absorção de água.

Tabela 1 - Tratamentos pré-germinativos em diásporos de *Balfourodendron riedelianum* associado a diferentes substratos por meio das variáveis: germinação e índice de velocidade de germinação (IVG).

Germinação (%)				
Tratamentos	Substrato			
	Papel	Areia	Vermiculita	
Controle	51 Bb*	51 Bc*	73 Aa*	
Imersão em água fria 10 °C por 24 h	56 Bb	62 Bb	79 Aa	
Imersão em água fria 10 °C por 48 h	80 Aa	84 Aa	83 Aa	
Imersão em água fria 10 °C por 72 h	61 Ab	49 Ac	60 Ab	
Imersão água fervente à 100 °C 5 min	0 Ae	0 Ad	0 Ae	
Escarificação química com ácido sulfúrico 5 min	0 Be	0 Bd	9 Ad	
Escarificação mecânica com lixa	31 Bd	34 Bc	53 Ab	
Escarificação mecânica com lixa e imersão em água por 24 h	46 Ac	46 Ac	55 Ab	
Escarificação Mecânica com lixa e imersão em GA ₃	43 Ac	44 Ac	33 Ac	
IVG				
Tratamentos	Substrato			
	Papel	Areia	Vermiculita	
Controle	0,47 Ac*	0,49 Ac*	0,60 Aa*	
Imersão em água fria 10 °C por 24 h	0,82 Aa	0,89 Aa	0,66 Ba	
Imersão em água fria 10 °C por 48 h	0,62 Ab	0,69 Ab	0,80 Aa	
Imersão em água fria 10 °C por 72 h	0,54 Ac	0,60 Ac	0,65 Aa	
Imersão água fervente à 100 °C 5 min	0,00 Af	0,00 Ae	0,00 Ac	
Escarificação química com ácido sulfúrico 5 min	0,00 Af	0,00 Ae	0,05 Ac	
Escarificação mecânica com lixa	0,24 Ae	0,36 Ad	0,38 Ab	
Escarificação mecânica com lixa e imersão em água por 24 h	0,65 Bb	0,87 Aa	0,63 Ba	
Escarificação Mecânica com lixa e imersão em GA ₃	0,34 Bd	0,60 Ac	0,43 Bb	

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

Os tratamentos pré-germinativos, imersão em água fervente e em ácido sulfúrico por 5 minutos independente do substrato, não proporcionaram o processo germinativo das sementes, o que ocorreu apenas quando os diásporos foram tratados com ácido sulfúrico e semeados em vermiculita (9%) (Tabela 1). Por outro lado, Farias et al. (2013) verificaram que esses métodos foram apropriados para superar a dormência e otimizar a emergência de plântulas de *Piptadenia stipulacea* quando as sementes foram expostas durante 1 a 2 minutos em água a 100 °C e a exposição durante 10 minutos em ácido sulfúrico (98%). Nesse sentido, embora estudos tenham sido desenvolvidos sobre a eficácia do ácido sulfúrico na superação de dormência por impermeabilidade do tegumento, faz-se necessárias abordagens particulares para as diferentes espécies, devido às variações de tamanho e área superficial das sementes, composição da casca,

susceptibilidade aos microorganismos e disponibilidade hídrica do sistema de produção (SANTOS et al., 2014).

Independente dos tratamentos para superação de dormência, nos tratamentos de escarificação mecânica com umedecimento do substrato em solução de GA₃, não houve diferença significativa entre os demais substratos. A eficiência e facilidade do uso da vermiculita como substrato no teste de germinação corrobora com a recomendação descrita, para a espécie *B. riedelianum*, nas Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (BRASIL, 2013).

Os resultados de IVG (Tabela 1), apresentaram a mesma tendência observada para germinação com os tratamentos de superação de dormência, constatando que os tratamentos de imersão em água a 100 °C e ácido sulfúrico por 5 minutos, foram responsáveis pelos menores índices para todos os substratos.

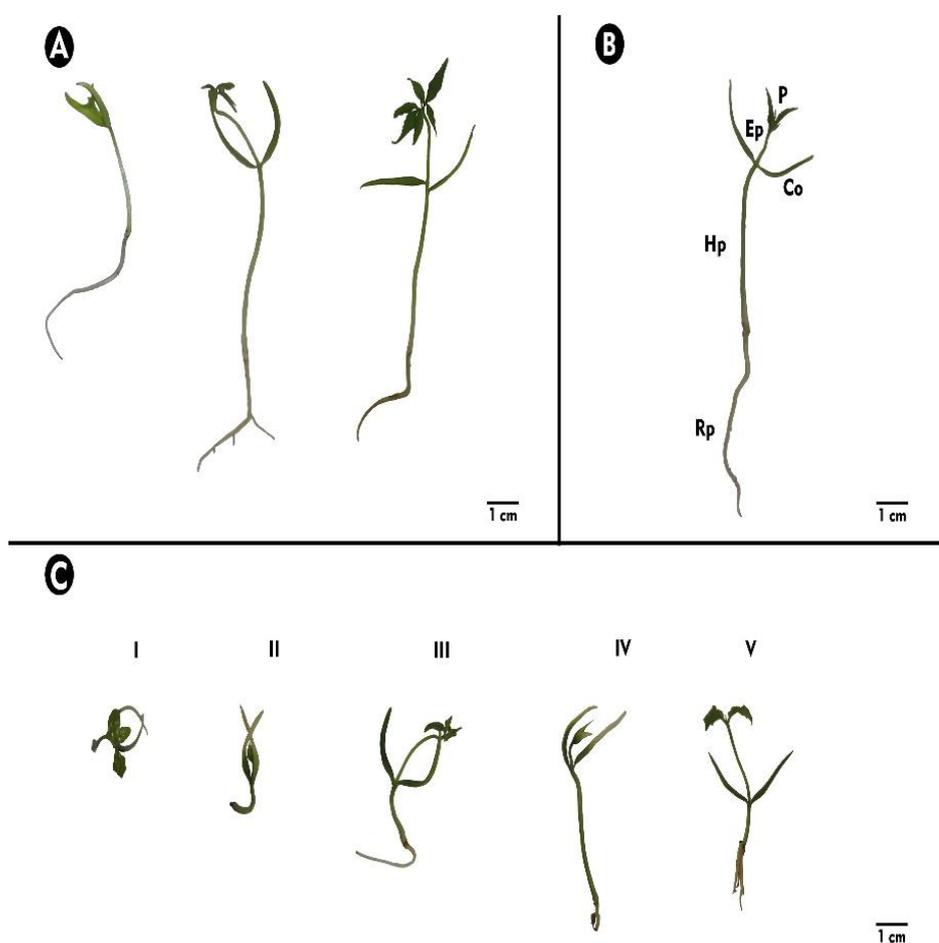
Constata-se que os tratamentos de superação de dormência promoveram índices de velocidade de germinação distintos para cada substrato utilizado. Para o substrato de papel, o maior IVG é atribuído ao tratamento de imersão em água por 24 horas. Em areia, destacam imersão em água por 24 horas e escarificação e imersão por 24 horas, já em vermiculita, a maioria dos tratamentos não diferiram entre si.

A indicação de determinado método para a superação da dormência deve permitir que a maioria das sementes dormentes expresse seu potencial fisiológico após a aplicação do mesmo, apresentando germinação rápida e uniforme (BRANCALION; MONDO; NOVEMBRE, 2011). Assim, com o intuito de reduzir o tempo de condução do teste de germinação, o tratamento com imersão em água fria por 48 horas associado com o uso do substrato vermiculita, é sugerido para o teste de germinação, uma vez que, o mesmo apresentou como resultado um IVG de 0,80 e germinação média de 83%.

As plântulas normais de *B. riedelianum* ao 24º dia após a instalação do experimento estão representadas na Figura 2A. De acordo com a ilustração da morfologia dessas plântulas, todas apresentam raiz primária bem desenvolvida, hipocótilo, cotilédones abertos e primórdios foliares. Alguns diásporos que emitiram radícula, mas não emitiram as demais estruturais essenciais, ao final do experimento, foram consideradas anormais (Figura 2C). Os principais tipos de anormalidades encontradas nos diferentes tratamentos foram: raiz primária atrofiada (Figura 2C - I); ausência de raiz primária (Figura 2C - II); raiz primária desproporcional em relação às outras estruturas da plântula (Figura 2C - III); raiz primária curta, grossa e com geotropismo negativo (Figura 2C - IV); ausência de raiz primária definida e desproporcional a parte aérea (Figura 2C - V) (BRASIL, 2009).

Além das anormalidades citadas, pôde-se observar necrose e má formação da radícula, fato que, pode ter ocorrido em virtude da perda de umidade do substrato, principalmente no substrato papel, prejudicando o desenvolvimento das plântulas.

Figura 2 - Plântulas de *Balfourodendron riedelianum* obtidas no teste de germinação: A - Plântulas normais; B - Plântula normal com raiz primária (Rp), hipocótilo (hp), cotilédones abertos (Co), Epicótilo (Ep), protófilo e primeiro par de folhas (P); C - Plântulas anormais com raiz primária atrofiada (I), ausência da raiz primária (II), raiz primária desproporcional em relação às outras estruturas da plântula (III), raiz primária curta, grossa e com geotropismo negativo (IV), ausência de raiz primária definida e desproporcional a parte aérea (V). (Barras: 2cm).



Nas plântulas consideradas anormais (Tabela 2), não foi possível determinar a relação direta com os tratamentos pré-germinativos. A imersão em água fria (24 e 48 horas) e escarificação mecânica com posterior, imersão em água fria por 24 horas, foram os tratamentos que apresentaram as maiores porcentagens de diásporos com anormalidade. Em contrapartida, esses métodos também proporcionaram os maiores índices de IVG independente do substrato

(Tabela 1) além da realização da primeira contagem em um menor período para o tratamento em imersão em água fria.

O tratamento com imersão em ácido sulfúrico por 5 minutos apresentou a maioria dos diásporos rígidos (duros) ao final do período de avaliação do teste de germinação, indicando que o tempo de escarificação pode ter causado danos ao embrião da semente (Tabela 2). Efeito similar foi observado ao utilizar o tratamento pré-germinativo de imersão em água fervente por 5 minutos, cuja temperatura da água, possivelmente, ocasionou danos aos tecidos embrionários acarretando, por conseguinte, a ausência da germinação (Tabela 1).

Tabela 2 - Tratamentos pré-germinativos em diásporos de *Balfourodendron riedelianum* associado a diferentes substratos como índice da qualidade fisiológica por meio das variáveis: plântulas anormais e diásporos duros.

Tratamentos	Plântula anormal (%)	Diásporos duros (%)
Controle	2,61 a*	31,56 b*
Imersão em água fria 10 °C por 24 h	3,95 a	37,72 c
Imersão em água fria 10 °C por 48 h	3,52 a	14,40 a
Imersão em água fria 10 °C por 72 h	2,97 a	40,37 c
Imersão água fervente à 100 °C 5 min	0,00 b	100,00 e
Escarificação química com ácido sulfúrico 5 m	0,08 b	97,00 e
Escarificação mecânica com lixa	1,64 b	59,19 d
Escarificação mecânica com lixa e imersão em água	3,59 a	47,25 c
Escarificação Mecânica com lixa e imersão em GA ₃	2,29 a	58,13 d

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

A porcentagem de diásporos duros está diretamente relacionada com a eficiência dos métodos utilizados para a superação da dormência, logo, tratamentos com baixos índices de germinação resultaram em porcentagens elevadas de diásporos duros.

3.4 CONCLUSÕES

Os diásporos de *Balfourodendron riedelianum* apresentam em média, 18,59 mm para comprimento; 9,03 mm para a largura e 9,38 mm para a espessura.

A unidade dispersora de *Balfourodendron riedelianum* apresenta como mecanismo de dormência, o impedimento do envoltório à embebição de água, o qual é superado com a imersão em água fria (8 ± 2 °C), por 48 horas e a utilização de vermiculita como substrato para o teste

de germinação, devido sua praticidade, promove melhor adensamento radicular e ser livre de pragas e doenças.

3.5 AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Silvicultura e Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais e ao Laboratório de Sementes do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul pelo uso de suas instalações.

3.6 REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R. S. et al. Tratamentos físicos e químicos na superação de dormência em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 156-159, 2015.

AZEREDO, G. A. et al. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 49-58, 2010.

BACKES, P.; IRGANG, B. *Árvores do Sul*. Guia de identificação & interesse Ecológico. As principais espécies nativas Sul-Brasileiras. 1 ed. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2002. 326p.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 2014. 1573p.

BIRUEL, R. P.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Germinação de *Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke. Sementes sob diferentes condições de armazenamento, escarificação química, temperatura e luz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, p. 151-159, 2007.

BRANCALION, P. H. S.; MONDO, V. H. V.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* Perk. - Rhamnaceae). **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p.119-124, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009, 395p.

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

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa n° 44**. Brasília: Mapa, 2010, 2p.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa n° 34**. Brasília: Mapa, 2011, 1p.

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

CAMPOS, L. F. C. et al. Escarificação e ácido giberélico na emergência e crescimento de plântulas de biribá. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1748-1754, 2015.

CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Caracterização biométrica e respostas fisiológicas de diásporos de murucizeiro a tratamentos para superação da dormência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 704-712, 2013.

CARVALHO, P. E. R. *Espécies arbóreas brasileiras*: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: Embrapa, Colombo, PR, Embrapa Florestas, 1039p. 2003.

DRESCH, D. M. et al. Germinação de sementes de *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg em diferentes temperaturas e umidades do substrato. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 94, p. 223-229, 2012.

DONAZZOLO, J. et al. Germinação de sementes de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler: uma espécie ameaçada. **Caderno de Agroecologia**, v. 8, n. 2, p. 1-5, 2013.

FARIAS, R. M. et al. Superação de dormência em sementes de jurema-branca (*Piptadenia stipulacea*). **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 2, p. 160-165, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia UFLA**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIGLIOLIA, M. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Manejo de sementes de espécies arbóreas. **IF Série Registros**, São Paulo: n. 15, p. 1-59, 1995.

GODOI, S.; TAKAKI, M. Effects of light and temperature on seed germination in *Cecropia hololeuca* Miq. (Cecropiaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 2, p. 185-191, 2004.

GRINGS, M.; BRACK, P. Grupos de uso e as espécies prioritárias - *Balfourodendron riedelianum*: guatambu. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro – Região Sul – Brasília: MMA, 2011. 934p.

GUEDES, R. S. et al. Temperaturas e substratos para germinação e vigor de teste de *Amburana cearensis* (Allemão) AC Smith. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.

GUTTERMAN, Y. Maternal effects on seeds during development. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. CAB International UK, p. 145-162, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 1, 5 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 383p. 2008.

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

- MARTINS, C. C. et al. Método de colheita de dormência na qualidade fisiológica de sementes de *Cassia ferruginea*. **Semina**, v. 33, n. 2, p. 491-498, 2012.
- MORI, E. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREITAS, N. P de. **Sementes florestais: guia para germinação de 100 espécies nativas**. São Paulo: Instituto Refloresta, 2012. 159p.
- MUNSELL, A. H. **Munsell color charts for plants tissues**. Macbeth. Division of Margen Corporation. Baltimore: 1976.
- NASR, S. M. H.; SAVADKOOHI, S. K.; AHMADI, E. Effect of different seed treatments on dormancy breaking and germination in three species in arid and semi-arid lands. **Forest Science and Praticce**, v. 15, n. 2, p. 130-136, 2013.
- NOGUEIRA, F. C. B. et al. *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke seed germination in response to temperature, light and water Stress. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 26, p. 3796-3804, 2014.
- OLIVEIRA, A. K. M. et al. Superação de dormência em sementes de *Parkia gigantocarpa* (Fabaceae – Mimosidae). **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 533-540, 2012.
- PIVETA, G. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de aroeira-preta (*Lithraea molleoides*) submetidas a métodos de superação de dormência. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 289-297, 2014.
- RODRIGUES, A. C. C. et al. Biometria de frutos e sementes e grau de umidade de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul) procedentes de duas áreas distintas. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 4, n. 8, p. 1-15, 2006.
- SANTOS, J. L. et al. Superação da dormência tegumentar de sementes de *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth pela escarificação química. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1642-1651, 2014.
- SANTOS, M. R. A dos et al. Estudos sobre superação de dormência em sementes de *Smilax japecanga* Grisebach. **Ciência Agrotécnica**, v. 27, n. 2, p. 319-324, 2003.
- SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 120-126, 2000.
- SENEME, A. M. et al. Germinação, qualidade sanitária e armazenamento de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium*). **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 1-6, 2012.
- SILVA, M. S. et al. Biometria de frutos e sementes de *Melanoxylon brauna* Schott. (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 517-524, 2013.
- SOUZA, T. V. et al. Water absorption and dormancy-breaking requirements of physically dormant seeds of *Schizolobium parahyba* (Fabaceae - Caesalpinioideae). **Seed Science Research**, v. 22, p. 169-176, 2012.

