

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

MANEJO DE ESPÉCIES NATIVAS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS  
ARENIZADAS NO SUDOESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Luciana Pinto Paim  
Engenheira Agrônoma/UNIPAMPA

Dissertação apresentada como um dos requisitos  
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia  
Ênfase Fisiologia e Manejo Vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil  
Fevereiro de 2017

### CIP - Catalogação na Publicação

Pinto Paim, Luciana      Manejo de espécies  
nativas para recuperação de áreas arenizadas no  
sudoeste do Rio Grande do Sul / Luciana Pinto Paim.  
-- 2017.

158 f.

Orientador: Claudimar Sidnei Fior.

Coorientadora: Elisete Maria de Freitas.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia,  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre,  
BR-RS, 2017.

1. recuperação de áreas. 2. propagação de plantas.  
3. arenização. 4. Bioma Pampa. 5. espécies nativas.

I. Sidnei Fior, Claudimar, orient. II. Maria de  
Freitas, Elisete, coorient. III. Título.

LUCIANA PINTO PAIM  
Engenheira Agrônoma - UNIPAMPA

## **DISSERTAÇÃO**

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### **MESTRE EM FITOTECNIA**

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 24.02.2017  
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 16.05.2017  
Por

CLAUDIMAR SIDNEI FIOR  
Orientador - PPG Fitotecnia

SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE  
Coordenadora do Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia

ELISETE MARIA DE FREITAS  
Coorientadora - UNIVATES

MARÍLIA LAZAROTTO  
PPG Fitotecnia/UFRGS

LUCIMAR DE FÁTIMA DOS SANTOS VIEIRA  
Instituto de Geociências/UFRGS

ANA PAULA MOREIRA ROVEDDER  
UFSM

CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de  
Agronomia

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todos os acontecimentos e obstáculos que aconteceram em minha, pois sempre esteve comigo e confiou que eu poderia ultrapassá-los com sabedoria e fé. Sempre ao meu lado, me guiando e iluminando nessa caminhada em busca do aperfeiçoamento técnico e humano.

Aos meus pais Salatiel e Tânia que sempre acreditaram nos meus sonhos e ideais, não medindo esforços e dificuldades para me apoiar, principalmente, meu pai “meu grande companheiro e amigo”, me apoiando nos trabalhos práticos de campo e com suas palavras de força e dedicação. Aos meus irmãos Marcelo e Willian que são exemplos para mim, e nos momentos difíceis possuíam palavras compreensivas e amigas e, que de certa forma dedicaram-se para que eu pudesse chegar até esta etapa em minha vida. Muito obrigado minha família, essa vitória é nossa!

Ao meu orientador, professor Claudimar Sidnei Fior pela sua amizade, confiança, paciência, orientação, sabedoria, ensinamentos e pelas suas palavras de apoio e compreensão, ao longo desses dois anos. Espero ter retribuído a sua confiança e dedicação, meu muito obrigada!

À professora Elisete Freitas, minha coorientadora, pela sua disponibilidade e ajuda durante a realização deste trabalho.

Aos amigos do setor da Floricultura, Eduarda Avrella, Júlio Lucchese, Monique Caumo, Mara Winhelmann, Aquélis Emer, Marília Tedesco e Gislaine Grzeça pelo apoio fundamental nos trabalhos de implementação a campo, principalmente todos sempre com muita alegria e determinação. Muito obrigado pela amizade e os ensinamentos adquiridos com todos!

Aos professores e funcionários do PPG Fitotecnia e do Departamento de Horticultura e Silvicultura, e à CAPES pelo apoio financeiro.

À todos as pessoas que de certa forma participaram do meu aperfeiçoamento profissional e humano, muito obrigada.

# MANEJO DE ESPÉCIES NATIVAS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS ARENIZADAS NO SUDOESTE DO RIO GRANDE DO SUL<sup>1</sup>

Autor: Luciana Pinto Paim  
Orientador: Claudimar Sidnei Fior  
Coorientadora: Elisete Maria de Freitas

## RESUMO

No estado do Rio Grande do Sul há uma paisagem campestre constituída por extensas áreas de solos arenizados, os quais dificultam a formação de cobertura vegetal e intensificam a ação de processos erosivos. Assim, as espécies de *Butia lallemantii* e *Lupinus albus* apresentam características promissoras para amenizar a intensidade dessas degradações. O objetivo do estudo foi avaliar o manejo e a formação de mudas de espécies nativas para recuperação de áreas arenizadas. Mudas de *B. lallemantii* foram coletadas em Alegrete/RS, classificadas conforme a classe do diâmetro do estipe (CDE) e mantidas em recipientes com mistura de substrato (solo arenizado + esterco bovino + casca de arroz *in natura* + cinza de casca de arroz), durante oito meses. No transplante a campo, aleatorizaram-se cinco doses de NPK (0, 30, 60, 90 e 120 g/planta) e uso ou não do hidrogel. Frutos de *L. albus* foram coletados em três populações (São Francisco de Assis/RS e Alegrete/RS), caracterizados quanto à sua biometria e morfologia e as sementes analisadas quanto à viabilidade sob tratamentos pré-germinativos, além de teste de conservação. Tratamentos pré-germinativos dividiram-se em três estudos: sete métodos pré-germinativos; tempos de escarificação e temperaturas para germinação, classificação quanto à fotoblastia. A campo, sementes de *L. albus* foram semeadas entre mudas de *B. lallemantii*, sob aplicação de fertilizante NPK. Régua graduada foram posicionadas na área para leituras periódicas do deslocamento da areia. Os resultados do condicionamento de mudas de *B. lallemantii* em substrato evidenciaram elevada sobrevivência e emissão de estruturas vegetativas, principalmente nas plantas com maior diâmetro de estipe. *L. albus* apontou dispersão por autocoria e coloração marrom de frutos. Tratamento pré-germinativo superior foi entre lixas, durante 40 segundos e germinação sob 25 °C. As sementes apresentaram comportamento independente da presença de luz, permitindo a classificação como fotoblásticas neutras. O armazenamento em ambiente sem controle de umidade e temperatura, na embalagem de papel mostraram-se adequados para a conservação das sementes. O fertilizante químico NPK não favoreceu a germinação e o desenvolvimento das plantas a campo. O deslocamento médio de areia no foi mais acentuado na primavera. Esses testes preliminares, associados a informações de outras pesquisas, permitem concluir que as espécies de *B. lallemantii* e *L. albus* são favoráveis para uso em recuperação de áreas arenizadas, embora sejam necessários estudos mais aprofundados para auxiliar na metodologia de implantação e manejo dessas espécies.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (158p.) Fevereiro, 2017.