VENIER, P.; FUNES, G.; GARCÍA, C. C. Physical dormancy and histological features of seeds of five Acacia species (Fabaceae) from xerophytic forests in central Argentina. **Flora**, v. 207, p. 36-46, 2012.

4 ARTIGO - QUALIDADE DE DIÁSPOROS DE *Balfourodendron riedelianum* ENGL. ENGL. APÓS ARMAZENAMENTO E DESINFESTAÇÃO

RESUMO

O armazenamento é uma estratégia importante para a conservação de sementes florestais e a manutenção da viabilidade destas pode garantir a preservação da espécie. Com o objetivo de avaliar a qualidade dos diásporos de *Balfourodendron riedelianum* armazenados durante dois anos em câmara fria e úmida [temperatura ± 8 °C e umidade relativa (UR) em torno de 80%], e o efeito da desinfestação dos diásporos antes do teste de germinação foram conduzidos dois experimentos. No primeiro, o armazenamento foi avaliado nos tempos 0, 12 e 24 meses, sendo realizada a determinação da qualidade física, testes de germinação e de sanidade. No segundo, os diásporos, após beneficiamento, foram desinfestados com detergente, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, Maxim[®] e Orthocide[®]) e testemunha (diásporos sem tratamento) e foi avaliada a incidência de patógenos. Os diásporos de *B. riedelianum* se mantiveram-se viáveis durante 12 meses (43,75% de germinação) sob as condições de armazenamento. Contudo, aos 24 meses de armazenamento em câmara úmida e fria houve redução da qualidade fisiológica (7,5% de germinação) e vigor dos diásporos, com perda de umidade (11%), podendo ser classificada como intermediária quanto sua tolerância a dessecação. Os gêneros fúngicos *Aspergillus* sp.; *Fusarium* sp.; *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp. foram detectados em ambos os experimentos. A desinfestação das sementes com Orthocide[®] é indicada, pois apesar de não eliminar fungos infestantes, possivelmente devido sua ação protetora externa, proporcionou alta germinação (86%) e velocidade de germinação.

Palavras-chave: Conservação de Sementes. Embalagem de Papel. Fungicida. Assepsia.

DIASPORES QUALITY OF *Balfourodendron riedelianum* ENGL. ENGL. AFTER STORAGE AND DESINFESTATION

ABSTRACT

Storage is an important strategy to conserve forest seeds and maintain the viability of these can ensure the preservation of the species. In order to assess the quality of *Balfourodendron riedelianum* diaspores stored for two years in a cold and wet room [temperature ± 8 °C and relative humidity (RH) around 80%], and the effect of the disinfestation of the seeds before the test germination were conducted two experiments. In the first experiment, the storage was evaluated at 0, 12 and 24 months, being carried out to determine the physical, germination and sanity. In the second experiment, the benefited diaspores and the control group (untreated diaspores) were disinfested with detergent, sodium hypochlorite, calcium hypochlorite, and Maxim[®] Orthocide[®]), then the incidence of pathogens were evaluated. The *B. riedelianum* diaspores remained viable during 12 months (43.75% germination) under storage conditions. However, after 24 months of storage in the wet room there was a reduction of physiologic (7.5% germination) and vigor of the seeds with moisture loss (11%) and can be classified as intermediate as its tolerance to desiccation. The fungal genera *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. and *Penicillium* sp. They were detected in both experiments. The disinfestation of the seeds with Orthocide[®] is indicated because although it does not eliminate infesting fungi, possibly because its external protective action, provided high germination (86%) and germination rate.

Keywords: Seed Conservation; Paper packaging; Fungicide; Sterilization.

4.1 INTRODUÇÃO

Balfourodendron riedelianum Engl. Engl., família Rutaceae, encontra-se naturalmente no Paraguai (TROPICOS[®], 2016), Argentina e Brasil (RAPOPORT; HOLDEN, 1960; IUCN, 1998), entre os Estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul. A espécie desenvolve-se em solos preferencialmente férteis, profundos e bem drenados, contudo, tolera solos pedregosos e úmidos (CARVALHO, 2003), sendo indicada para recuperação de áreas ribeirinhas, além de apresentar potencial paisagístico e madeireiro (BACKES; IRGANG, 2002; CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008). Pesquisas com o extratos e frações de folhas do *B. riedelianum* sugerem seu potencial como inseticida natural para o controle de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), uma importante praga da cultura do milho, que causa grandes prejuízos em relação à produtividade e à qualidade do produto final (MATOS et al., 2014), além da utilização medicinal, para tratamentos gastrointestinais (VEIGA et al., 2013).

A sazonalidade e a heterogeneidade na floração e frutificação desta espécie, como também de outras espécies florestais nativas, são fatores determinantes para produção em quantidade e qualidade de sementes, podendo acarretar em períodos de maior produção em um ano e, no outro, redução ou indisponibilidade de propágulos.

Nesse sentido, o armazenamento desse material de propagação em condições adequadas é uma alternativa necessária para o fornecimento contínuo de sementes em momentos de escassez, permitindo a disponibilidade das mesmas para pesquisas sobre tecnologia e fisiologia de sementes e produção de mudas utilizadas em programas de reflorestamento (NERY et al., 2014) e arborização urbana (TRESENA et al., 2010).

Entre as formas de conservação de sementes, o armazenamento pode ser considerado um método seguro e economicamente viável, tendo em vista que as sementes podem manter a sua viabilidade durante um maior período, dependendo das condições ambientais, assim como do seu comportamento à dessecação (BONNER, 1990; MARCOS FILHO, 2005). No entanto, a tolerância a dessecação das sementes de espécies florestais, principalmente as nativas, são incipientes, tendo em vista que apresentam características peculiares com relação a longevidade durante o armazenamento (PARISI et al., 2013), podendo ocorrer variações conforme o genótipo (MARCOS FILHO, 2005).

Além da necessidade da conservação das sementes, estas deverão estar livres de patógenos, uma vez que poderão reduzir a viabilidade do lote, ocasionando danos como: morte após a emergência, podridão da raiz, anormalidades, subdesenvolvimento e descoloração do tecido (NETTO; FAIAD, 1995; PARISI et al., 2013).

Desta forma, a desinfestação das sementes é de extrema importância na obtenção de qualidade sanitária (ABATI et al., 2014). Contudo, a utilização de fungicidas nas sementes é bem definida para culturas agrícolas comerciais, como soja (CONCEIÇÃO et al., 2014), arroz (TELÓ et al., 2012) e trigo (ABATI et al., 2014), sendo necessário mais estudos para espécies florestais arbóreas, inclusive para a espécie *B. riedelianum*.

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi avaliar a qualidade física e fisiológica dos diásporos de *B. riedelianum* armazenados durante dois anos e o efeito da desinfestação dos diásporos para o controle de fungos na germinação.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os diásporos de *Balfourodendron riedelianum* foram coletados em quatro árvores matrizes, de fragmentos florestais localizados no distrito de Caemborá (29°28'18.9"S e 53°18'03.4"W), no município de Nova Palma, RS, em julho de 2013 (experimento 1) e em julho de 2015 (experimento 2). Devido a frutificação bienal e maturação desuniforme padronizou-se a coleta dos diásporos com coloração verde (2.5GY 5/4) para amarelo bege (2.5Y 7/6), baseada na carta de cores de tecido vegetal (MUNSELL, 1976).

Após a coleta, o material foi colocado em sacos plásticos (polietileno) identificados por matriz e transportado para o Laboratório de Silvicultura da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) para beneficiamento. Em seguida, os diásporos foram colocados em bandejas dispostas sobre mesas, sendo retirados os galhos e folhas, em seguida, houve o revolvimento diário para pré-secagem natural em local coberto e arejado, durante três dias. Em seguida, foi retirada de forma manual e individual, a ala dos diásporos com auxílio de uma tesoura de poda. O uso de diásporos para os testes laboratoriais deve-se à dificuldade na remoção das sementes dos mesmos, sem comprometer e/ou danificar a estrutura do embrião.

Após o beneficiamento, os diásporos foram misturados e homogeneizados manualmente, formando-se um único lote, o qual foi alocado em embalagem permeável de papel pardo e, inserido em tambores do tipo Kraft e armazenados em câmara fria e úmida [temperatura ± 8 °C e umidade relativa (UR) em torno de 80%].

Do lote foram retiradas amostras para a realização de testes (Experimento 1), sendo a qualidade dos diásporos avaliada nos tempos 0, 12 e 24 meses de armazenamento, por meio das seguintes variáveis:

Teor de água - determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, utilizando-se duas amostras de 5 g (BRASIL, 2009); **Teste de germinação** - conduzido com quatro

amostras de 20 diásporos, os quais foram colocados em caixas plásticas transparentes (tipo “gerbox”), após o pré-condicionamento em água fria (8 ± 2 °C) por 48 horas, na geladeira. O substrato e o método utilizado foi entre vermiculita previamente esterilizado em autoclave (120 °C por 60 minutos), e umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa seca do substrato, o equivalente a 43 mL (BRASIL, 2013), na temperatura de $25 (\pm 1)$ °C e fotoperíodo de 8 horas de luz, em germinador tipo Mangelsdorf. Na análise determinou-se a porcentagem de plântulas normais, ou seja, aquelas que foram contabilizadas como germinadas, de acordo com Brasil (2009), avaliadas a cada três dias até a estabilização da curva de germinação em torno de 45 dias após a sementeira; **Índice de velocidade de germinação (IVG)** - paralelamente ao estudo da germinação foi também determinado o índice de velocidade de germinação, utilizando-se a fórmula proposta por Maguire (1962); **Comprimento de plântulas (cm plântula^{-1})** - após a contagem do número de plântulas normais (germinação), as mesmas foram submetidas a medições da raiz ao ápice caulinar com auxílio de uma régua graduada e os resultados foram expressos em cm; **Massa seca das plântulas (g plântula^{-1})** - utilizaram-se todas as plântulas normais, sendo estas colocadas em sacos de papel do tipo Kraft devidamente identificados, e então levadas à secagem em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, por 48 horas. Após esse período, o material foi pesado e o resultado dividido pelo número de plântulas, sendo o resultado expresso em gramas por plântula; **Sanidade** - nas três ocasiões 0, 12 e 24 meses de armazenamento foi realizado a análise de sanidade no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Defesa Fitossanitária do Centro de Ciências Rurais/UFSM. Os diásporos (quatro repetições de 20 diásporos) foram colocados em caixas plásticas transparentes (tipo “gerbox”), que foram desinfestadas com soluções de hipoclorito de sódio 1% e álcool 70%, respectivamente. Nos gerbox foram inseridas duas folhas de papel filtro, umedecidas com água destilada e, também esterilizada, incubadas em câmara com temperatura controlada a $22 (\pm 3)$ °C e fotoperíodo de 12 horas de luz fluorescente e 12 horas de escuro por sete dias. Após o período de incubação, os diásporos foram individualmente analisados sob microscópio estereoscópico para a identificação e quantificação dos fungos associados aos mesmos, em nível de gênero. Foram realizadas, quando necessário, preparações de lâminas, que observadas em microscópio óptico, permitiram a visualização das estruturas para identificação (BARNETT; HUNTER, 1999).

A porcentagem de infestação (PI %), em cada tratamento foi obtida utilizando a equação: $\text{PI (\%)} = 100 \times \text{n}^\circ \text{ de diásporos infestados} / \text{número total de diásporos por gerbox}$.

No experimento 2 realizou-se a desinfestação dos diásporos, coletados em 2015, sendo utilizados 80 diásporos distribuídos em quatro caixas “gerbox”, sendo estas desinfestadas com

hipoclorito de sódio (NaClO) e etanol a 1 e 70%, respectivamente. O substrato utilizado foi o papel filtro (2 folhas), esterilizado em autoclave, e umedecido com água destilada e esterilizada na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato.

Os tratamentos utilizados foram: **Cont.** - controle (diásporos sem tratamento); **Deterg.**- imersão em solução de detergente neutro com 5 gotas a cada 100 mL de água por um período de 10 minutos, seguido de enxague em água corrente para remoção do mesmo (BRASIL, 2013); **Hip. sódio**- imersão dos diásporos em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 1% da solução comercial (com 2,5% do princípio ativo) por 5 minutos, seguido por lavagem para remoção da solução (BRASIL, 2013); **Hip. cálcio**- imersão em solução de hipoclorito de cálcio a 1,5% p/p; **Max.**- fungicida Maxim XL[®] e **Orth.**- fungicida Orthocide 500[®] na concentração de 0,18g/100g de diásporos.

Nos tratamentos químicos com os fungicidas Maxim[®] e Orthocide 500[®] (10 g L⁻¹ de Metalaxil - X (Methyl N-methoxyacetyl-N-2,6-xlyl-D-alaninate) e 25 g L⁻¹ de Fludioxonil 4-(2,2- difluoro-1,3-benzodioxol-4-yl) pyrrole-3-carbonitrile) e (500g Kg⁻¹ de N-(trichloromethyltio) cyclohex-4-ene-1,2-dicarboximide), respectivamente, os diásporos foram colocados previamente em um béquer para aplicação do produto, sendo necessário a adição de 5 mL de água destilada, em seguida utilizou-se uma haste de vidro para misturar o produto durante 5 minutos para sua homogeneização. A incubação dos diásporos foi realizada seguindo a metodologia descrita anteriormente para avaliação do teste de sanidade. Os testes para determinação da qualidade fisiológica (germinação, IVG, comprimento de plântulas e massa seca) seguiram a mesma metodologia descrita na avaliação do armazenamento.

Os erros de ambos experimentos foram avaliados quanto às pressuposições de normalidade e homogeneidade, quando essas pressuposições não foram atendidas procedeu-se a transformação dos dados para germinação em $\arcseno \sqrt{x/100}$ e IVG $\sqrt{x+0,5}$. Os dados transformados foram utilizados apenas na análise estatística, enquanto que, nas tabelas, mantiveram-se os dados originais. A análise estatística foi efetuada com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011), submetendo os dados à análise de variância (ANOVA) e, quando constatada diferença entre os tratamentos, efetuou-se a comparação de médias pelos testes t e Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito significativo ($p < 0,05$) nos tempos avaliados durante o armazenamento para as variáveis teor de água, germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) (Apêndice C).

Constatou-se a perda da qualidade fisiológica dos diásporos de *B. riedelianum* no decorrer do tempo de avaliação (experimento 1), o que foi evidenciado, principalmente pela redução do percentual de germinação, índice de velocidade de germinação, além do teor de água dos diásporos (Tabela 1).

A avaliação da germinação após 12 meses de armazenamento (43,75%) foram superiores, aqueles descritos em Carvalho (2003), que trabalhando em condições de ambiente não controlado e em câmara fria, a germinação foi de 7 e 31%, respectivamente, após 12 meses de armazenamento. Este resultado indica a possibilidade da manutenção de diásporos de *B. riedelianum*, quando armazenadas em embalagens permeáveis de papel pardo, acondicionadas em tambores do tipo Kraft, em câmara fria e úmida (temperatura ± 8 °C e UR em torno de 80%). Apesar de proporcionar redução na qualidade fisiológica, o ambiente câmara fria ainda é o único recomendado para a espécie *B. riedelianum* (FOWLER; MARTINS, 2001; CARVALHO, 2003), sendo imprescindíveis mais estudos visando otimizar o armazenamento dos diásporos dessa espécie.