## MANAGEMENT OF NATIVE SPECIES FOR RECOVERY OF ARENIZED AREAS IN SOUTHWEST RIO GRANDE DO SUL<sup>1</sup>

Author: Luciana Pinto Paim  
Adviser: Claudimar Sidnei Fior  
Co adviser: Elisete de Freitas

### ABSTRACT

In the state of Rio Grande do Sul there is a country landscape composed of extensive areas of sandstone soils, which make it difficult to form vegetation cover and intensify erosion processes. Thus, the species *Butia lallemantii* and *Lupinus albescens* present promising characteristics to soften the intensity of these degradations. The objective of the study was to evaluate the management and the formation of seedlings of native species for the recovery of sandstone areas. *B. lallemantii* seedlings were collected in Alegrete/RS, classified according to the class of the diameter of the stipe (CDE) and kept in containers with a substrate mix (sandy soil + bovine manure + in natura rice husk + rice hull ash), for eight months. In field transplantation, five doses of NPK (0, 30, 60, 90 and 120 g/plant) and use of the hydrogel were randomized. Fruits of *L. albescens* were collected in three populations (São Francisco de Assis/RS and Alegrete/RS), characterized for their biometry and morphology and seeds analyzed for viability under pre-germination treatments, as well as conservation test. Pre-germination treatments were divided into three studies: seven pre-germination methods; Scarification times and temperatures for germination, classification for the photoblade. In the field, seeds of *L. albescens* were sown among seedlings of *B. lallemantii*, under application of NPK fertilizer. Graduated rulers were positioned in the area for periodic readings of sand displacement. The results of the conditioning of *B. lallemantii* seedlings on substratum showed high survival and emission of vegetative structures, especially in plants with larger stipe diameter. *L. albescens* showed dispersion by autocoria and brown coloration of fruits. Superior pre-germination treatment was between sands, during 40 seconds and germination under 25 °C. The seeds presented independent behavior of light, allowing classification as neutral photoblasts. The storage in an environment without humidity and temperature control in the paper packaging were adequate for the conservation of the seeds. The chemical fertilizer NPK did not favor the germination and the development of the plants in the field. The average sand displacement was not more pronounced in the spring. These preliminary tests, combined with information from other researches, allow us to conclude that *B. lallemantii* and *L. albescens* species are favorable for use in the recovery of sandstone areas, although more in-depth studies are needed to aid in the methodology for the implantation and management of these species.

---

<sup>1</sup> Master of Science in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (158p.) February, 2017.

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Bioma Pampa .....	4
2.2 Áreas degradadas e o fenômeno Arenização no Rio Grande do Sul .....	5
2.3 Métodos utilizados na recuperação de áreas degradadas .....	9
2.3.1 Trabalhos com espécies vegetais para recuperação de áreas arenizadas..	11
2.4 <i>Lupinus albus</i> : alternativa para recuperação de áreas arenizadas .....	15
2.5 <i>Butia lallemantii</i> : espécie endêmica do Bioma Pampa.....	17
2.6 Características de frutos e sementes.....	18
2.6.1 Aspectos morfológicos, fisiológicos e físicos.....	18
2.6.2 Germinação e tratamentos pré-germinativos .....	21
2.6.3 Conservação de sementes e espécies leguminosas .....	23
2.7 Adubação .....	27
2.7.1 Adubação em espécies de palmeiras.....	27
2.7.2 Adubação em áreas arenizadas .....	29
2.8 Hidrogel .....	31
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	35
4 CAPÍTULO 1.....	47
Coleta de plantas <i>in situ</i> e condicionamento de mudas de <i>Butia lallemantii</i> .....	47
5 CAPÍTULO 2.....	66
Estabelecimento de mudas de <i>Butia lallemantii</i> Deble & Marchiori em área arenizada.....	66

	Página
6	CAPÍTULO 3.....89
	Análise de sementes de <i>Lupinus albescens</i> Hook. & Arn.....89
7	CAPÍTULO 4.....128
	Semeadura de <i>Lupinus albescens</i> Hook. & Arn. em área degradada por arenização.....128
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 145



## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. Propriedades físicas e químicas do substrato composto por solo arenizado (Neossolo Quartzarênico), esterco bovino, casca de arroz <i>in natura</i> e cinza da casca de arroz (1:1:1:1, v/v/v/v), Porto Alegre/RS, 2015.....	54
2. Aspecto foliar de mudas de <i>B. lallemantii</i> , conforme o número de folhas novas (FN), folhas maduras (FM) e folhas secas (FS) para o período de quatro meses, e número total de folhas novas (NtFN) e de perfilhos (NtPF), após o período de oito meses de permanência em substrato, em função das classes de diâmetro do estipe, Alegrete/RS, 2016.....	59
3. Dados do sistema radicular de mudas de <i>B. lallemantii</i> , conforme número de raízes novas (RN), de raízes em decomposição (RD) após quatro e oito meses de permanência em substrato, de acordo com as classes de diâmetro do estipe, Alegrete/RS, 2016.....	61
<b>CAPÍTULO 2</b>	
1. Espécies encontradas em área de estudo atingida pelo processo de arenização no município de Alegrete/RS, 2015.....	84
2. Análise de variância para as variáveis presença de folhas vivas (PFV), ausência de folhas vivas (AFV) e sobrevivência (SOB) das mudas de <i>B. lallemantii</i> ao final de 300 dias, de acordo com os três blocos de diâmetros de estipe (BDE), o uso do hidrogel e cinco doses de adubação química, Alegrete/RS, 2016.....	85
3. Dados médios da porcentagem de presença de folhas vivas (PFV) e da sobrevivência (SOB) das mudas de <i>B. lallemantii</i> no final de 300 dias, de acordo com os três blocos de diâmetros de estipe (BDE), Alegrete/RS, 2016.....	85
<b>CAPÍTULO 3</b>	
1. Transformação e análise das variáveis dos testes avaliados que não atenderam aos pressupostos da ANOVA, Porto Alegre/RS, 2016.....	120

2. Dados médios do número total de lócus (N° Total Lócus), tamanho do fruto (TF), número de sementes íntegras (N° SI), número de sementes por fruto (N° SF) e das medidas biométricas de comprimento (Comp.), largura (Larg.) e espessura (Esp.) referente aos três locais de coleta para as sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2015..... 120
3. Análise de variância da morfologia dos frutos de *L. albescens* de acordo com as populações coletadas, Porto Alegre/RS, 2016..... 121
4. Características físicas do teor de água, peso de mil sementes (PS 1000) e número total de sementes por quilo (NTS kg<sup>-1</sup>) da espécie de *L. albescens* para as três populações, Porto Alegre/RS, 2016..... 121
5. Análise de variância referente aos dados de porcentagem de germinação e de formação de plântulas, massa seca (MSP) e fresca de plântulas (MFP) e tempo médio de plântulas (TMP), sob sete tratamentos pré-germinativos para as sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016..... 121
6. Dados médios de porcentagem de germinação (G) e de formação de plântulas (FP), índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento de parte aérea (Comp. PA), comprimento de raiz (Comp. Raiz) e tempo médio de germinação (TMG), sob sete tratamentos pré-germinativos para acelerar o processo de germinação das sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016..... 122
7. Dados médios de porcentagem de germinação (G), de formação de plântulas (FP), índice de velocidade de germinação (IVG), massa fresca (MF) e massa seca de plântulas (MS) para as três populações, sob diferentes tempos de escarificação mecânica entre lixas nas sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016..... 122
8. Comprimento de parte aérea (Comp. PA), comprimento de raiz (Comp. Raiz) e tempo médio de plântula (TMP), submetidos as três populações das sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016..... 123
9. Dados médios do tempo médio de germinação (TMG), conforme as três populações coletadas e os tempos de escarificação mecânica entre lixas nas sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016..... 123
10. Porcentagem de germinação (G), de formação de plântulas (FP), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e tempo médio de plântula (TMP), sob diferentes temperaturas nas sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016..... 123
11. Comprimento de parte aérea (Comp. PA), comprimento de raiz (Comp. Raiz), massa fresca (MF) e massa seca de plântulas (MS), submetidos a diferentes temperaturas nas sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016..... 124

12. Análise de variância referente aos dados analisados no teste de fotoblastia para as sementes da espécie de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016..... 124

#### **CAPÍTULO 4**

1. Dados médios de altura (A), diâmetro do colo (Dc) e número de plantas por cova (NPC) para cada bloco, no período de 30 e 60 dias após a semeadura de *L. albescens*, Alegrete/RS, 2016..... 143
2. Dados médios de altura (A), diâmetro do colo (Dc) e número de plantas por cova (NPC) para cada dose de adubação (DA), no período de 30 e 60 dias após a semeadura de *L. albescens*. Alegrete/RS, 2016..... 144

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1. Coleta das mudas de <i>B. lallemantii</i> no município de Alegrete/RS (A) e muda com tamanho de 30 cm, após o processo de poda de folhas e raízes, deixando-se 25 cm e 5 cm, respectivamente (B), Alegrete/RS, 2015.....	52
2. Classificação das mudas em quatro classes de diâmetro, classe 1: menor de 4,2 cm (A), classe 2: 4,21 a 6,4 cm (B), classe 3: 6,4 9 cm (C) e classe 4: acima de 9 cm (D) e o condicionamento das mudas em sacos de polietileno com substrato (solo arenizado + esterco bovino + casca de arroz <i>in natura</i> + cinza de casca de arroz) (E), Alegrete/RS, 2015.....	53
3. Porcentagem de sobrevivência das mudas de <i>B. lallemantii</i> , após o período de quatro e oito meses de permanência em mistura de substrato (solo arenizado, esterco bovino, casca de arroz <i>in natura</i> e cinza de casca de arroz), de acordo com as classes de diâmetro do estipe (classe 1: menores de 4,2 cm; classe 2: 4, 21 a 6,4 cm; classe 3: 6,41 a 9 cm; e classe 4: acima de 9 cm), Alegrete/RS, 2016.....	57
<b>CAPÍTULO 2</b>	
1. Área de estudo arenizada de 0,5 ha, localizada no início do campo de areal, Alegrete/RS, 2015.....	86
2. Plantio das mudas de <i>Butia lallemantii</i> na área arenizada de estudo, por meio dos procedimentos de abertura de covas (A), aplicação de hidrogel (B), plantio (C), colocação de adubo mineral (D), irrigação com 1 L de água (E), Alegrete/RS, 2015.....	86
3. Posicionamento dos blocos na área experimental arenizada (A), distribuição das régua em cada bloco (B) e a demonstração das régua entre as mudas de <i>Butia lallemantii</i> a campo (C), Alegrete/RS, 2015.....	87
4. Alteração no nível do solo devido ao deslocamento médio de areia (cm) em área arenizada nos blocos 1, 2 e 3, de acordo com as estações do ano (* médias das estações do ano seguidas de letras iguais maiúsculas e ** médias seguidas de letras minúsculas entre os blocos dentro de cada estação, não diferem entre si pelo teste Duncan 5%), Alegrete/RS, 2016.....	88