Tabela 1 - Qualidade fisiológica de diásporos de *B. riedelianum* durante armazenamento em câmara fria e úmida, Santa Maria, RS.

Tempo (meses)	Teor de água (%)	Germinação (%)	IVG	MSP (mg plântula ⁻¹)	Comp. (cm plantula ⁻¹)
0	17,1a*	82,50a*	0,80a*	39,75 ^{ns}	8,25 ^{ns}
12	13,8b	43,75b	0,47b	29,72	7,23
24	11,0c	7,50c	0,05c	24,25	7,22

*Médias seguidas da mesma letra na coluna e na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - não significativo pelo teste F. MSP = massa seca de plântula; Comp.= comprimeto da plântula

A recomendação de ambientes úmidos deve-se ao fato que, muitas espécies florestais não toleram a desidratação de suas sementes em locais com baixos níveis de umidade, como é o caso dos diásporos de *B. riedelianum*. Contudo, atividades metabólicas internas, proporcionadas pela umidade do ambiente, favorecem a deterioração dos mesmos, dessa forma, a associação de ambientes úmidos e frios são apropriados para manter a viabilidade das sementes por maior tempo. Liu et al. (2011) avaliaram o efeito da condição de armazenamento na germinação de sementes de 489 espécies, e verificaram que o armazenamento das sementes

em ambiente frio e úmido proporcionou maior qualidade fisiológica, com a germinação de 66,25% das espécies.

Os diásporos de *B. riedelianum* apresentaram teor de água inicial de 17,1% (ao 0 mês de armazenamento), e final de 11% (24 meses de armazenamento), essa diferença de hidratação resultou em uma drástica redução de 91% da germinação, indicando sua intolerância à dessecação a níveis menores que 13% (12 meses de armazenamento), e assemelhando-se às sementes intermediárias (ELLIS, 1991; GENTIL, 2001). Além disso, não suportam perdas superiores a 5% do teor de água inicial, tornando-se inviáveis (OLIVEIRA; BRUNO; MENEGHELLO, 2015).

Os diásporos foram armazenados em embalagens permeáveis, contudo, é possível observar que houve perda de umidade para o meio externo, apesar da elevada umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento. Este fato que pode estar associado à lenta higroscopicidade dos diásporos de *B. riedelianum*, durante os testes preliminares de embebição e germinação, condição que pode ser um mecanismo de conservação da qualidade e longevidade das espécies. Por outro lado, a frutificação sazonal, a formação e a composição das sementes com reserva lipoproteica (SILVA; PAOLI, 2006), podem ser uma estratégia reprodutiva e de germinação da espécie, para garantir o estabelecimento de uma nova geração de plantas.

A água tem grande influência na qualidade fisiológica da semente, uma vez que alterações no seu teor são determinantes no processo de deterioração, devido ao aumento da atividade respiratória e, conseqüentemente, no consumo das reservas (GUEDES et al., 2012a; BARBEDO; CENTENO; RIBEIRO, 2013). No entanto, o baixo teor de água dos diásporos observado no presente estudo (11%) ao final do período de armazenamento, pode ter ocasionado a dessecação do embrião, ocasionando sua morte.

A perda de viabilidade de sementes, quando acondicionada nas mesmas condições do presente estudo (embalagens de papel e câmara fria e úmida), também foram observados em sementes de *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau (GUEDES et al., 2012b), *Astronium fraxinifolium* Schott (BRAGA et al., 2014) e *Handroanthus heptaphyllus* (Mart.) Mattos (TONETTO et al., 2015).

No teste de sanidade, houve efeito significativo para a incidência dos fungos *Fusarium* sp., *Pestalotia* sp. e *Aspergillus* sp. (Apêndice D), sendo estes os principais gêneros fúngicos associados aos diásporos de *B. riedelianum* estando presentes em mais de 50% das amostras, sendo esta a característica inicial da amostra (tempo zero), condições em que os diásporos foram

armazenados até os 12 meses de avaliação. Aos 24 meses de armazenamento, esta incidência foi observada apenas para o gênero *Fusarium* sp. (Tabela 2).

No armazenamento aos 12 meses (Tabela 2) observou-se uma redução da incidência desses fungos, estando relacionados a uma redução na germinação para 43,75% (Tabela 1). A presença de *Fusarium* sp. pode ter favorecido a perda de vigor da amostra do lote de diásporos de *B. riedelianum*. Estes resultados corroboram com Benetti et al. (2009), ao verificaram decréscimo nos valores de emergência das plântulas de *Cedrela fissilis* oriundas das sementes inoculadas com *Fusarium* sp.

Tabela 2 - Incidência dos gêneros de fungos (%), detectados pelo teste de sanidade, associados aos diásporos de *B. riedelianum* durante o armazenamento em câmara fria e úmida, Santa Maria, RS.

Tempo (meses)	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Pestalotia</i> sp.	<i>Mucor</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.
0	100,00a*	97,50a*	12,50 ^{ns}	10,00b*	31,25 ^{ns}	5,00 ^{ns}
12	77,50b	56,25b	0	52,50a	18,75	0
24	86,25ab	0c	0	63,75a	13,75	0

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

O aumento da presença do fungo *Aspergillus* sp. no decorrer do período de armazenamento é um indicativo de deterioração dos diásporos de *B. riedelianum*, como observado por Cherobini; Muniz e Blume (2008) em sementes de *Cedrela fissilis*, o qual também foi responsável pelo apodrecimento das sementes, consequentemente aumentando a ocorrência de *Penicillium* sp.. Vechiato e Parisi (2013) relataram que esse fungo pode se desenvolver em condição de menor umidade, conforme observado nos diásporos avaliados ao longo do armazenamento (Tabela 1), o que também pode ter influenciado o maior desenvolvimento do gênero *Penicillium* sp.

Conforme Bewley e Black (2012) os gêneros *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. são observados, principalmente, sob condições de armazenamento, mas infestam as sementes superficialmente, consequentemente, é possível realizar a desinfestação dos diásporos e, assim, obter respostas mais reais e representativas do lote.

Diante do contexto para complementar os resultados obtidos durante o armazenamento, foram estudados diferentes tratamentos nos diásporos de *B. riedelianum*, visando reduzir microrganismos infestantes. Houve efeito significativo da desinfestação dos diásporos (Apêndice E) e a maior porcentagem de germinação foi observada no tratamento com

Orthocide® (86,25%), seguida de hipoclorito de cálcio (73,75%), o que diferiu dos demais tratamentos (Tabela 3).

O IVG apresentou a mesma tendência do teste de germinação, sendo o fungicida Orthocide® o tratamento que proporcionou maior vigor para a espécie (Tabela 3).

Tabela 3 - Qualidade fisiológica de diásporos de *B. riedelianum* em diferentes métodos de desinfestação, Santa Maria, RS.

Desinfestação	Germinação (%)	IVG	MSP (mg plântula ⁻¹)	Comp. (cm plantula ⁻¹)
Controle	50,00b*	0,28d*	22,56 ^{ns}	6,32cd*
Detergente	51,25b	0,32cd	21,43	7,74ab
Hip. sódio	55,00b	0,34c	21,59	5,32e
Hip. cálcio	73,75a	0,44b	22,54	8,25a
Maxim®	41,25b	0,22e	20,01	6,06de
Orthocide®	86,25a	0,54a	21,25	6,86bc

*Médias seguidas da mesma letra na coluna e na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} - não significativo pelo teste F. MSP = massa seca de plântula; Comp. comprimento de plântula.

Estes resultados ressaltam a eficiência do tratamento químico (Orthocide®), tendo em vista que o mesmo não apresentou efeito fitotóxico sobre a qualidade fisiológica dos diásporos e, ainda, acarretou acréscimos na germinação e IVG, quando comparado aos demais tratamentos. De acordo com Fantinel et al. (2015), esse produto é considerado um fungicida protetor, que não é translocado pelos tecidos vegetais, ou seja, não penetra no sistema vascular das sementes nem das plântulas produzidas, tendo baixa ou nula a influência nos processos fisiológicos.

Na desinfestação dos diásporos de *B. riedelianum* (experimento 2) houve efeito significativo para todas as incidências fúngicas, exceto para o gênero *Aspergillus* sp. e *Alternaria* sp. no teste de sanidade (Apêndice F). Os principais fungos associados aos diásporos de *B. riedelianum*, após os tratamentos foram *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. e *Cladosporium* sp. (Tabela 4). De maneira geral, todas os tratamentos apresentaram incidência igual ou menor de fungos em relação ao controle (testemunha), com exceção do tratamento com hipoclorito de cálcio para *Cladosporium* sp.

A incidência desses gêneros parecem ser comuns em sementes de espécies florestais, tendo em vista que resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2003) em sementes de *Ceiba speciosa* St. Hil, os quais detectaram os gêneros *Colletotrichum* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. associados às sementes.

Aspergillus sp. foi o gênero com maior incidência, o qual foi encontrado em todas as amostras e tratamentos, com incidência máxima de 100% nas amostras tratadas com hipoclorito de sódio, Orthocide® e controle (sem tratamento).

Além dos fungos já mencionados, outros fungos também ocorreram: *Alternaria* sp. e *Colletotrichum* sp. porém, em poucas amostras e com baixa incidência (Tabela 4).

Tabela 4 - Incidência dos gêneros de fungos (%) em diásporos de *B. riedelianum*, após a desinfestação, Santa Maria, RS.

Desinfestação	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Periconia</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Colletotrichum</i> sp.
Controle	100 ^{ns}	94a*	56ab*	28a*	3 ^{ns}	0b*
Detergente	99	89a	38bc	9b	3	6a
Hip. sódio	100	94a	23cd	1b	0	0b
Hip. cálcio	98	88a	66a	19ab	0	1b
Maxim®	91	69b	50ab	6b	0	0b
Orthocide®	100	86a	5d	1b	0	0b

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

A maior incidência dos fungos *Cladosporium* sp. e *Colletotrichum* sp. em relação aos diásporos sem tratamento, indica que a maior incidência destes fungos encontram-se nas camada mais internas do pericarpo, dessa forma, o controle superficial não foi o suficiente para erradicação e/ou redução dos mesmos.

A desinfestação de sementes com solução de hipoclorito de sódio é descrita na literatura como uma alternativa viável para redução da incidência de fungos (MUNIZ; SILVA; BLUME, 2007) e até mesmo como um tratamento de superação de dormência (BRAGA et al., 2014). No entanto, no presente estudo a mesma não proporcionou resultados satisfatórios, uma vez que não foi eficiente no controle da ocorrência de fungos (Tabela 4), e apresentou menor comprimento de plântula e germinação igual estatisticamente ao tratamento sem assepsia (Tabela 3).

A alta incidência de fungos, principalmente dos gêneros *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp., no tratamento com fungicida Orthocide®, e hipoclorito de cálcio não prejudicou a germinação.

A presença dos gêneros *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp. nos diásporos de *B. riedelianum* estão associados ao material coletado, sendo reincidentes em acessos diferentes às matrizes, podendo ser considerados comum e com reduzida influência na germinação, porém possivelmente, sejam potencializados durante o armazenamento, prejudicando a germinação.

Dessa forma o uso de Orthocide® no tratamento de um lote de sementes com melhor qualidade, utilizado no Experimento 2, possivelmente potencializou a germinação.

4.4 CONCLUSÕES

Os diásporos de *Balfourodendron riedelianum* podem ser armazenados durante 12 meses em câmara fria e úmida, com valores de germinação superiores a 43% permitindo a produção de mudas em viveiros em períodos sem frutificação.

A desinfestação com fungicida Orthocide® e hipoclorito de cálcio manteve a qualidade fisiológica dos diásporos *B. riedelianum*, com uma germinação superior a 70%.

4.5 REFERÊNCIAS

- ABATI, J. et al. Treatment with fungicides and insecticides on the physiological quality and health of wheat seeds. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 4, p. 392-398, 2014.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul**. Guia de identificação & interesse Ecológico. As principais espécies nativas Sul-Brasileiras. 1 ed. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2002, 326p.
- BARBEDO, C. J.; CENTENO, D da C.; RIBEIRO, R de C. L. F. Do recalcitrant seeds really exist? **Hoehnea**, v. 40, n.4, p.583-593, 2013.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustred genera of imperfect fungi**. 3 ed. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1999. 241 p.
- BENETTI, S. C. et al. Levantamento de fungos em sementes de cedro e avaliação da patogenicidade de *Fusarium* sp. e *Pestalotia* sp. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 58, p. 81-85, 2009.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination: Viability, dormancy, and environmental control**. vol. 2. Springer Science & Business Media, 2012.
- BONNER, F. T. Storage of seeds: Potential and limitations for germplasm conservation. **Forest Ecology and Management**, v. 35, p. 35-43, 1990.
- BRAGA, L de L. et al. Effects of pre-germination treatments and storage on germination of *Astronium fraxinifolium* Schott (Anacardiaceae) diaspores. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 391-399, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

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

CARVALHO, P. E. R. *Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Brasília: Embrapa, Colombo, PR, Embrapa Florestas, 1039p. 2003.

CHEROBINI, E. A. I.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Avaliação da qualidade de sementes e mudas de cedro. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2008.

CONCEIÇÃO, G. M. et al. Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 6, p. 1711-1720, 2014.

ELLIS, R. H. The longevity of seeds. **HortScience**, v. 26, n. 9, p. 1119-1125, 1991.

FANTINEL, V. S. et al. Tratamentos de sementes de goiaba-serrana (*Acca sellowiana*): efeito na incidência de fungos e na germinação. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 2, p. 84-89, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia UFLA**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FOWLER, J. A. P.; MARTINS, E. G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 76 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 58).

GENTIL, D. D. O. Conservação de sementes do cafeeiro: resultados discordantes ou complementares. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 149-154, 2001.

GUEDES, R. S. et al. Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n.1, p.68-75, 2012.

GUEDES, R. S. et al. Storage of *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau seeds in different packaging and temperatures. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 433 - 440, 2012.

IUCN – Rede List of Threatened Species™. *Balfourodendron riedelianum*: Guatambu blanco. **Americas Regional Workshop** (Conservation & Sustainable Management of Trees, Costa Rica, November 1996). 1998.

LIU, K. et al. Effect of storage conditions on germination of seeds of 489 species from high elevation grasslands of the eastern Tibet Plateau and some implications for climate change. **American Journal of Botany**, v. 98, n. 1, p. 12–19, 2011.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. v.1, 5 ed. Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, 383p. 2008.

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

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

MATOS, A. P. et al. Avaliação do efeito dos extratos e frações das folhas de *Balfourodendron riedelianum* (Rutaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **BioAssay**, v. 9, n.3, p.1-6, 2014.

MUNSELL, A.H. **Munsell color charts for plants tissues**. Macbeth. Division of Margen Corporation. Baltimore: 1976.

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.

NERY, M. C. et al. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Cerne**, v. 20, n. 3, p. 477-483, 2014.

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

OLIVEIRA, L. M de; BRUNO, R de L. A.; MENEGHELLO, G. E. Qualidade fisiológica de sementes de *Syzygium cumini* L. durante o armazenamento. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 921-931, 2015.

PARISI, J. J. D. et al. Viability of *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn. embryos according to the maturation stage, fungal incidence, chemical treatment and storage. **Journal of Seed Science**, v. 35, n.1, p.70-76, 2013.

RAPOPORT, H.; HOLDEN, K. G. Alkaloids of *Balfourodendron riedelianum*. Balfourodine and isobalfourodine. **Journal of the American Chemical Society**, v. 82, n. 16, p. 4395-4404, 1960.

SILVA, L. L da; PAOLI, A. A. S. Morfologia e anatomia da semente de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler – Rutaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 16-20, 2006.

SILVA, R. T. V da et al. Tratamento de sementes e armazenamento na sanidade de sementes de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil). **Semina**, v. 24, n. 2, p. 255-260, 2003.