**CAPÍTULO 3**

1. Curva de embebição das sementes de *L. albescens*, escarificação no tempo de 40 segundos, Porto Alegre/RS, 2016..... 125
2. Equações representativas do teor de água (%) das sementes de *L. albescens*, submetidas ao período de armazenamento nos locais de ambiente e refrigerador, Porto Alegre/RS, 2016..... 125
3. Porcentagem de germinação (A), porcentagem de formação de plântulas normais (B), tempo médio de germinação (C), índice de velocidade de germinação (D) e tempo médio de plântula (E) das sementes de *L. albescens* durante o período de armazenamento nos locais de ambiente e refrigerador, Porto Alegre/RS, 2016..... 126
4. Comprimento de parte aérea (A), comprimento de raiz (B) das sementes de *L. albescens* durante o período de armazenamento nos locais de ambiente e refrigerador, Porto Alegre/RS, 2016..... 127
5. Determinação da condutividade elétrica das sementes de *L. albescens*, sob os tempos de embebição de 72 h (A), 96 h (B), 120 h (C) e 144 h (D), durante o período de armazenamento de 90 dias, nos locais de ambiente e refrigerador, Porto Alegre/RS, 2016..... 127

**CAPÍTULO 4**

1. Abertura das covas (A) e a semeadura de *Lupinus albescens* entre fileiras de mudas de *Butia lallemantii* na área arenizada (B), Alegrete/RS, 2016..... 141
2. Esquema de semeadura das sementes de *L. albescens* entre as fileiras de mudas de *B. lallemantii* na área experimental arenizada, Alegrete/RS, 2016..... 141
3. Ilustração das covas com a disposição do adubo mineral e sementes na distância de 10 cm (A) e o bloco com as mudas de *B. lallemantii* após a semeadura do *L. albescens* (B), Alegrete/RS, 2016..... 142
4. Avaliação mensal da emergência de plantas/m<sup>2</sup>, nos blocos 1, 2 e 3, durante 240 dias, Alegrete/RS, 2016..... 142
5. Emergência de plantas nos tratamentos com as doses 0 e 30 g do adubo mineral NPK, durante 240 dias, Alegrete/RS, 2016..... 143

## 1 INTRODUÇÃO

Na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul (RS) destacam-se os campos assentados sobre o substrato arenítico constituído pelas Formações Guará e Botucatu, sendo locais originados pelo processo de arenização (Trindade *et al.*, 2008; Vieira & Verdum, 2015). Os núcleos de arenização vêm sendo relatados desde o século XIX, como um processo de origem natural, ocasionado por fatores do ambiente, como temperatura, precipitação, vegetação, solo, relevo e depósitos arenosos recentes, que contribuem de forma determinante para o desencadeamento e o avanço deste fenômeno sobre a Campanha gaúcha (Rovedder *et al.*, 2005; Vieira & Verdum, 2015).

Nessas paisagens que compõem o Bioma Pampa, há o predomínio de vegetação tipicamente campestre, principalmente espécies herbáceas e gramíneas, apresentando extrema importância para a conservação da biodiversidade, em razão da elevada riqueza de espécies da flora e da fauna (Binkowski, 2009). Contudo, os solos arenosos suscetíveis ao processo de arenização provocam a remoção das plantas nativas do local, em razão das suas limitações na ciclagem de nutrientes e dos efeitos negativos dos agentes da erosão eólica sobre as mesmas (Trindade *et al.*, 2008).

Nesse sentido, a perspectiva do controle da expansão das manchas de areais sobre os campos nativos da Campanha Gaúcha vem sendo buscada desde a década de 1970, envolvendo órgãos públicos, produtores rurais e universidades (Vieira & Verdum, 2015). Desde os anos de 1970, a preocupação tem sido pela procura de espécies vegetais com

características de adaptabilidade e resistência para compor essas áreas, aliado a metodologias de baixo custo e fácil manuseio por produtores rurais.

Desse modo, o isolamento dos locais em processo de arenização é imprescindível, visto que tem por finalidade viabilizar o crescimento das espécies vegetais com características adaptativas, as quais apresentam reduzida necessidade de fertilidade, aporte de água e resistência à abrasão ocasionada pelas partículas de areia transportadas pela ação do vento (Freitas *et al.*, 2009). A utilização de práticas de revegetação, rotação de culturas, cultivo mínimo e a disponibilidade de aporte nutricional nos solos arenizados necessitam ser realizados em associação com técnicas de adubação e procedimentos que amenizem as perdas pelo processo de lixiviação (Azevedo & Kaminski, 1995). Estes mesmos autores salientam que independente das atividades agrícolas empregadas, as mesmas terão a incumbência de proporcionar maior cobertura do solo, matéria orgânica, manutenção de umidade e retenção da água da chuva nas áreas com características arenizadas.

Nesse sentido, a espécie *Butia lallemantii* Deble & Marchiori apresenta atributos com possibilidade para auxiliar na recuperação desses locais arenizados, visto que os indivíduos são encontrados em áreas arenosas de elevações areníticas de distintos municípios do sudoeste do RS, todavia, localizam-se em locais ameaçados pela expansão das lavouras de soja e da monocultura de árvores exóticas (Soares *et al.*, 2014).