TELÓ, G. M. et al. Aplicação de fungicida em cultivares de arroz irrigado e seu efeito na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 099 - 107, 2012.

TONETTO, T. da S. et al. Storage and germination of seeds of *Handroanthus heptaphyllus* (Mart.) Mattos. **Journal of Seed Science**, v.37, n.1, p.040-046, 2015.

TRESENA, N de L. et al. Teor de água limite para crioconservação das sementes de ipê amarelo (*Tabebuia chrysotrica* (Mart. Ex. DC.) Standl.). **Cerne**, v. 16, n. 2, p. 171-175, 2010.

TROPICOS: **Missouri Botanical Garden**. 21 mar. 2016. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/28101311?tab=distribution>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

VECHIATO, M. H.; PARISI, J. J. D. Importância da qualidade sanitária de sementes florestais na produção de mudas. **Biológico**, v. 75, n. 1, p. 27-32, 2013. (Divulgação Técnica).

VEIGA, T. A. M. et al. Furoquinoline alkaloids isolated from *Balfourodendron riedelianum* as photosynthetic inhibitors in spinach chloroplasts. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, n. 120, p. 36–43, 2013.

5 ARTIGO - OTIMIZAÇÃO DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO DAS MUDAS DE *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL.

RESUMO

O desenvolvimento de mudas a campo pode ser mediada pela fase de crescimento ainda no viveiro. Assim, este estudo teve por objetivo identificar a lâmina necessária para o crescimento das mudas de *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., e seu crescimento inicial a campo. As mudas foram produzidas no viveiro sob diferentes combinações de lâminas (4; 8 e 12 mm dia⁻¹), caracterizadas por L1 (4-4-4); L2 (8-8-8); L3 (12-12-12); L4 (4-12-12); L5 (8-8-12); L6 (8-12-12); L7 (12-12-4) e L8 (8-4-4), sendo os tratamentos L1, L2 e L3 mantidos constantes e os demais alternados a cada 60 dias. As mudas após 180 dias submetidas a diferentes manejos hídricos, foram avaliadas por meio da sobrevivência, das características morfológicas (altura, diâmetro do coleto), produção de biomassa (aérea e radicular) e índice de qualidade de Dickson. Os mesmos tratamentos foram avaliados no campo, onde foram mantidas por 450 dias, sendo mensurado a sobrevivência, o incremento em altura e diâmetro, produção de biomassa aérea, área foliar, fluorescência da clorofila *a* e índice de clorofila. Conclui-se que mudas de *Balfourodendron riedelianum* podem ser produzidas, inicialmente na lâmina de 4 mm dia⁻¹, com alternagem aos 60 dias, para a lâmina de 12 mm dia⁻¹ o que otimizará o uso da água no viveiro sem prejuízos no crescimento no campo.

Palavras-chave: Disponibilidade Hídrica. Sobrevivência. Parâmetros Morfológicos e Fisiológicos.

OPTIMIZATION OF HEAD IRRIGATION IN SEEDLING GROWTH OF *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL.

ABSTRACT

The development of field seedlings may be mediated by growth phase even in the vivarium. This study aimed to identify the head necessary for the growth of seedlings of *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., and its early growth in the field. The seedlings were grown in a vivarium under different combinations of heads (4, 8 and 12 mm day⁻¹), defined as L1 (4-4-4); L2 (8-8-8); L3 (12-12-12); L4 (4-12-12); L5 (8-8-12); L6 (08-12-12); L7 (12-12-4) and L8 (8-4-4), which the treatments L1, L2 and L3 remained constant and the other alternated every 60 days. After 180 days under different water management strategies, the seedlings were evaluated by the survival, the morphological characteristics (height, collect diameter), biomass production (aerial and root) and Dickson quality index. The same treatments were evaluated in the field, where they were kept for 450 days and measured the survival, growth in height and diameter, biomass production, leaf area, chlorophyll fluorescence and chlorophyll content. In conclusion, *Balfourodendron riedelianum* seedlings may be produced, initially at a head of 4 mm day⁻¹, switching to 12 mm day⁻¹ on day 60, which optimizes the use of water in the vivarium without damage field growth.

Keywords: Water Availability. Survival. Morphological and Physiological Parameters.

5.1 INTRODUÇÃO

Balfourodendron riedelianum (Engl.) Engl, é uma espécie nativa, que ocorre também nos países da Argentina (IUCN, 1998; RAPOPORT; HOLDEN, 1960) e Paraguai (CARVALHO, 2003; TROPICOS®, 2016). A espécie é encontrada desenvolvendo-se sobre solos férteis, profundos e bem drenados, contudo, tolera solos pedregosos e úmidos. A madeira de densidade média – 0,66 g cm⁻³ (LOBÃO et al., 2011), é indicada para fabricação de móveis de luxo e construção civil (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008), no paisagismo, na recuperação de áreas ripárias (BACKES; IRGANG, 2002; FARIAS; OLIVEIRA; FRANCO, 1995) e em sistemas agroflorestais, consorciada com as espécies *Ilex paraguariensis* St Hill, *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vellozo) Mattos (EIBL et al., 2000).

A exploração ao longo dos séculos, devido sua qualidade madeireira, o tornou escasso, assim como outras diversas espécie arbóreas, restringindo seu uso a partir das populações naturais. Assim, na tentativa de reverter esse quadro, os plantios florestais continuam a se expandir em todo o mundo, visando atender a demanda por madeira (BAUHUS; MEER; KANNINEN, 2010), fibras, frutos e óleos vegetais (PETERSEN et al., 2016), o que visa a disponibilizar produtos madeireiros e não-madeireiros em nível mundial (CARLE; HOLMGREN, 2008). De acordo com a FAO (2015), a área mundial de florestas plantadas aumentou 66% nos últimos 25 anos, correspondendo a 7% da área total florestal.

Esta ampliação acarreta o aumento de insumos básicos e, conseqüentemente, a procura por mudas. Não obstante a isso, há maior preocupação com a qualidade das mudas, as quais podem predizer o sucesso da implantação no campo por meio de atributos determinados ainda no viveiro (MATTSSON, 1997; TSAKALDIMI; GANATSAS; JACOBS, 2013).

Mudas de alta qualidade podem ser identificadas no viveiro por meio dos parâmetros morfológicos, como altura da parte aérea (H) e diâmetro do coleto (DC), os quais são relativamente simples de medir (PINTO et al.; 2011), e os resultados obtidos são de fácil compreensão, possibilitando sua interpretação por parte dos viveiristas (GOMES; PAIVA, 2012). Além disso, essas variáveis estão correlacionadas com o estabelecimento do plantio a campo (DEY; PARKER, 1997; RITCHIE et al., 2010). Outras variáveis ainda são utilizadas para predizer a qualidade de mudas, como a

sobrevivência (KHANA et al., 2016), e os parâmetros fisiológicos (WILSON; JACOBS, 2006).

Em viveiros florestais, os principais fatores que afetam o desenvolvimento e qualidade das mudas são: material genético, tipo e tamanho do recipiente, substratos, disponibilidade hídrica e condição nutricional (SILVA; SIMÕES; SILVA, 2012), sendo a água um dos fatores mais limitante para o desenvolvimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Nesse sentido, para evitar eventuais perdas na produção de mudas, uma grande quantidade de água ainda é utilizada na irrigação, embora grande parte seja desperdiçada, ocasionando a lixiviação de nutrientes (ZHANG et al., 2015), problemas fitossanitários e econômicos (LOPES et al., 2009; RODRIGUES et al., 2011).

Dentre as espécies arbóreas que carecem de estudos sobre a demanda hídrica, destaca-se a *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl, tendo em vista que, a caracterização da espécie na literatura restringe-se apenas a informações parciais, com sua descrição, importância econômica, área de ocorrência natural, fenologia e propagação (BACKES; IRGANG, 2002; CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008), sendo escassos conhecimentos sobre seu crescimento no viveiro e no campo.

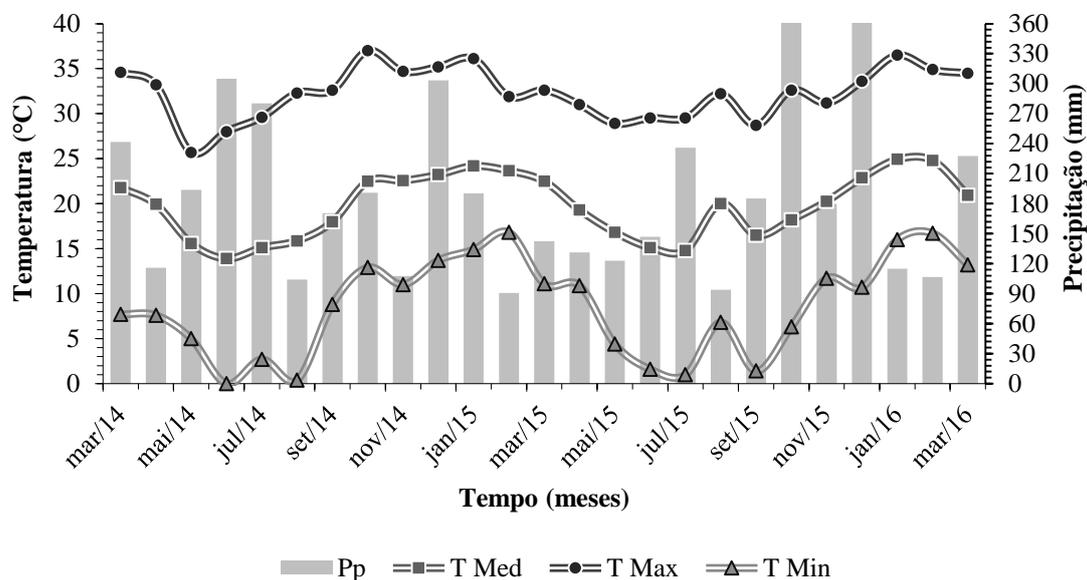
Nesse contexto, o presente estudo objetiva identificar a lâmina necessária para otimizar o crescimento das mudas de *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., e seu crescimento inicial a campo.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

A produção das mudas foi realizada no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (29°43'S e 53°43'O) entre março e setembro de 2014, e o plantio a campo ocorreu em área adjacente ao mesmo, sendo conduzido entre outubro de 2014 e março de 2016.

O clima da região é do tipo Cfa, segundo classificação de Köppen (Subtropical sem estação seca e com verões quentes), com precipitação média anual de 1.700 mm (STRECK et al., 2009) e chuvas distribuídas ao longo do ano, a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C, e a do mês mais frio superior a 3 °C (ALVARES et al., 2013; KUINCHTNER; BURIOL, 2001). De acordo com dados do INMET (2016), no mês de plantio (outubro), a precipitação e temperatura média foram 256,8 mm e 22,4 °C, respectivamente (Figura 1).

Figura 1 - Precipitação (pp), temperatura média mensal (T Med), temperatura máxima mensal (T Max) e temperatura mínima mensal (T Min) durante o período de produção de mudas e condução do plantio a campo, registrados no Município de Santa Maria, RS. Fonte: BDMET/INMET (2016).



5.2.1 Produção das mudas em viveiro

Os diásporos de *B. riedelianum* utilizados no estudo foram coletados em fragmentos florestais (29°28'S e 53°18'W), no município de Nova Palma, RS. Após pré-secagem e extração das alas os diásporos foram imersos em água fria (8 ± 2 °C) e mantidos em uma geladeira por 24 horas. Em seguida, estes foram submetidos a emergência em bandejas plásticas, contendo areia, em casa de vegetação com quatro irrigações diárias e lâmina de 8 mm dia⁻¹ (Apêndice G). As bandejas permaneceram por cerca de 90 dias em casa de vegetação, período no qual atingiram 5 cm de altura e um par de folhas. Essas foram repicadas para tubetes de 110 cm³.

Os recipientes foram preenchidos com substrato comercial composto de turfa *Sphagnum* com adição de um fertilizante de liberação controlada (N-P-K 18-05-09 Mini Prill, 6 g L⁻¹). Nessa ocasião (dezembro de 2013), as mudas foram dispostas em casa de sombra, onde permaneceram por 60 dias.

Paralelamente a este período, foi verificada a uniformidade do sistema de irrigação, por meio do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) conforme indicado por Bernardo; Soares e Mantovani (2006), que consistiu em coletar as volume

de água por meio de uma malha de pontos em torno dos aspersores com auxílio de pluviômetros (Apêndice H).

Foram realizadas duas avaliações de 30 minutos, das quais se obtiveram a média para cada setor (lâmina). A quantificação da irrigação serviu como parâmetro para estabelecer o tempo de permanência das mudas em cada lâmina de irrigação, sendo obtido um coeficiente médio de 79% de uniformidade (Apêndice I e J).

As irrigações foram realizadas às 10:00; 13:00 e 16:00 horas, sendo as lâminas oriundas da combinação de 4, 8 e 12 mm dia⁻¹, definidas com base em pesquisas desenvolvidas por Lopes; Guerrini e Saad (2007) e Dutra et al. (2016), as quais poderiam ser fixas ou variáveis ao longo do tempo (Tabela 1).

A determinação da lâmina de irrigação consistiu em verificar se, ao longo do desenvolvimento da planta, a irrigação atende à demanda hídrica da espécie, por meio do aumento da disponibilidade de água. Além disso, averiguar se há adaptação e rustificação das mudas com a redução da água.

Tabela 1 - Alternagem das lâminas aplicadas a cada 60 dias, conforme o período de produção de mudas de *Balfourodendron riedelianum* em fase de viveiro.

Combinações de lâminas	Lâminas aplicadas conforme o período de produção de mudas (dias)		
	0-60	61-120	121-180
L1	4 mm	4 mm	4 mm
L2	8 mm	8 mm	8 mm
L3	12 mm	12 mm	12 mm
L4	4 mm	12 mm	12 mm
L5	8 mm	8 mm	12 mm
L6	8 mm	12 mm	12 mm
L7	12 mm	12 mm	4 mm
L8	8 mm	4 mm	4 mm

Em períodos de chuva, as mudas foram cobertas com lonas plásticas transparentes, para evitar a influência da precipitação (Apêndice K). As mudas foram adubadas após seis meses da repicagem, por meio da aplicação de nitrogênio [(NH₄)₂SO₄] e potássio (KCl) intercalado quinzenalmente, com o nitrogênio (SILVA; ANGELI, 2006). A dose utilizada para cada adubação foi de 192 g de sulfato de amônio e 57,6 g de cloreto de potássio, dissolvidos em 19,2 L de água.

Aos 180 dias após a aplicação das lâminas, determinou-se a sobrevivência das mudas pela contagem do número de indivíduos vivos por repetição; e avaliou-se o crescimento das plantas, por meio da altura (H), com régua graduada (cm), e o diâmetro

do coleto (DC), com paquímetro digital (mm), obtidas pela medição de seis mudas centrais por repetição. A determinação da biomassa foi pelo método destrutivo, em que a parte aérea foi separada do sistema radicular por meio de um corte no caule na altura do coleto. Para isso o sistema radicular foi lavado em água corrente sobre peneiras, para redução de possíveis perdas de raízes. As amostras correspondentes a parte aérea e sistema radicular foram inseridas em embalagens de papel Kraft e levadas à estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 ± 5 °C por 72 horas. Posteriormente, em balança analítica (precisão de 0,01 g), o material foi pesado obtendo-se a massa seca área (MSA) e radicular (MSR).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos, caracterizados pelas combinações entre as lâminas (**L1**: 4-4-4; **L2**: 8-8-8; **L3**: 12-12-12; **L4**: 4-12-12; **L5**: 8-8-12; **L6**: 8-12-12; **L7**: 12-12-4 e **L8**: 8-4-4), e quatro repetições. Cada repetição foi composta por 24 mudas, sendo mensurados as seis plantas centrais.