A espécie herbácea nativa *Lupinus albescens* Hook & Arn. também apresenta potencialidades para o restabelecimento da cobertura vegetal em áreas atingidas por arenização, sendo uma leguminosa de ocorrência natural nos solos arenosos do sudoeste do RS e dispendo de aspectos importantes, como rusticidade, adaptabilidade à baixa fertilidade e com alta produção de biomassa (Dorneles, 2008). Esta espécie apresenta-se como importante alternativa na recuperação de áreas degradadas na Campanha Gaúcha (Rovedder,

2007), pois, de acordo com Klamt & Schneider (1995), há poucas espécies vegetais nativas com capacidade de cobertura vegetal nas áreas arenizadas que permitam amenizar o processo de expansão desses núcleos de degradação.

Diante do exposto, a fim de buscar métodos e espécies vegetais com características convenientes para a recuperação dessas áreas, os objetivos deste estudo foram:

- Avaliar a sobrevivência e desenvolvimento de mudas coletadas em população *in situ*, para posterior transplante a campo em área arenizada;
- Avaliar a sobrevivência a campo e comportamento de mudas de *B. lallemantii*, com o incremento do uso de adubação mineral (N-P-K) e de polímero hidroretentor (hidrogel), além de monitorar o deslocamento de partículas de areia próximo às mudas na área arenizada;
- Descrever a dispersão, coloração, tamanho e características morfológicas dos frutos e das sementes de *L. albescens*, além de tratamentos pré-germinativos, aspectos de luminosidade e conservação de sementes;
- Avaliar a emergência e o crescimento de plantas de *L. albescens*, com e sem aplicação de fertilizante químico, em consórcio com mudas da espécie *Butia lallemantii*.

A fim de testar os objetivos, este trabalho foi organizado em quatro capítulos no formato de artigos científicos e uma revisão bibliográfica, abordando os aspectos do problema da arenização e as espécies estudadas.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Bioma Pampa

No estado do Rio Grande do Sul (RS) encontram-se os biomas Mata Atlântica ao norte e o Pampa na metade sul (Boldrini *et al.*, 2010). O Bioma Pampa engloba 63 % do território do RS, tendo sido utilizado, nos últimos 300 anos, principalmente para a exploração da pecuária extensiva (Pillar *et al.* 2009). Segundo Boldrini *et al.* (2010), no Bioma Pampa subsistem mais de 2.200 espécies campestres, dos quais, centenas dessas plantas apresentam valor forrageiro, o qual possibilita o desenvolvimento de uma pecuária ecológica fundamentada na conservação do campo nativo, distintamente de outros conjuntos alicerçados na produção com populações forrageiras exóticas e vinculadas ao uso intensivo de insumos. Apesar do papel considerável na conservação da biodiversidade, o Bioma Pampa apresenta riqueza de flora e fauna ainda pouco exploradas (Binkowski, 2009).

No sudoeste do estado do RS, introduzido no Bioma Pampa, encontra-se um cenário campestre de alta fragilidade, o qual é constituído por extensas áreas em processo de arenização, sendo acentuado por influências antrópicas e fatores edafoclimáticos da região (Suertegaray, 1998). Nesse contexto, a constante ocorrência de áreas arenizadas, da-se em virtude da redução progressiva da cobertura vegetal pela ação de agentes erosivos, os quais dificultam a sustentabilidade das atividades agropecuárias e a sobrevivência do conjunto de espécies encontradas no Bioma Pampa (Rovedder, 2007). Essas áreas envolvendo a formação de núcleos de arenização dependem de cuidados e intervenções especiais (Freitas *et al.*, 2009).

## 2.2 Áreas degradadas e o fenômeno Arenização no Rio Grande do Sul

As áreas degradadas são locais onde os processos naturais encontram-se em situação de desequilíbrio, impossibilitando seu uso sustentável devido a agentes erosivos intensos (Sanchez, 2006). Este mesmo autor cita, para esses locais, a ocorrência da supressão dos componentes essenciais para manutenção de suas funções ecológicas, em virtude da retirada de horizontes superficiais do solo e da cobertura vegetal. No caso de solos arenosos, pode desencadear o início de um processo de arenização, resultando em áreas com baixos teores de argila e matéria orgânica, reduzida disponibilidade de nutrientes e grau de agregação de partículas, conferindo a esses solos vulnerabilidade a ação de processos erosivos (Klamt, 1994; Klamt & Schneider, 1995). Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2000), a definição de recuperação de áreas degradadas está intimamente relacionada à ciência da restauração ecológica, a qual define como o processo de restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Do mesmo modo, a restituição pode ser de forma distinta da condição original apresentada pelo ecossistema, ou a população silvestre degradada.

Nesse contexto, na região sudoeste do estado do RS, sucedem-se campos que apresentam solos de textura arenosa, derivados de formações areníticas denominadas Formações Guará e Botucatu (Trindade *et al.*, 2008; Vieira & Verdum, 2015), constituindo-se em um dos principais tipos de solos do Bioma Pampa. Esses solos apresentam alta suscetibilidade aos processos erosivos e extrema fragilidade pedológica, em que há formação de extensas áreas arenizadas, conhecidas como areais. O processo que leva à formação dos areais, conhecido como arenização, promove o retrabalhamento de depósitos areníticos, em função da constante mobilidade dos sedimentos, dificultando o desenvolvimento da vegetação (Suertegaray, 1998). Os fatores determinantes nesse processo de arenização são: a fragilidade do solo, a declividade do terreno e o manejo (Suertegaray *et al.*, 2001).

As áreas em processo de arenização tem como substrato o arenito da Formação Botucatu (Jurotriássico do Mesozóico), de origem eólica em ambiente desértico, integrante da Bacia Sedimentar do Paraná (Suertegaray, 1987). Sobre esta formação assentam-se depósitos arenosos não consolidados, originários de deposição hídrica e eólica durante o Pleistoceno e Holoceno (Suertegaray *et al.*, 2005), em que Suertegaray (1987) denominou como unidades A (fluvial) e B (eólica). Desse modo, sobre estes depósitos que se encontram a maioria das áreas arenizadas, mais particularmente sobre os depósitos da unidade B, apresentando teores mínimos de argila e matéria orgânica (Suertegaray *et al.*, 2005).

O solo de locais arenizados apresenta reduzido teor de argila e de matéria orgânica, baixa disponibilidade de nutrientes e grau de agregação, sendo atributos relacionados ao material geológico, aos processos de evolução das superfícies geomórficas e de retrabalhamento de sedimentos (Klamt, 1994). Klamt & Schneider (1995) corroboram que a região dos campos com solos arenizados apresenta conteúdo de argila que oscilam entre os valores de 6 a 12 % e o teor de matéria orgânica varia de 0,1 a 0,7 %. Estas características, segundo os mesmos autores, conferem baixa resistência aos processos erosivos de origem eólica e hídrica, os quais imprimem reduzida capacidade de retenção de nutrientes essenciais, além de dificultar o armazenamento de água no solo, provocando déficit hídrico, mesmo em curtos períodos de estiagem. Além disso, esses neossolos rasos com textura arenosa e silte-arenoso apresentam um substrato de pH ácido, com excesso de alumínio e carência de fósforo e potássio, sendo que a precariedade do fósforo nesses solos resultará na diminuição dos processos energéticos do metabolismo vegetal, limitando o crescimento vegetativo, a floração e a formação das plantas (Suertegaray & Silva, 2009).

Os estudos geomorfológicos apontam que a formação dos areais está associada à dinâmica hídrica e eólica da região, sendo inicialmente resultante da ação dos processos hídricos, que ocasionam o desenvolvimento de erosões definidas como ravinas e voçorocas, as quais são consequentes do transporte de sedimentos pela água durante chuvas torrenciais,

resultando na formação de depósitos arenosos em forma de leque (Suertegaray *et al.*, 2001). Esses autores citam que, ao longo do tempo, esses leques vão se agrupando devido, principalmente, à ação erosiva de ventos intensos, podendo ser constatada a existência de um local de escoamento de alta declividade à montante do areal. Dessa forma, o contato abrupto de distintas litologias favorece o escoamento das águas e o surgimento de ravinas, as quais atingem o lençol freático e desencadeiam processos de voçorocamento.

Apesar das áreas arenizadas serem formadas inicialmente pela ação de agentes hídricos, Rovedder (2007) comenta que em função das características edafoclimáticas da região dos areais, o processo de erosão eólica apresenta-se como um dos principais fatores de aumento dessas áreas, principalmente nos locais com relevo plano. Souto (1984) constatou a intensa atividade da ação erosiva dos ventos sobre as áreas arenizadas com solos desprotegidos por meio de quatro fatores fundamentais: vulnerabilidade da superfície do solo, área de extensão, velocidade e intensidade dos ventos e o grau de umidade. No período de primavera-verão, ocorrem maiores deslocamentos de areia, visto que correspondem aos meses de maior velocidade dos ventos na região (Rovedder, 2003). Rovedder & Eltz (2008) ratificam que nos meses de primavera-verão há maior intensidade da ação dos ventos e, conseqüentemente, maior movimentação das partículas de areia.

As áreas em processo de arenização formam-se sobre unidades litológicas frágeis (depósitos arenosos) com baixas altitudes e declividades, indicando que esses locais se vinculam com processos hidrológicos e, em menor proporção, com a declividade do relevo (Suertegaray, 2011). Dessa forma, os areais comumente ocorrem nas médias colinas ou nas rampas em contato com escarpas de morros testemunhos. Sobre outro aspecto, a origem das erosões caracterizadas como ravinas e voçorocas podem também resultar do elevado pisoteio do gado e do uso de maquinaria pesada pela atividade agrícola, originando sulcos e desencadeando condições de escoamento concentrado (Suertegaray *et al.*, 2001). O abandono e a falta de proteção nos solos dos areais são fatores que propiciam a

vulnerabilidade dessas áreas para a ação degradativa dos agentes naturais (vento e a água), práticas de cultivos intensos e contínuos e, para as atividades agropecuárias desordenadas (Ab'saber, 1995; Suertegaray, 1995 e 1998). No cultivo agrícola, o revolvimento do solo com técnicas de aração e o superpastoreio com excesso de animais por área, apresentam-se como as principais intervenções humanas que proporcionam novos núcleos, ou expansão acelerada dos areais (Verdum, 2004). Este autor baseia-se em observações desde a década de 1970, período em que ocorreu o aumento das lavouras agrícolas na região e, conseqüentemente, a maior concentração de animais por hectare devido à redução de áreas destinadas à pecuária.

Os locais atingidos pelo fenômeno de arenização atingem dez municípios no sudoeste do RS (Alegrete, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manoel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Francisco de Assis e Unistalda) (Suertegaray, 2011). O município de Alegrete foi identificado como área de atenção especial, isto é, apresenta forte processo de degradação ambiental derivado de ações antrópicas (Ministério do Meio Ambiente, 1997). A extensão dos areais para o conjunto de municípios citados acima, encontra-se expresso na Tabela 1, onde os dados demonstram uma pequena variação para o período analisado entre 1989 e 2004/05, ou seja, a oscilação do total de hectares foi de 3024,37 no ano de 1989 e 3027,41 em 2004/05, revelando que o aumento dos areais não acontece em largas dimensões (Suertegaray, 2011). A mesma autora ratifica que o aumento de áreas arenizadas em cada município, pressupõe a expansão em alguns locais, e, enquanto que em outras regiões, há redução, como observado nos municípios de Itaqui e São Francisco de Assis.