5.2.2 Plantio a campo

As mudas dos tratamentos descritos no item 5.2.1 (Produção das mudas), após 180 dias em viveiro, foram conduzidas em plantio no campo. Para isso, inicialmente, realizou-se o preparo da área com roçada para demarcação dos blocos e parcelas, além do controle de formigas cortadeiras por meio de iscas granuladas à base de sulfluramida. O controle de plantas espontâneas (matocompetição) foi realizado, sempre que necessário, com capina manual (coroamento) e uso de herbicida (glifosato) no entorno das mudas, aplicando-se $4,0 \text{ L ha}^{-1}$, aproximadamente, na área, com o auxílio de um pulverizador costal, com jato protegido por um protetor do tipo “chapéu de napoleão”.

A abertura de “berço” circulares, com cerca de $0,02 \text{ m}^3$ (diâmetro: 30 cm; profundidade: 35 cm), foi realizada com um perfurador de solo (broca) acoplado a um trator. Posteriormente, as covas espaçadas de 1m x 1m, foram preenchidas com terra de subsolo, da qual foi retirada uma amostra para análise no Laboratório de Análise de Solos (UFMS), conforme Tabela 2. Após este procedimento, foi necessário realizar a calagem, 30 dias antes do plantio e posteriormente adubações com macronutrientes, tomando-se como base a recomendação para *Eucalyptus* (CQFS, 2004). De maneira geral, foi constatado como muito baixo o pH, característico de solo ácido, assim como o fósforo

(P), baixo o teor de matéria orgânica (MO), potássio (K) e cálcio (Ca), magnésio (Mg) como médio (CQFS, 2004).

Tabela 2 - Atributos químicos e físicos do material utilizado para preenchimento das covas no plantio de mudas de *Balfourodendron riedelianum*.

Amostra	pH/H ₂ O 1:1	MO (%) m/v	P- Mehlich mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	CTC pH _{7,0}	cmol _c /dm ³				Índice SMP	Textura
						Ca	Mg	Al	H+Al		
Terra de subsolo	4,4 ¹	2,1 ²	4,5 ¹	36,0 ²	20,0	2,0 ²	0,6 ³	1,8	17,3	4,8	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. Fonte: CQFS, 2004.

O plantio das mudas foi realizado com auxílio de uma pá de jardinagem, abrindo-se um orifício no centro da cova previamente aberta e preenchidas com terra de subsolo. Após o plantio, no entorno das mudas (cerca de 30 cm) foi colocada uma camada de palha (*mulching*), proveniente do material acumulado após a limpeza da área.

A irrigação das mudas foi realizada uma vez por semana durante o primeiro mês de plantio, quando não houve precipitação, de forma manual com cerca de 2 L de água por muda.

A avaliação da sobrevivência foi realizada aos 30 e 450 dias após o plantio por meio de observação visual e registro do número de indivíduos mortos por parcela. Os parâmetros morfológicos incremento em altura da parte aérea (Inc. H) e incremento em diâmetro do coleto (Inc. DC) foram mensurados entre a avaliação final e a ocasião do plantio, foram obtidos, medindo-se todas as plantas sobreviventes por repetição.

A fluorescência da clorofila *a* foi avaliada com auxílio do fluorômetro de pulso modulado JUNIOR-PAM (Walz, Alemanha), no período entre 08:00 e 10:00 horas, em folhas expandidas e de boa condição fitossanitária. Para a determinação da fluorescência, as folhas foram pré-adaptadas ao escuro, com uso de papel alumínio, durante 30 minutos, obtendo-se a eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m), e a taxa de transporte de elétrons (ETR).

O índice de clorofila (*a* e *b*) também foi determinado em duas plantas por repetição, nas quais foram realizadas duas leituras na terceira folha expandida, com auxílio de um clorofilômetro, que fornece como unidade de medida o índice de clorofila Falker (ICF), produto da emissão de fotodiodos em três comprimentos de onda (635, 660

e 880 nm) (FALKER, 2008). A determinação da área foliar (AF) foi realizada conjuntamente com a massa seca aérea (MSA), com utilização de todas as plantas (sobreviventes) de cada repetição. A parte aérea foi separada do sistema radicular por meio de um corte no caule no nível do solo, sendo as folhas fixadas em papel branco, prensadas por um vidro transparente, para posterior fotografia. As amostras foram fotografadas com câmera digital (zoom 1.4), apoiada em uma estrutura fixa com altura de 18 cm, sendo as imagens editadas com auxílio do visualizador de imagens IrfanView e processadas no software de análise de imagens Image J[®]. Em seguida, as amostras correspondentes à parte aérea (folhas e caules) foram inseridas em embalagens de papel Kraft e levadas à estufa de circulação forçada de ar para secar, a temperatura de 65 ± 5 °C por 72 horas.

O experimento foi instalado em delineamento blocos ao acaso (DBA), com oito tratamentos (combinações entre lâminas) e três blocos. No bloco, cada tratamento foi representado por quatro mudas.

Em ambos os experimentos (viveiro e campo), os erros foram avaliados, inicialmente, quanto às pressuposições de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk), e homogeneidade da variância (Bartlett), e quando não atendidas, realizou-se a transformação dos dados, para continuação das análises. A análise estatística foi efetuada com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011), submetendo os dados à análise de variância (ANOVA) e, quando constatada diferença entre os tratamentos pelo teste F, realizou-se a comparação das médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Foi realizada a correlação de Pearson (r) a 5% de significância entre os parâmetros morfológicos e fisiológicos o experimento realizado em viveiro e campo, no suplemento Action.

5.3 RESULTADOS

No viveiro, a análise de variância dos dados demonstrou que houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos tratamentos (combinações das lâminas) para todas as variáveis analisadas (Apêndice L). E efeito significativo ($p < 0,05$) para as variáveis sobrevivência (Sob.%), incremento em altura da parte aérea (H), incremento em diâmetro do coleto (DC), massa seca aérea (MSA), área foliar (AF) e índice de clorofila (a e b) no campo (Apêndice M).

Aos 180 dias após o início da aplicação das lâminas no viveiro, as combinações L5 (8-8-12) e L4 (4-12-12) promoveram a maior taxa de sobrevivência, com 87,5 e 83,33%, respectivamente (Tabela 3).

As variáveis H e DC apresentaram as maiores médias na lâmina fixa de 8 mm dia⁻¹ (L2) e nas combinações das lâminas de 4 e 8 mm dia⁻¹, ambas aplicadas durante os primeiros 60 dias, com posterior alternagem para lâmina de 12 mm dia⁻¹ (L4 e L6, respectivamente), além da combinação L7 (12-12-4) que proporcionou resultado satisfatório para DC. A lâmina permanente de 4 mm dia⁻¹ acarretou o menor crescimento em H, indicando que a mesma não supre as necessidades hídricas das mudas de *B. riedelianum* a nível de viveiro. Por outro lado, observa-se que as diferenças obtidas para altura de L4 e L5, as quais apresentaram maior sobrevivência, corresponde a 1 cm.

A maior produção de biomassa (MSA e MSR) foi constatada na combinação L6 (8-12-12 mm dia⁻¹), já as menores médias ocorreram nas lâmina constantes de 4 e 12 mm.dia⁻¹.

No campo, a sobrevivência das mudas de *B. riedelianum* no campo, ao final do experimento (450 dias) apenas o tratamento L4 (4-12-12) obteve elevada taxa de sobrevivência (100%), o que assemelha-se com os resultados obtidos no viveiro, sendo a menor porcentagem encontrada no tratamento L8 (8-4-4) com 41,7% (Tabela 3). Destaca-se ainda que o mesmo tratamento que ocasionou sobrevivência inferior a 40% no viveiro, também gerou a maior mortalidade no campo, indicando que essas mudas não estavam aptas para o plantio no momento da expedição.

Para as variáveis morfológicas Inc. H e Inc. DC, constatou-se que as maiores médias foram obtidas em mudas produzidas na combinação L4 (4-12-12) seguida, respectivamente, das combinações L7 (12-12-4) e L5 (8-8-12) (Tabela 3).

Aos 450 dias após o plantio, constatou-se que a irrigação 4-12-12 mm dia⁻¹ no viveiro influenciou positivamente o incremento em H e DC de mudas de *B. riedelianum*, assim como a combinação 12-12-4 mm dia⁻¹ que também proporcionou o aumento de MSA e a AF, seguida da lâmina L5. A combinação 8-4-4 mm dia⁻¹ demonstrou ser a irrigação mais desfavorável para o desenvolvimento de mudas de *B. riedelianum* no campo. Além disso, em períodos de excesso de umidade no solo houve senescência e abscisão foliar, o que reduziu a área foliar e a massa seca da parte aérea, principalmente, nos tratamentos L1 (4-4-4) e L8 (8-4-4) que já apresentavam sintomas de estresse oriundos do viveiro.

Tabela 3- Análise em viveiro da sobrevivência (Sob. %) aos 180 dias, variáveis morfológicas [altura – H (cm); diâmetro do coleto – DC (mm)], massa seca da parte aérea e radicular (MSA, MSR, respectivamente em g.planta⁻¹) das mudas de *B. riedelianum*, em função de diferentes combinações de lâminas e aos 450 dias após o plantio a campo, análise da Sob. (%), incremento (Inc.) das variáveis morfológicas H e DC, MSA, área foliar (AF, cm² planta⁻¹), teor de clorofila (clor. *a* e *b*) e variáveis fisiológicas da fluorescência da clorofila *a* (rendimento quântico - Fv/Fm e taxa de transporte de elétrons –ETR).

Tratamentos	Viveiro					Campo								
	180 dias sob lâminas					450 dias após plantio								
	Sob. %	H	DC	MSA	MSR	Sob. %	Inc.H	Inc.DC	MSA	AF	Clor. <i>a</i>	Clor. <i>b</i>	Fv/Fm	ETR
L1 (4-4-4)	41,70b*	12,38b	2,81b	0,33b	0,11b	50,0b	10,56b	3,30b	6,02b	230,74b	32,28a	10,96a	0,56 ^{ns}	91,37 ^{ns}
L2 (8-8-8)	50,00b	15,40a	3,63a	0,46b	0,16b	58,3b	10,74b	2,86b	6,89b	254,17b	24,41b	5,61b	0,51	78,33
L3 (12-12-12)	58,33b	13,89b	2,76b	0,25b	0,11b	75,0a	16,57b	3,65b	10,05b	470,61b	32,44a	9,65b	0,55	115,70
L4 (4-12-12)	83,33a	14,77a	3,28a	0,52b	0,18b	100,0a	44,38a	7,03a	45,64a	1722,08a	34,11a	11,51a	0,59	86,33
L5 (8-8-12)	87,50a	13,78b	2,78b	0,55b	0,18b	75,0a	31,17a	5,76a	51,96a	1311,78a	28,41b	8,13b	0,67	110,70
L6 (8-12-12)	50,00b	15,97a	3,33a	1,00a	0,32a	75,0a	28,24a	5,39b	9,36b	729,95b	29,07b	8,82b	0,48	96,00
L7 (12-12-4)	54,17b	14,03b	3,24a	0,41b	0,15b	66,7a	37,59a	7,15a	66,15a	1818,30a	33,04a	12,33a	0,62	140,50
L8 (8-4-4)	37,50b	12,76b	2,79b	0,40b	0,13b	41,7b	5,26c	2,18b	2,44b	122,39b	31,95a	11,13a	0,56	85,07

*Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna não diferem entre si, respectivamente, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro; ^{ns} não significativo

O teor de clorofila aos 450 dias após o plantio (Tabela 3), apresentou o mesmo comportamento tanto para a clorofila *a* quanto para *b*, onde os maiores valores foram encontrados nas mudas do tratamento L4 (4-12-12 mm dia⁻¹). Os valores desse tratamento demonstram, ainda, relação próxima da adequada entre os teores de clorofila *a* e *b* (2,96).

A relação F_v/F_m , que representa o rendimento quântico máximo do PS II (PRADO; CASALI, 2006), e a taxa de transporte de elétrons (ETR) não foram influenciados pelos diferentes manejos hídricos, apesar das combinações 8-8-12 (L5) e 12-12-4 (L7) apresentarem as maiores médias, respectivamente.

Ao correlacionar os parâmetros morfológicos das mudas de *B. riedelianum* durante a fase de viveiro, verificou-se que o crescimento da muda (H) teve correlação positiva com o DC (0,81) e MSR (0,76), que por sua vez, estava fortemente correlacionada com a MSA (0,99). Analisado os parâmetros a campo, pode-se observar correlações positivas entre a sobrevivência e o incremento em altura da parte aérea (0,86), o incremento em diâmetro (0,76) e área foliar (0,72). E esta (AF) foi fortemente correlacionada com Inc. H (0,95), Inc. DC (0,97) e MSA (0,95). A variável sobrevivência no viveiro foi a única a se correlacionar de forma significativa com as variáveis analisadas no campo, a qual teve correlação positiva com a campo_sob. (0,81), incremento em altura (0,74) e área foliar (0,71) (Apêndice N).

5.4 DISCUSSÃO

A espécie mostrou-se exigente à condição de irrigação no viveiro, o que refletiu no desempenho no campo. A menor lâmina constante (4 mm dia⁻¹) e a combinação (8-4-4 mm dia⁻¹) não são indicadas para a produção de mudas de *B. riedelianum*, uma vez que, não suprem a demanda hídrica da planta. Por outro lado, a maior lâmina (12 mm dia⁻¹) excedeu estas necessidades de água, o que acarretou em ambos os casos as menores taxas de sobrevivência e/ou crescimento.

A restrição hídrica imposta por esses tratamentos pode ter ocasionado a redução da atividade fotossintética, com o fechamento dos estômatos para evitar a cavitação e a falha do sistema de condução de água (KRAMER; BOYER, 1995), influenciando, conseqüentemente, na eficiência do processo de fixação de carbono e na expansão foliar (PALLARDY, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2009; YORDANOV; VELIKOVA; TSONEV, 2000). Enquanto, o excesso de umidade, pode ter promovido uma mudança na absorção de macronutrientes e supressão do metabolismo respiratório das raízes (KOZLOWSKI, 1997), originado pela menor taxa fotossintética (FERNÁNDEZ, 2006; PEZESHKI, 2001), repercutindo nos menores valores

apresentado a nível da parte aérea da planta (H e MSA) durante a fase de viveiro. Salienta-se dessa forma, que a água é um fator primordial para o desenvolvimento da planta, e também um fator limitante, mesmo para espécies que toleram solos úmidos como o *B. riedelianum* (CARVALHO, 2003).

A sobrevivência no viveiro, foi a única variável que se correlacionou com as variáveis analisadas no campo: sobrevivência, incremento em altura e área foliar, o que indica ser um parâmetro importante a ser verificado no momento da expedição das mudas, uma vez que, que influencia o desempenho das mudas após o plantio.

Aos 30 dias após o plantio a sobrevivência mínima foi de 92%, sendo que o percentual de mortalidade em plantio no campo, aceitável por Silva e Angeli (2006) é de até 10%. Dessa forma, percebe-se que a sobrevivência das plantas aos 30 dias não foi eficaz para predizer seu comportamento no campo, sendo necessária uma avaliação posterior, após o estabelecimento das mudas para avaliar os efeitos dos tratamentos no viveiro. No entanto, quando essa taxa foi analisada aos 450 dias após o plantio, observou-se aumento consideravelmente, exceto para combinação de 4-12-12 mm dia⁻¹ (L4), o que destaca a influência positiva da qualidade das mudas nesse manejo hídrico aplicado no viveiro.

Além disso, as mudas de *B. riedelianum* tiveram sua sobrevivência influenciada pela elevada precipitação no decorrer do experimento (Figura 1), período que observou-se taxas de mortalidade entre 25 e 59%. Esses resultados foram semelhantes aos relatados por Medri et al. (2012), avaliando a sobrevivência de mudas de *Aegiphila sellowiana* Cham, em solos com períodos de alagamento, que constataram mortalidade de 33% das plantas.

Os tratamentos cujas mudas de *B. riedelianum* apresentaram as maiores médias de H (≥ 14 cm) e DC (≥ 3 mm) em viveiro, tiveram seus resultados confirmados parcialmente no campo, sendo estas variáveis com forte correlação positiva e significativa (CALLEGARI-JACQUES, 2003). Tal comportamento pode ter sido influenciado pelas necessidades diferentes que as mudas apresentam no pós-plantio, em que o maior gasto de energia é direcionado à suas atividades metabólicas, comprometendo assim seu desenvolvimento (HENRIQUE et al., 2010).