TABELA 1 - Extensão de áreas com areais nos anos de 1989 e 2004/2005 em municípios da Bacia do Rio Uruguai.

Município	Área do município (ha)	Área de areais (ha)	
		1989	2004/2005
Alegrete	772060,0	934,67	939,87
Cacequi	233307,0	9,36	18,00
Itaqui	329675,0	23,3	14,48
Maçambará	178857,0	276,66	276,12
Manoel Viana	128738,0	551,97	561,78
Quaraí	322466,0	230,4	234,09
Rosário do Sul	437887,0	15,39	26,46
São Borja	380185,0	194,94	212,40
São F. de Assis	259859,0	765,27	720,72
Unistalda	57601,0	22,41	23,49
<b>TOTAL</b>	<b>3100635</b>	<b>3024,37</b>	<b>3027,41</b>

Fonte: Suertegaray, 2011.

### 2.3 Métodos utilizados na recuperação de áreas degradadas

A retirada da cobertura vegetal dos ecossistemas tem ocasionado o rompimento do equilíbrio entre o solo e o meio, modificando seus atributos químicos, físicos e biológicos, além disso, limitando sua utilização sustentável nos processos produtivos e tornando mais suscetível à erosão (Lima *et al.*, 2009). Sendo que, as propriedades físicas do solo desempenham um importante papel dentro do uso e manejo do solo (Souza *et al.*, 2004). Desse modo, as técnicas utilizadas para recuperação de áreas degradadas buscam obter o retorno das condições favoráveis possíveis, as quais compreendem a vegetação original e a estrutura do ecossistema (D'Antonio & Meyerson, 2002).

O emprego de simples métodos conservacionistas ou de recuperação não pode ser menosprezado, dentre os quais, a prática de revegetação demonstra grande importância, principalmente nos locais em que os núcleos de degradação já foram identificados (Eltz & Rovedder, 2005). No entanto, um dos maiores desafios na recuperação de áreas degradadas

é a aplicação de técnicas de revegetação que sejam eficazes e convenientes às adversidades do local a ser recuperado (Ferreira *et al.*, 2007), principalmente em áreas atingidas por arenização, as quais demonstram dificuldades na seleção de espécies com características favoráveis para a recuperação mais vantajosa (Rovedder, 2007).

A utilização de cobertura vegetal nas áreas ambientais impactadas visa atuar como uma medida amenizadora, visto que é uma opção coerente, prática e econômica, contudo, evidencia dificuldades de adaptação ao novo sistema ecológico que está em desenvolvimento no seu local de origem (Neves *et al.*, 2001). A introdução de espécies nativas do local é uma considerável alternativa para acelerar o processo de recuperação das áreas degradadas, em conjunto com espécies que instiguem mais rápido o equilíbrio químico e físico do solo, apresentando relevância para o reequilíbrio do ecossistema, principalmente no que tange à cobertura inicial do solo e a chamada adubação verde (Aguiar *et al.*, 2000). Os autores Schneider *et al.* (2014) ratificam que o uso e a busca por espécies com acelerado estabelecimento e desenvolvimento em áreas degradadas são de essencial importância para obtenção de resultados satisfatórios.

Nesse contexto, a inserção de plantas de cobertura com o propósito de adubação verde pode proporcionar reparações em áreas degradadas. Uma vez que, a adubação verde utiliza as plantas como cobertura vegetal do solo, tornando-se uma técnica promissora e viável, conforme resultados de pesquisas que comprovam sua eficiência em relação à cobertura e proteção do solo e na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas (Cavalcante *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2010). Nascimento *et al.* (2005) ratificam que, as plantas com esses aspectos têm por objetivo recuperar as características físicas, químicas e biológicas do solo, assim como, amenizar as perturbações ocasionadas pela erosão.

Com a finalidade de uma promissora recuperação de áreas degradadas, é fundamental a atenção durante a escolha de espécies vegetais a serem utilizadas nos locais impactados,

visando à obtenção de resultados positivos. Dessa forma, as plantas precisam apresentar elevada rusticidade para a adaptação, sendo importante para garantir a sobrevivência no campo e propiciar um ambiente adequado para o surgimento de outras espécies, a fim de facilitar a sucessão vegetal e contribuir na reversão do processo degradativo (Resende & Kondo, 2001; Soares & Rodrigues, 2008)

Nesse contexto, as espécies da família Fabaceae são importantes possibilidades de recuperação e emprego como técnicas de revegetação, conforme Costa *et al.* (2004), a revegetação com espécies leguminosas que apresentam simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio tem-se mostrado uma prática viável para a recuperação de solos degradados, dado que estas associações contribuem para o estabelecimento da cobertura vegetal, funcionando como estimulantes de atividades ecológicas essenciais. Nogueira *et al.* (2012) corroboram que as características próprias das leguminosas em relação às outras plantas oferecem capacidade de combinação com microrganismos do solo por meio da transformação do nitrogênio do ar em compostos nitrogenados assimiláveis pelos vegetais.

Nesse sentido, o importante papel das espécies leguminosas na proteção dos solos contra erosão e produção de matéria orgânica, ocasiona o estímulo de diversos fatores químicos e biológicos da fertilidade do solo, conseqüentemente, fazem com que as plantas desta família botânica tenham habilidades na recuperação de locais degradados (Nogueira *et al.*, 2012; Bertoni & Lombardi, 2008). O uso de espécies leguminosas na recuperação de áreas degradadas apresenta diversas vantagens, principalmente em relação à facilidade na obtenção de suas sementes (Azevedo *et al.*, 2007).