Nas irrigações L4 e L7, onde houve alternagem das lâminas de 4 para 12 mm dia⁻¹ e vice-versa, o padrão mínimo de 14 cm, estipulado para H das mudas de *B. riedelianum*, apesar de ser inferior ao indicado para espécies nativas (H=25 cm e DC=3mm) por Davide e Farias (2008) e Gonçalves et al. (2005), não prejudicou o seu desenvolvimento no campo.

Esta divergência na literatura quanto aos padrões morfológicos, no caso do presente estudo para a variável H, também foi verificado por Tsakalimi, Ganatsas e Jacobs (2013) para cinco espécies (*Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Ceratonia silqua* e *Pistacia*

lentiscus), em que o tamanho das mudas no viveiro não confirmaram o desenvolvimento e sobrevivência das mudas no campo.

A combinação L4 (4-12-12 mm dia⁻¹) implicou a produção de mudas com as maiores média de H e DC, as quais permaneceram após o plantio, demonstrando que mudas de alta qualidade, quando plantadas a campo, têm sua sobrevivência e crescimento inicial favorecido. Disponibilidade hídrica próxima a esta, foi utilizada por Silva e Silva (2015a; 2015b), os quais verificaram que as lâminas de irrigação utilizadas na produção de mudas de *Piptadenia gonocantha* e *Aspidosperma polyneuron*, respectivamente, apresentaram efeito significativo sobre as variáveis H e DC, com as maiores médias obtidas com a lâmina fixa de 11 mm dia⁻¹ no viveiro e no campo.

As irrigações L1 e L8 (4-4-4; 8-4-4 mm dia⁻¹, respectivamente), por sua vez, demonstraram ser inadequadas para a produção de mudas, e, conseqüentemente seu plantio a campo, tendo em vista, principalmente a menor sobrevivência e MSA em ambos experimentos, como também a menor H em viveiro e Inc. H no campo.

B. riedelianum apresenta lenta emergência e crescimento intermediário quando comparado a *Cabralea canjerana* (GASPARIN et al., 2014) que atingiu 13,7 de altura aos 330 dias em viveiro, o mesmo comportamento em relação a demanda hídrica sendo considerada como intermediária, quando comparada a *Parapiptadenia rigida*, em que a utilizou 4 mm.dia⁻¹ (DUTRA et al., 2016); com *Eucalyptus grandis* irrigado 14 mm dia⁻¹ (LOPES; GUERRINI; SAAD, 2007) e *Eucalyptus dunnii* utilizando uma irrigação de 12 mm dia⁻¹, com 3g L⁻¹ de hidrogel incorporado ao substrato (NAVROSKI et al., 2015).

As variáveis MSA e a AF foram indicativos da melhor qualidade das mudas produzidas sob a combinação das lâminas L4, L5 e L7, sendo altamente correlacionadas (0,95), nas quais foram constatadas os maiores valores médios, ratificados pelas variáveis H e DC (Tabela 3).

Por outro lado, mudas submetidas a menor disponibilidade hídrica na fase de viveiro L1, L2 e L8 (lâminas fixas de 4 e 8 mm dia⁻¹ e sua combinação), tiveram seu crescimento a campo comprometido, possivelmente, decorrente de danos causados ao sistema radicular durante a produção de mudas. Taiz e Zeiger (2009) salientam que a expansão do sistema radicular está diretamente associada à disponibilidade de água e nutrientes no microambiente em torno da raiz (rizosfera), e quando estas condições são deficientes, o crescimento das raízes é prejudicado, que por sua vez, reduzirá o crescimento da parte aérea sendo fortemente correlacionadas.

Verificou-se que a relação clorofila encontra-se próximo à proporção 3:1 como indicado por Streit et al. (2005) para espécies adaptadas ao meio. As variáveis de fluorescência da

clorofila *a* e a taxa de transporte de elétrons (ETR), apesar de não terem apresentado efeito significativo para o fator manejo hídrico, sugerem menor rendimento quântico do fotossistema II quando utilizadas as menores lâminas de irrigação (L1, L2 e L8), indicando menor utilização da energia luminosa no processo fotoquímico e, conseqüentemente, menor crescimento das mudas a campo.

Plantas sob condições ambientais ótimas apresentam relação F_v/F_m entre 0,75 e 0,85 (ARAÚJO; DEMINICIS, 2009), faixa superior à encontrada no presente estudo durante as avaliações (0,48-0,67), que representa redução da eficiência quântica do fotossistema II indicando efeito inibitório proveniente do meio. Gonçalves et al. (2012) verificaram para a F_v/F_m , em plantas totalmente alagadas de *Genipa spruceana* Steyerm, valores inferiores a 0,4, assemelhando-se ao encontrado na combinação L6 (8-12-12), no presente estudo. Esse resultado demonstra a capacidade do PSII em reduzir o acceptor primário da quinona A, justificando a redução do desempenho das mudas quando conduzidas ao campo, no qual não apresentou crescimento satisfatório (redução das características morfológicas, MSA e AF).

Assim, têm-se que, embora mudas de *B. riedelianum* toleram, inicialmente, redução na lâmina aplicada em nível de viveiro (4 mm dia⁻¹), estas demandam uma maior disponibilidade de água no decorrer da sua produção. Aos 450 dias após o plantio, constatou-se que os resultados obtidos no campo refletiu os encontrados em viveiro. Desse modo salienta-se a importância de critérios para seleção de mudas aptas a expedição, a fim de se recomendar técnicas que favorecerão a sobrevivência e o crescimento das mudas no campo.

5.5 CONCLUSÃO

As combinações entre as lâminas influenciaram no crescimento das mudas de *B. riedelianum*, na fase de viveiro, o que foi confirmado no campo, indicando que a demanda hídrica da espécie é mediada pela fase de crescimento.

Nas condições do presente estudo, mudas de *Balfourodendron riedelianum* podem ser produzidas, inicialmente, com lâmina de irrigação de 4 mm dia⁻¹, a qual deve ser alternada para 12 mm dia⁻¹ a partir dos 60 dias, permanecendo assim até o final do ciclo produtivo. Essa combinação proporciona, de maneira geral, adequado crescimento no viveiro e no campo.

5.6 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.

ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 4, p. 463-472, 2009.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul do Brasil**: guia de identificação e interesse ecológicos. As principais espécies nativas sul brasileiras. 1 ed. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2002, 326p.

BAUHUS, J.; MEER, P. van der; KANNINEN, M. **Ecosystem goods and services from plantation forests**. Earthscan, London. 2010. 245p.

BDMET-INMET - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Instituto Nacional de Meteorologia. Temperaturas máximas e mínimas e umidade relativa do ar anos 2014/2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 20 mar., 2016.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed., Viçosa: Editora UFV, 2006, 625p.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: Embrapa, Colombo, PR, Embrapa Florestas, 1039p. 2003.

CARLE, J.; HOLMGREN, P. **Wood from planted forests**: a global outlook 2005-2030. **Forest Products Journal**, v. 58, n. 12, p. 6-18, 2008.

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.

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.

DEY, D. C.; PARKER, W. C. Morphological indicators of stock quality and field performance of red oak (*Quercus rubra* L.) seedlings underplanted in a central Ontario shelterwood. **New Forest**, v. 14, p. 145-156, 1997.

DUTRA, A. F. et al. Substrate and irrigation scheme on the growth of *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) seedlings. **Ciência Rural**, v. 46, n. 6, p. 1007-1013, 2016.

EIBL, B. et al. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (Americanholly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. **Agroforestry Systems**, v. 48, p.1-8, 2000.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA Ltda. **Manual do medidor eletrônico de teor de clorofila (ClorofiLOG/ CFL 1030)**. Falker Automação Agrícola, Porto Alegre, Ver. B. 2008. 33p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Forest Resources Assessment**. 2015.

FARIAS, J. A. C.; OLIVEIRA, O dos S.; FRANCO, E. T. H. Crescimento inicial de guatambu, *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., em diferentes intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, v. 5, n. 1, p. 69-86, 1995.

FERNÁNDEZ, M. D. Changes in photosynthesis and fluorescence in response to flooding in emerged and submerged leaves of *Pouteria orinocoensis*. **Photosynthetica**, v. 44, p. 32-38, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), Lavras: v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GASPARIN, E. et al. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 553-563, 2014.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais: produção sexuada**. Viçosa, MG: ed., UFV, 2012. 116p.

GONÇALVES, J. F de C. et al. Estratégias no uso da energia luminosa por plantas jovens de *Genipa spruceana* Steyererm submetidas ao alagamento. **Acta Botanica Brasílica**, v. 26, n. 2, p. 391-398, 2012.

HENRIQUE, P de C. et al. Características fisiológicas e anatômicas de plantas de sibipiruna submetidas à hipoxia. **Ciência Rural**, v. 40, n. 1, p. 70-76, 2010.

IUCN – Rede Listo f Threatened Species TM. *Balfourodendron riedelianum*: Guatambu blanco. **Americas Regional Workshop** (Conservation & Sustainable Management of Trees, Costa Rica, November 1996). 1998.

KHANA, P. N. et al. Evaluating first-year pine seedling survival plateau in Louisiana. In: SCHWEITZER, C. J.; CLATTERBUCK, W. K.; OSWALT, C. M. (Eds). **Proceedings of the 18th biennial southern silvicultural research conference**. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 614 p. 2016.

KOZLOWSKI, T. T. Responses of woody plants to flooding and salinity. **Tree Physiology Monograph**, v. 1, p. 1-29, 1997.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas**, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Photosynthesis and Respiration**. In: KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. (Org.). *Water relations of plants and soils*. [S.l.]: Academic Press, Inc., 1995, p. 313-343.

LOBÃO, M. S. et al. Agrupamento de espécies florestais por análises univariadas e multivariadas das características anatômica, física e química das suas madeiras. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 92, p. 469-477, 2011.

- LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.
- LOPES, J. L. W. et al. Influência dos fatores bióticos e abióticos na sobrevivência de eucalipto em função do solo e do manejo de viveiro. **Biotemas**, v. 22, n. 2, p. 29-38, 2009.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.1, 5 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 383p. 2008.
- MATTSSON, A. Predicting field performance using seedling quality assessment. **New Forests**, v. 13, n. 1-3, p. 227-252, 1997.
- MEDRI, C. et al. o alagamento do solo afeta a sobrevivência, o crescimento e o metabolismo de *Aegiphila sellowiana* Cham. (Lamiaceae). **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 33, n. 1, p. 123-134, 2012.
- NAVROSKI, M. C. et al. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. v. 43, n. 106, p. 467-476, 2015.
- PALLARDY, S. G. **Physiology of woody plants**. 3 ed. San Diego, Elsevier, Academic Press, 2008. 454p.
- PETERSEN, R. et al. Mapping tree plantations with multispectral imagery: preliminary results for seven tropical countries. **Technical Note**, Washington, DC: World Resources Institute. p. 1-18, 2016.
- PEZESHKI, S. R. Wetland plant responses to soil flooding. **Environmental and Experimental Botany**, v. 46, p. 299-312, 2001.
- PINTO, J. R. et al. Establishment and growth of container seedlings for reforestation: A function of stocktype and edaphic conditions. **Forest Ecology Management**, v. 261, p. 1876-1884, 2011.
- PRADO, C. H. B. A.; CASALI, C. A. **Fisiologia vegetal: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral**. Barueri, SP, Editora Manole Ltda., 2006. 466p.
- RAPOPORT, H.; HOLDEN, K. G. Alkaloids of *Balfourodendron riedelianum*. Balfourodine and isobalfourodine. **Journal of the American Chemical Society**, v. 82, n. 16, p. 4395-4404, 1960.
- RITCHIE, G. A. et al. Assessing plant quality. In: LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **Seedling Processing, Storage, and Outplanting**. v. 7, Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2010. 200 p. (Agric. Handbk. 674).
- RODRIGUES, S. B. S. et al. Necessidades hídricas de mudas de eucalipto na região centro-oeste de Minas Gerais. **Irriga**, v. 16, n. 2, p. 212-223, 2011.
- SILVA, P. H. M da; ANGELI, A. **Implantação e Manejo de Florestas Comerciais**. Documentos Florestais, Piracicaba: IPEF, n. 18, 14p. 2006.

SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Nursery water management on initial development and quality of *Piptadenia gonoacantha* seedlings. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 91-100, 2015a.

_____. Effects of water management on growth, irrigation efficiency and initial development of *Aspidosperma polyneuron* seedlings. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 35, p. 3562-3569, 2015b.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 297-302, 2012.

STRECK, N. A. et al. Associação da variabilidade da precipitação pluvial em Santa Maria com a Oscilação Decadal do Pacífico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1553-1561, 2009.

STREIT, N. M. et al. As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artemed. 2009. 848p.

TSAKALDIMI, M.; GANATSAS, P.; JACOBS, D. F. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. **New Forests**, v. 44, p. 327-339, 2013.

TROPICOS: **Missouri Botanical Garden**. 21 mar. 2016. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/28101311?tab=distribution>>. Acesso em: 21 mar. 2016.

WILSON, B. C.; JACOBS, D. F. Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings. **New Forest**, v. 31, p.417-433, 2006.

YORDANOV, I.; VELIKOVA, V.; TSONEV, T. Plant responses to drought, acclimation, and stress tolerance. **Photosynthetica**, v. 38, n. 2, p. 171-186, 2000.

ZHANG, H. et al. Characterization of water quality in stratified nursery recycling irrigation reservoirs. **Agricultural Water Management**, v. 160, p. 76-83, 2015.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diásporos de *Balfourodendron riedelianum* apresenta como mecanismo de dormência, o impedimento do envoltório à embebição, sendo superado com a utilização de imersão em água fria, por 48 horas. Além disso, recomenda-se a utilização do substrato vermiculita, para o teste de germinação, pois apesar de demonstrar mesmo comportamento do papel e areia no que se refere ao percentual de germinação, na vermiculita a análise pode ser concluída mais rapidamente, tendo em vista a maior velocidade de germinação.

A conservação de diásporos *B. riedelianum* pode ser mantida por até 12 meses de armazenamento em câmara fria e úmida, com uma germinação superior a 43%. Os diásporos não toleram desidratação a baixo nível de umidade (menor que 13%), que acarreta em redução da germinação, podendo ser classificada como intermediárias. O viveirista deverá ser orientado no sentido de considerar tal situação, tendo em vista que o mercado de sementes de espécies nativas ainda está se organizando e, normalmente, os fornecedores de sementes informam o percentual de germinação, sem informar a data da realização do teste. Também recomenda-se novas pesquisas que envolvam o armazenamento, visando garantir a oferta de sementes em anos com escassez de frutificação.

B. riedelianum é uma espécie que, apesar da emergência desuniforme, atinge 15,97 cm de altura e 3,33 de diâmetro do coleto aos 180 dias após a repicagem, sob a irrigação de 8 mm dia⁻¹, a qual deve ser alternada para 12 mm dia⁻¹ a partir dos 61 dias, permanecendo por 120 dias. Conforme foi possível constatar, *B. riedelianum* é uma espécie que não suporta déficit hídrico por longos períodos no decorrer da produção de mudas, como foi verificado na irrigação de 4 mm dia⁻¹ constante.

Em relação ao crescimento inicial, apesar das mudas terem sido expedidas com tamanho inferior ao indicado na literatura, estas apresentaram incremento expressivo no campo, podendo ser utilizadas desde que o controle da matocompetição seja conduzido. Desse modo salienta-se a importância de critérios para seleção de mudas aptas a expedição, a fim de se recomendar técnicas que favorecerão a sobrevivência e o crescimento das mudas no campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. H. M. D de et al. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Floresta**, v. 45, n. 1, p.141-150, 2015.
- AKPO, E. et al. Growth dynamics of tree nursery seedlings: The case of oil palm. **Scientia Horticulturae**, v. 175, p. 251-257, 2014.
- ALVES, C da S. et al. Avaliação do desenvolvimento inicial de espécies pioneiras em reflorestamento misto no sul do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL, 2., 2012, Guarapari, ES.
- ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CORRÊA, L de S. Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaia vermelha. **Ciência Rural**, v. 41, n.5, p. 779-784, 2011.
- ATAÍDE, G da M. et al. Adequação da metodologia do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pterogyne nitens* Tull. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 4, p. 635-640, 2012.
- AUGUSTO, D. C. C. et al. Utilização de água residuária proveniente do tratamento biológico de esgoto doméstico na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden. **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, p. 745-751, 2007.
- AZEEM, B. et al. Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer. **Journal of Controlled Release**, v. 181, p. 11-21, 2014.
- AZEREDO, G. A de et al. Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2 p. 49-58, 2010.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul do Brasil**: guia de identificação e interesse ecológicos. As principais espécies nativas sul brasileiras. 1 ed. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2002, 326p.
- BARBEDO, C. J.; CENTENO, D da C.; RIBEIRO, R de C. L. F. Do recalcitrant seeds really exist? **Hoehnea**, v. 40, n.4, p.583-593, 2013.
- BARBOSA, L. V. A. et al. Diagnóstico fitossanitário em sementes de Morototó. In: Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA, 16., 2012, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA, Embrapa Amazônia Oriental, 2012.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 2014. 1573p.
- BELLÉ, S. Irrigação de plantas ornamentais. IN: PETRY, C (Org). **Plantas ornamentais**: aspectos para a produção. 2. ed. rev. e ampl. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 202p.
- BERNARDINO, D. C. de S. et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 863-870 2005.

- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed., Viçosa: Editora UFV, 2006, 625p.
- BERNARDI, M. R. et al. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination** 2.ed. New York. Plenum, 1994. 445 p.
- BONNER, F. T. Storage of seeds: Potential and limitations for germplasm conservation. **Forest Ecology and Management**, v. 35, p. 35-43, 1990.
- _____. Storage of seeds. In: BONNER, F. T.; KARRFALT, R. P. (Ed.). **The woody plant seed manual**. Washington, DC, U.S.: Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727, p. 85-95, 2008.
- BORTOLINI, M. F. et al. Superação de dormência em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p. 823-827, 2011.
- BRADBEER, J. W. **Seed dormancy and germination**. London, Blackie Academic & Professional.1988. 146p.
- BRANCALION, P. H. S.; MONDO, V. H. V.; NOVEMBRE, A. D da L. C. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* Perk. - Rhamnaceae). **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 119-124, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de espécies florestais**. Brasília, DF: Agropecuária MAPA/ACS, 2013. 98p.
- BRÜNING, F de O.; LÚCIO, A. D.; MUNIZ, M. F. B. Padrões para germinação, pureza, umidade e peso de mil sementes em análises de sementes de espécies florestais nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 193-202, 2011.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Uso do resíduo do algodão no substrato para produção de mudas florestais. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 6, p. 191-202, 2008.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 31-39, 2013.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. *australis*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1009-1017, 2012.
- CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p
- CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 4, p. 619-631, 2009.

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

CARNEIRO, J. G de A.; BARROSO, D. G.; SOARES, L. M da S. Crescimento de mudas em raiz nua de *Pinus taeda*, L., sob cinco espaçamentos no viveiro e seu desempenho no campo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 305-310, 2007.

CARVALHO, J de A. et al. Utilização de polímero hidro retentor no plantio de mudas de cafeeiro. **Engenharia na Agricultura**, v. 19, n. 2, p. 164-171, 2011.

CARVALHO, L. R.; SILVA, E. A. A.; DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.

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

CARVALHO, P. E. R de. Pau-marfim: *Balfourodendron riedelianum*. Colombo: EMBRAPA, Brasília. 2004. (**Circular Técnica**, 93).

_____. **Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: Embrapa, Colombo, PR, Embrapa Florestas, 1039p. 2003.

COELHO, M de F. B. et al. Superação da dormência tegumentar em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart ex Tul. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 74-79, 2010.

COELHO, M de F. B.; SOUZA, J. W. N de; LIMA, A. K. B. Overcoming seed dormancy of *Albizia lebbek* (L.) Benth. **Journal of Global Biosciences**, v. 3, n. 2, p. 488-493, 2014.

COSTA, E. et al. Production of eggplant from seedlings produced in different environments, containers and substrates. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 139-146, 2013.

COSTA, J. F. O. et al. Immunomodulatory and antibacterial activities of extracts from Rutaceae species. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 20, n. 4, p. 502-505, 2010.

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**, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

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.

DAVIS, A. S.; JACOBS, D. F. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. **New Forests**, v. 30, v. 2-3, p. 295-311, 2005.

DELGADO, L. G. M. **Produção de mudas nativas sob diferentes manejos hídricos**. Botucatu: UNESP, 2012, 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

DIAS, P. C. et al. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 72, p. 453-462, 2012.

- DORNELLES, P. et al. Production and quality of *Anacardium othonianum* Rizz. seedlings grown in different substrates. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 479-486, 2014.
- DUTRA, A. F. et al. Substrate and irrigation scheme on the growth of *Parapiptadenia rigida* (angico-vermelho) seedlings. **Ciência Rural**, v. 46, n. 6, p.1007-1013, 2016.
- EIBL, B. et al. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (Americanholly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. **Agroforestry Systems**, v. 48, p.1-8, 2000.
- EL-GINDY, A. M.; MAHMOUD, A. K.; MOHAMED, A. H. Influence of using different water quantities and irrigation systems on some forest trees growth parameters. **Life Science Journal**, v. 13, n. 1, p. 72-81, 2016.
- ELLI, E. F. et al. Osmocote® no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pitangueira. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 4, p. 377-384, 2013.
- ELLIS, R. H. The longevity of seeds. **HortScience**, v. 26, n. 9, p. 1119-1125, 1991.
- FARIAS, J. A. C.; OLIVEIRA, O dos S.; FRANCO, E. T. H. Crescimento inicial de guatambu, *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., em diferentes intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, v. 5, n.1, p.69-86, 1995.
- FERREIRA, E. G. B de S. et al. Thermal scarification to overcome *Piptadenia moniliformis* seeds dormancy. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 79-83, 2014.
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B (eds.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 173-174.
- FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.
- FOWLER, J. A. P. Guia para plantios florestais com espécies nativas. EMBRAPA, Colombo, 2011. (**Comunicado Técnico**, 286)
- GALLO, R. et al. Eficiências de fungicidas em sementes de peroba-mica (*Aspidosperma desmanthum*) e seus efeitos na germinação. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n. 2, p.111-121, 2013.
- GAMA, J. S. N. et al. Temperaturas e substratos para a germinação e vigor de sementes de *Euterpe oleracea* Mart. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 664-670, 2010.
- GASPARIN, E. et al. Identificação de substrato adequado para germinação de sementes de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 625-630, 2012.
- GASPER, A. L de et al. Variação da Estrutura da Floresta Estacional Decidual no Estado de Santa Catarina e sua relação com a altitude e clima. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 77-89, 2015.

- GENTIL, D. D. O. Conservação de sementes do cafeeiro: resultados discordantes ou complementares. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 149-154, 2001.
- GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N de. **Viveiros florestais: produção sexuada**. Viçosa, MG: ed., UFV, 2012. 116p. (Caderno Didático)
- 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.
- GROSSNICKLE, S. C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. **New Forests**, v. 43, p. 711–738, 2012.
- GUEDES, R. S. et al. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.
- GUEDES, R. S. et al. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 997-1003, 2009.
- GUEDES, R. S. et al. Envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 443-450, 2011.
- GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por bio-sólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 1069-1076, 2004.
- HA, T. M. The physiological dormancy and germination responses of *Brunonia australis* and *Rhodanthe floribunda* to gibberellic acid treatment. **Journal of Tropical Crop Science**, v. 1, n. 2, p. 30-34, 2014.
- HARTMANN, H. T. et al. **Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practices**. 7 ed., 1997. 873p.
- INCROCCI, L. et al. Substrate water status and evapotranspiration irrigation scheduling in heterogeneous container nursery crops. **Agricultural Water Management**, v. 131, p. 30 - 40, 2014.
- IPEF - INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Identificação de Espécies Florestais: *Balfourodendron riedelianum*** (pau-marfim). 2005. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/balfourodendron.riedelianum.asp>>. Acesso em: 05 nov. 2013.
- IUCN – Rede Lista f Threatened Species TM. *Balfourodendron riedelianum*: Guatambu blanco. **Americas Regional Workshop** (Conservation & Sustainable Management of Trees, Costa Rica, November 1996). 1998.

- JACOBS, D. F.; SALIFU, K. F.; SEIFERT, J. R. Growth and nutritional response of hardwood seedlings to controlled-release fertilization at outplanting. **Forest Ecology and Management**, v. 214, n. 1, p. 28-39, 2005.
- JONES, K. D.; KAYE, T. N. Growing native seeds for restoration: seed dormancy and germination of *Sidalcea malviflora* ssp. *virgata* (Malvaceae). **Natural Areas Journal**, n. 35, n. 1, p. 26-28, 2015.
- JOSÉ, A. C.; ERASMO, E. A. L.; COUTINHO, A. B. Germinação e tolerância à dessecação de sementes de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4 p. 651- 657, 2012.
- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros. 2005, 256 p.
- KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** Curitiba: UFPR, 2011, 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- LANDIS, T. D.; WILDINSON, K. M. Water Quality and Irrigation. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D. (Eds). **Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries – Vol.1: Nursery management**. Agriculture Handbook 730. Washington, DC.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. p. 177-199. 2009.
- 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**, v. 22, n. 3, p. 493-503, jul.-set., 2012.
- LELES, P. S. S. et al. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 1, p. 69-78, 2006.
- LIMA, J. D. et al. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, Manaus: v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.
- LIMA JR., M. J. V. et al. In: LIMA JR., M. de J. da (Ed). **Manual de procedimentos para análise de sementes florestais**. UFAM/Manaus: Amazonas, Brasil, 2010. 146p.
- LIMA, P. R. et al. Avaliação morfofisiológica em mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos durante a rustificação. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 316-326, 2014.
- LOBÃO, M. S. et al. Agrupamento de espécies florestais por análises univariadas e multivariadas das características anatômica, física e química das suas madeiras. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 92, p. 469-477, 2011.
- LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.
- LOPES, J. L. W. et al. Influência dos fatores bióticos e abióticos na sobrevivência de eucalipto em função do solo e do manejo de viveiro. **Biotemas**, v. 22, n. 2, p. 29 - 38, 2009.

- LOPES, L. T. A. et al. Composição química e atividade antimicrobiana do óleo essencial e anatomia foliar e caulinar de *Citrus limettioides* Tanaka (Rutaceae). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, n. 34, v. 4, p.503-511, 2013.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v.1, 5 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 383p. 2008.
- LORZA, R. F.; SOUZA, F. M.; NAKASHINA, R. Pomares de sementes de espécies nativas: situação atual e propostas. In: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. (Ed.). **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. p. 41-64.
- MAKU, J. O.; GBADAMOSI, A.E.; OKE, S. A. Effect of some growth hormones on seed germination and seedling growth of *Tetrapleura tetraptera* (Thaub, Intern.). **Journal of Plant Research**, v. 4, p. 36-42, 2014.
- MANTOAN, P. et al. Escarificação mecânica e química na superação de dormência de *Adenanthera pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 224-230, 2009.
- MARTINS, C. C. et al. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de barbatimão. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 421-427, 2011.
- MARTINS, C. C. et al. Vermiculita como substrato para o teste de germinação de sementes de ipê-amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 533-540, 2012.
- MATOS, A. P. et al. Avaliação do efeito dos extratos e frações das folhas de *Balfourodendron riedelianum* (Rutaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **BioAssay**, v. 9, n.3, p.1-6, 2014.
- MENDES, S. S.; MESQUITA, J. B.; MARINO, R. H. Qualidade sanitária de sementes de *Leucaena leucocephala* (LAM.) de Wit armazenadas em câmara fria. **Natural Resources**, v. 1, n. 1, p. 15-22, 2011.
- MENDES, S. S. et al. Levantamento, patogenicidade e transmissão de fungos associados às sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Ciência Agronômica**, Ceará: v. 36, n. 1, p. 118-122, 2005.
- MIRANDA, C do C. et al. Germinação de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. com diferentes substratos em condições laboratoriais. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 26-31, 2012.
- MONTAGUE, T.; KJELGREN, R. Use of thermal dissipation probes to estimate water loss of containerized landscape trees. **Journal Environmental Horticulture**, v. 24, p.95-104, 2006.
- MORAIS, W. W. C. et al. Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 69, p. 23-28, 2012.

- MORI, E. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREITAS, N. P de. **Sementes florestais: guia para germinação de 100 espécies nativas**. São Paulo: Instituto Refloresta, 2012. 159p.
- MUNIZ, M. F. B; SILVA, L. M. E; BLUME, E. Influência da assepsia e do substrato na qualidade de sementes e mudas de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas: v. 29, n. 1, p.140-146, 2007.
- NASR, S. M, H.; SAVADKOOHI, S. K.; AHMADI, E. Effect of different seed treatments on dormancy breaking and germination in three species in arid and semi-arid lands. **Forest Science and Practice**, n. 15, n. 2, p. 130–136, 2013
- NASRI, F. et al. Improving germination and dormancy breaking in *Alstromeria ligtu* hybrid seeds. **Trakia Journal of Sciences**, n. 1, p. 38-46, 2014.
- NERY, M. C. et al. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Cerne**, v. 20, n. 3, p. 477-483, 2014.
- NETO, N. M.; BARBEDO, C. J. Viability of Brazilwood seeds (*Caesalpinia echinata* Lam.) stored at room temperature in controlled atmospheres. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 2, p.093-101, 2015.
- OLIVEIRA, A. K. M. et al. Temperature and substrate influences on seed germination and seedling formation in *Callisthene fasciculata* Mart. (Vochysiaceae) in the laboratory. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 487-495, 2015.
- OLIVEIRA, M. E. S. **Patologia de sementes**. Gurupi, TO: UFT/Campus Universitário de Gurupi, março, 2013. (Aula).
- PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Physiology of desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds and the implications for cryopreservation. **International Journal of Plant Sciences**, v. 175, n. 1, p. 21-28, 2014.
- PANDOLFI, F. **Avaliação de parâmetros de rusticidade de mudas clonais de eucalipto e suas influências no crescimento inicial do povoamento**. Alegre: UFES, 2009. 134f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2009.
- PARISI, J. J. D. et al. Viability of *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn. embryos according to the maturation stage, fungal incidence, chemical treatment and storage. **Journal of Seed Science**, v. 35, n.1, p.70-76, 2013.
- PEREIRA, A. M. S. et al. Seed germination and production of *Erythrina mulungu* and *Erythrina velutina* plantlets. **American Journal of Plant Sciences**, n. 5, p. 535-540, 2014.
- PEREIRA, M. D. et al. Physiological quality of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 1, p. 21-27, 2013.
- PILATTI, F. K. et al. In vitro and cryogenic preservation of plant biodiversity in Brazil. **In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant**, v. 47, p. 92-98, 2011.

- PINTO, J. R. et al. Establishment and growth of container seedlings for reforestation: a function of stocktype and edaphic conditions. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 1), p. 1876-1884, 2011.
- PIVETA, G. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de aroeira-preta (*Lithraea molleoides*) submetidas a métodos de superação de dormência. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 289-297, 2014.
- POUND, L. M.; AINSLEY, P. J.; FACELLI, J. M. Dormancy-breaking and germination requirements for seeds of *Acacia papyrocarpa*, *Acacia oswaldii* and *Senna artemisioides* ssp. \times *coriacea*, three Australian arid-zone Fabaceae species. **Australian Journal of Botany**, n. 62, v. 7, p. 546-557, 2015.
- PUTTHA, R. et al. Pre-chill with gibberellic acid overcomes seed dormancy of *Jerusalem artichoke*. **Agronomy for Sustainable Development**, n. 34, p. 869–878, 2014.
- QUIQUI, E. M. D. et al. Estudo fitossociológico de um trecho da Floresta Estacional Semidecidual em Diamante do Norte, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 2, p. 283-290, 2007.
- RAPOPORT, H.; HOLDEN, K. G. Alkaloids of *Balfourodendron riedelianum*. Balfourodine and isobalfourodine. **Journal of the American Chemical Society**, v. 82, n. 16, p. 4395-4404, 1960.
- RHIE, Y. H.; LEE, S. Y.; KIM, K. S. Seed dormancy and germination in *Jeffersonia dubia* (Berberidaceae) as affected by temperature and gibberellic acid. **Plant Biology**, n. 17, p. 327–334, 2015.
- RENNER, R. M. et al. **Programa Mata Ciliar no Estado do Paraná**: comportamento de espécies florestais plantadas. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 38 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 196).
- RICKLI, H. C. et al. Germinação de sementes de *Vochysia bifalcata* em diferentes substratos e temperaturas. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 669 - 676, 2014.
- RODRIGUES, S. B. S. et al. Necessidades hídricas de mudas de eucalipto na região centro-oeste de Minas Gerais. **Irriga**, v. 16, n. 2, p. 212-223, 2011.
- RODRÍGUEZ, O. A. V.; VÁZQUEZ, A. P.; MARTÍNEZ, A. J. Effects of seed weight and substrate on germination and growth of non-toxic *Jatropha curcas* L. seedlings. **Annual Research & Review in Biology**, v. 4, n. 24, p. 4232-4245, 2014.
- SANTOS, A. F dos; GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; AUER, C. G. Transmissão de fungos por sementes de espécies florestais. **Revista Floresta**, Paraná: v. 30, n. 1/2, p. 119-128, 2000.
- SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical seed**. Humlebaek, Danida Forest Seed Centre, 2000. 511 p.
- SENA, C. M de; GARIGLIO, M. A. **Sementes Florestais**: Colheita, Beneficiamento e Armazenamento. Natal: MMA/ Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 28p. 2008. (Guias Técnicos, 2)

SHABAN, M. Aging in orthodox seeds is a problem. **International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research**, v. 1, n. 11, p. 1296-1301, 2013.

SILVA, C. R. A. et al. Desenvolvimento biométrico de mudas de eucalipto sob diferentes lâminas de irrigação na fase de crescimento. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 8), p. 381-390, 2015.

SILVA, L. G da et al. Efeito do tratamento químico na sanidade de sementes de espécies florestais. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 473-478, 2011.

SILVA, L. L da; PAOLI, A. A. S. Morfologia e anatomia da semente de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler – Rutaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas: v. 28, n. 1, p. 16-20, 2006.

SILVA, M. R da. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. Botucatu: UNESP, 2003. 100f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Effects of water management on growth, irrigation efficiency and initial development of *Aspidosperma polyneuron* seedlings. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 35, p. 3562-3569, 2015a.

_____. Nursery water management on initial development and quality of *Piptadenia gonoacantha* seedlings. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 91-100, 2015b.

SILVA, R. C da; VIEIRA, E. S. N.; PANOBIANCO, M. Técnicas para superação da dormência de sementes de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 9, p. 719-727, 2014.

SILVA, R. P da; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.

SILVEIRA, N. M. et al. Tecnologia de sementes de *Sebastiania membranifolia* Mull Arg (Euphorbiaceae). **Cernea**, v. 19, n. 4, p. 669-675, 2013.

STOCKMAN, A. L. et al. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand - Bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 139-143, 2007.

STURION, J. A.; BELLOTE, A. F. J. Implantação de povoamentos florestais com espécies de rápido crescimento. In: GALVÃO, A. P. M. (Org). **Reflorestamento de Propriedades Rurais para fins Produtivos e Ambientais: Um guia para ações municipais e regionais**. Brasília – DF, Embrapa Florestas, 2000, p.209 – 218.

SUBBARAO, Ch. V.; KARTHEEK, G.; SIRISHA, D. Slow release of potash fertilizer through polymer coating. **International Journal Applied Science Engineering**, v. 11, n. 1, p. 25-30, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed., Porto Alegre: Artmed. 2009, 848 p.

- TATAGIBA, S. D. et al. Determinação da máxima capacidade de retenção de água no substrato para produção de mudas de eucalipto em viveiro. **Floresta**, v. 45, n. 4, p. 745 - 754, 2015.
- TRAZZI, P. A. et al. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 621-630, 2012.
- TRESENA, N de L. et al. Teor de água limite para crioconservação das sementes de ipê amarelo (*Tabebuia chrysotrica* (Mart. Ex. DC.) Standl.). **Cerne**, v. 16, n. 2, p. 171-175, 2010.
- TRIVEDI, D. R.; JOSHI, A. G.; NAGAR, P. S. Seed germination studies of tree species: *Radermarchera xylocarpa* and *Dolicandrone falcate*. **Bangladesh Journal Scientific and Industrial Research**, v. 51, n. 1, p. 41-46, 2016.
- TROPICOS: **Missouri Botanical Garden**. 21 mar. 2016. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/28101311?tab=distribution>>. Acesso em: 21 mar. 2016.
- TSAKALDIMI, M.; GANATSAS, P.; JACOBS, D. F. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. **New forests**, v. 44, n. 3, p. 327-339, 2013.
- TURNES, J de M. et al. Avaliação da atividade antioxidante e alelopática do extrato etanólico e frações das cascas do caule de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam., Rutaceae. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 3, p.459-467, 2014.
- VALLONE, H. S. et al. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1327-1335, 2009.
- VEIGA, T. A. M. et al. Furoquinoline alkaloids isolated from *Balfourodendron riedelianum* as photosynthetic inhibitors in spinach chloroplasts. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, n. 120, p. 36–43, 2013.
- VILLELA, F. A.; PERES, W. B. **Coleta, beneficiamento e armazenamento**. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F (Orgs). **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed Editora, p. 265-281, 2009.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, p. 13-47, 2010.
- WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; GROSSI, F. Curso intensivo de viveiros e produção de mudas. EMBRAPA, Colombo, PR, 2002. 45p. (**Documentos**, 79)
- WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 166p.
- WILCKEN, C. F. et al. **Guia prático de manejo de plantações de eucalipto**. Botucatu: FEPAF, 2008. 25p.
- WILSON, B. C.; JACOBS, D. F. Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings. **New Forests**, v. 31, n. 3, p. 417-433, 2006.

XAVIER, P. B.; JASMIM, J. M. Effects of temperature and substrate on the germination of *Hamatocactus setispinus* (Cactaceae). **Ornamental Horticulture**, v. 21, n. 2, p. 173-176, 2015.

ZHANG, H. et al. Characterization of water quality in stratified nursery recycling irrigation reservoirs. **Agricultural Water Management**, v. 160, p. 76-83, 2015.

ZIDA, D. et al. Initial seedling morphological characteristics and field performance of two Sudanian savanna species in relation to nursery production period and watering regimes. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 7, p. 2151-2162, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Diásporo maduro com ala e desalado, após beneficiamento, de *Balfourodendrom riedelianum* utilizado para condução dos testes em laboratório e para produção de mudas em viveiro.



APÊNDICE B - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) para as variáveis germinação (Germ.), índice de velocidade de germinação (IVG), plântula anormal (PA) e diásporos duros (DD) na caracterização fisiológica em diásporos de *B. riedelianum*.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Germ.	IVG	PA	DD
Substrato	2	792,361*	0,074*	1,891 ^{ns}	807,815*
Sup. Dormência	8	8978,645	1,023	25,586	9866,847
Subs. x Sup. Dormência	16	181,163	0,026	0,684	180,096
Resíduo	-	74,614	0,014	4,189	96,034
CV (%)	-	19,74	26,30	89,21	18,16
Média Geral	-	43,75	0,46	2,29	53,96

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade e CV (%) – coeficiente de variação.

APÊNDICE C - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) para as variáveis teor de água (TU), germinação (Germ.), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca (MSP) e comprimento da plântula (Comp.) durante o armazenamento de diásporos de *B. riedelianum* em câmara fria e úmida.

FV	GL	Quadrados Médios				
		TU	Germ.	IVG	MSP	Comp.
Armazenamento	2	18,058*	5627,083*	0,563*	0,00025 ^{ns}	1,409 ^{ns}
Resíduo	-	0,119	40,972	0,009	0,000106	1,342
CV (%)	-	2,48	14,36	21,62	33,09	15,31
Média Geral	-	13,93	44,58	0,44	0,03	7,57

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade e CV (%) – coeficiente de variação.

APÊNDICE D - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) dos fungos *Fusarium* sp., *Pestalotia* sp., *Mucor* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp. no teste de sanidade durante o armazenamento de diásporos de *B. riedelianum* em câmara fria e úmida.

FV	GL	Quadrados Médios					
		<i>Fusarium</i> sp.	<i>Pestalotia</i> sp.	<i>Mucor</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.
Sanidade	2	514,58*	9581,25*	208,33 ^{ns}	3214,58*	325,00 ^{ns}	33,33 ^{ns}
Resíduo	-	88,19	38,19	113,88	165,97	139,58	11,11
CV (%)	-	10,68	12,06	256,12	30,61	55,6	200
Média geral	-	87,91	51,25	4,16	42,08	21,6	1,66

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade e CV (%) – coeficiente de variação.

APÊNDICE E - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) para as variáveis germinação (Germ.), índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca (MSP) e comprimento da plântula (Comp.) em diferentes métodos de desinfestações de diásporos de *B. riedelianum*.

FV	GI	Quadrados Médios			
		Germ.	IVG	MSP	Comp.
Desinfestação	5	1144,166*	0,05117*	3,584 ^{ns}	4,794*
Resíduo	-	37,5	0,00048	6,352	0,355
CV (%)	-	10,28	6,18	11,69	8,84
Média geral	-	59,58	0,36	21,56	6,75

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade; FV = fonte de variação; GI = graus de liberdade e CV (%) – coeficiente de variação.

APÊNDICE F - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) dos fungos *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Periconia* sp., *Alternaria* sp., e *Colletotrichum* sp. em diferentes métodos de desinfestação de diásporos de *B. riedelianum* no teste de sanidade.

FV	GL	Quadrados Médios					
		<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Periconia</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Colletotrichum</i> sp.
Sanidade	5	46,67 ^{ns}	341,042*	2017,667*	439,375*	6,667 ^{ns}	25,00*
Resíduo	-	56,25	59,375	149,305	62,252	2,777	4,861
CV (%)	-	7,66	8,91	30,87	74,2	200	176,38
Média geral	-	97,02	86,46	39,58	10,62	0,83	1,25

^{ns} F não-significativo a 5% de probabilidade; * F significativo a 5% de probabilidade; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade e CV (%) – coeficiente de variação.

APÊNDICE G - Emergência de *Balfourodendron riedelianum* em casa de vegetação, no Viveiro Florestal, Santa Maria (RS). (Fonte: GOMES, 2013).



APÊNDICE H - Avaliação da uniformidade da irrigação nas linhas de irrigação, para produção de mudas de *B. riedelianum*, na fase de viveiro, Santa Maria. (Fonte: GOMES, 2014).



APÊNDICE I – Distribuição das lâminas, horários e duração de cada aplicação das irrigações em mudas de *B. riedelianum*, Santa Maria, RS, 2014.

Lâmina de irrigação	Lâmina Efetiva (mm)	Horário das irrigações	Tempo de cada irrigação (minutos)
Lâmina de 4 mm dia ⁻¹ (3 fileira)	2	10 h	6
	1	13 h	3
	1	16 h	3
Lâmina de 8 mm dia ⁻¹ (1 fileira)	4	10 h 08 min	15
	2	13 h 05 min	7
	2	16 h 05 min	7
Lâmina de 12 mm dia ⁻¹ (5 fileira)	4	10 h 25 min	10
	4	13 h 14 min	10
	4	16 h 14 min	9

APÊNDICE J - Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) em percentagem e suas classificações, para cada setor de irrigação.

Linha de irrigação	CUC	
	(%)	Classificação
1	81,5	Bom
3	85,3	Bom
5	70,9	Razoável

Fonte: Bernardo, Soares e Mantovani (2006).

APÊNDICE K - Mudas de *B. riedelianum* cobertas com lonas plásticas transparentes em dias chuvosos, durante a fase de viveiro.



APÊNDICE L - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) para sobrevivência (Sobr.%), os parâmetros morfológicos altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca aérea (MSA) e massa seca radicular (MSR) de mudas de *B. riedelianum* produzidas em diferentes combinações de lâminas de irrigação, na fase de viveiro.

FV	GL	Quadrados Médios				
		Sob.	H	DC	MSA	MSR
Comb. lâminas	7	1332,645	10,235	0,566	0,186	0,017
Resíduo	-	478,736	6,382	0,525	0,023	0,005
CV (%)	-	37,51	17,14	22,63	33,09	44,44
Média geral	-	58,33	14,74	3,2	0,46	0,16

* F significativo a 5% de probabilidade; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV (%) – coeficiente de variação e Comb. lâmina = combinações das lâminas.

APÊNDICE M - Resultado da Análise de Variância (Quadrado Médio) para sobrevivência (Sobr.%), os parâmetros morfológicos incremento em altura da parte aérea (Inc.H), incremento em diâmetro do coleto (Inc.DC), massa seca aérea (MSA), área foliar (AF), índice de clorofila (*a* e *b*), eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) e taxa de transporte de elétrons (ETR) de mudas de *B. riedelianum* produzidas em diferentes combinações de lâminas de irrigação no viveiro, aos 450 dias após o plantio a campo.

FV	GL	Quadrados Médios								
		Sob.	Inc.H	Inc.DC	MSA	AF	Clor.a	Clor.b	F_v/F_m	ETR
Bloco	2	1020,33	679,359	5,591	1,395	2,034	97,622	106,581	0,039	1501,106
Comb. lâminas	7	528,273	1393,245	21,431	0,621	0,677	213,238	114,657	0,125	1138,887
Resíduo	-	272,437	1025,620	24,092	0,192	0,287	24,335	15,727	0,015	779,459
CV (%)	-	20,09	68,12	49,95	41,91	20,70	15,07	34,38	39,22	25,99
Média geral	-	67,71	25,60	4,67	24,81	832,51	30,73	9,76	0,57	100,43

APÊNDICE N - Correlações entre as variáveis: sobrevivência (Sob.), altura (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca aérea (MSA), massa seca radicular (MSR), aos 180 dias de mudas de *B. riedelianum* produzidas sob diferentes combinações de lâminas na fase de viveiro; sobrevivência (C_Sob.), incremento em altura da parte aérea (C_Inc.H), incremento em diâmetro do coleto (C_Inc.DC), massa seca aérea (C_MSA), área foliar (C_AF), índice de clorofila (C_Clor.a e C_Clor.b), eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II (C_Fv/Fm) e taxa de transporte de elétrons (C_ETR) aos 450 dias de mudas de *B. riedelianum* após o plantio a campo.

	Viveiro					Campo								
	Sob.	H	DC	MSA	MSR	Sob.	Inc.H	Inc.DC	MSA	AF	Clor._a	Clor._b	Fv/Fm	ETR
Viveiro_Sob.	1													
Viveiro_H	0,24 ^{ns}	1												
Viveiro_DC	-0,01 ^{ns}	0,81*	1											
Viveiro_MSA	0,12 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1										
Viveiro_MSR	0,15 ^{ns}	0,76*	0,47 ^{ns}	0,99*	1									
Campo_Sob.	0,81*	0,55 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1								
Campo_Inc.H	0,74*	0,44 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,86*	1							
Campo_Inc.DC	0,67 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,76*	0,98*	1						
Campo_MSA	0,68 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,83*	0,88 [*]	1					
Campo_AF	0,71*	0,25 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,72*	0,95*	0,97*	0,95*	1				
Campo_Clor._a	0,05 ^{ns}	-0,48 ^{ns}	-0,46 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1			
Campo_Clor._b	-0,07 ^{ns}	-0,50 ^{ns}	-0,38 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,95*	1		
Campo_Fv/Fm	0,63 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	-0,44 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,79 [*]	0,62 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1	
Campo_ETR	0,18 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1