### **2.3.1 Trabalhos com espécies vegetais para recuperação de áreas arenizadas**

No final da década de 1970, iniciou-se, no município de Alegrete/RS, o chamado “Plano Piloto de Alegrete”, sendo realizado pelo convênio entre a Secretaria da Agricultura do RS e o Ministério da Agricultura, coordenado pelo Engenheiro Agrônomo João José Pinto



Souto, que realizou um levantamento das principais condições ambientais da região, para o teste de diferentes alternativas na contenção do processo de desertificação (Souto, 1984). Na tese de Suertegaray em 1987, foi analisado os conceitos de desertificação e as características da região, onde a autora considerou o conceito de desertificação como inadequado para explicar esses processos, em virtude da ausência de déficit hídrico nesses locais.

Inicialmente, a área de estudo em processo de arenização, localizada no Deserto do São João em Alegrete/RS, passou por um sistema de interdição e distribuição de esteiras de junco no terreno, com o propósito de reduzir a ação dos ventos sobre a superfície do solo, em seguida foram plantadas espécies florestais, arbustivas, frutíferas, forrageiras e culturas diversas (*Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, *Cucurbita* spp.), totalizando mais de 72.000 mudas de 54 espécies diferentes (Souto, 1984).

Avaliando os resultados, Souto (1984) verificou que a distância de 24 m entre as esteiras proporcionou diminuição nos custos e maior proteção para as plantas, além disso, a época mais indicada para o plantio nas áreas arenizadas foram os meses de março a agosto, pois ocorre maior acúmulo de umidade no solo, garantindo as condições ideais de sobrevivência das mudas. As espécies com superioridade no desenvolvimento foram o *Eucalyptus* spp., *Pinus* spp. e *Acacia mearnsi* em relação às demais, visto que a melhor associação vegetal de quebra-ventos foi à conjugação do *Eucalyptus* spp. e o *Pinus* spp., devido à diferença e hábito de crescimento destas espécies, protegendo diversos espaços nos quebra-ventos (Souto, 1984). As espécies de frutíferas (*Prunus persica*, *Citrus sinensis* e *Ficus* spp.) evidenciaram desenvolvimento moderado até o segundo ano, visto que o *P. persica* não alcançou a maturação dos frutos, em virtude da grande desidratação sofrida e, após o segundo ano, diminuiu o índice de sobrevivência destes indivíduos, em função da fertilidade do solo e o alto desfolhamento provocado pelo vento em certas épocas (Souto, 1984).

No entanto, depois de vinte anos da instalação desse estudo, os sistemas utilizados apontaram deficiências, destacando-se a escassez de verbas públicas, sistemas de plantios inadequados, fracassos no plantio de *A. mearnsi*, resultando no cancelamento do projeto por ausência de verba (Suertegaray, 1998). Apesar disso, os resultados encontrados neste estudo contribuem com o fornecimento de informações iniciais sobre espécies e práticas que podem ser utilizadas nos solos arenosos vulneráveis da fronteira sudoeste do RS.

Em outro estudo, Acosta *et al.* (2000) realizaram o plantio direto de culturas de cobertura como estratégia para recuperação de áreas arenizadas (*Raphanus sativus*, *Stizolobim cinereum*, *Avena strigosa*, *Vicia sativa*, *Canavalia ensiformis*, *Secale cereale*, *Pisum sativum* var. *arvense*, *Lupinus angustifolius*, *Cajanus cajan* e *Crotalaria juncea*), adubadas com fertilizantes orgânico e mineral nas entrelinhas de reflorestamento de *Pinus* spp., em área arenizada com severo estágio de degradação, localizada no município de São Francisco de Assis/RS. Os resultados demonstraram maior rendimento no tratamento consorciado para as culturas de inverno de *S. cereale* com *P. sativum* var. *arvense*, no entanto, as plantas de cobertura de verão foram prejudicadas pela estiagem durante o experimento, inviabilizando a análise dos resultados. O uso de adubação orgânica demonstrou menor rendimento (Acosta *et al.*, 2000).

No período de 2001 a 2002 foi realizado o trabalho com o desenvolvimento de espécies exóticas de *Pinus eliottii* e de *Eucalyptus tereticornis* consorciado com plantas de cobertura (*Avena strigosa* e *Lupinus albescens*), em um local arenizado composto por 10 ha, no município de Alegrete/RS (Rovedder & Eltz, 2008). Os autores encontraram bons resultados na implantação de plantas de cobertura com a espécie de *E. tereticornis*, sendo favorável para amenizar o processo de arenização na área, contudo, segundo os autores, para o plantio de *P. eliottii*, necessita-se maior cuidado no consórcio com espécies herbáceas, em função da competição interespecífica (Rovedder & Eltz, 2008).

Nessa mesma área experimental, de 2001 a 2002, Rovedder & Eltz (2008) desenvolveram outro estudo com objetivo de avaliar o potencial de revegetação com plantas de cobertura (*A. strigosa* e *L. albescens*) para diminuir o transporte de partículas arenosas no solo exposto pela arenização. A movimentação de areia pelos agentes erosivos foi observada durante os meses de setembro a dezembro de 2001 e de janeiro a dezembro de 2002, excetuando-se o mês de abril. Os resultados foram bastante promissores com os cultivos de cobertura com *A. strigosa* + *L. albescens*, os quais possibilitaram até 93 % de redução na movimentação de areia, sendo espécies hábeis para serem utilizadas na técnica de revegetação e conseqüentemente, na redução das áreas arenizadas (Rovedder & Eltz, 2008).

Nesse contexto, a espécie de *L. albescens* demonstrou grande potencial de adaptação e, para atenuar o processo de erosão eólica em áreas arenizadas. Dessa forma, o estudo de Rovedder *et al.* (2010) buscou a definição de uma forma de cultivo mais eficiente na amenização dos areais para a espécie de *L. albescens*, sendo testados densidade de semeadura (4,8,12,16 e 20 plantas por metro linear) e espaçamento entre linhas (17, 34 e 51 cm), os quais foram implementados na área arenizada localizada na Fazenda Santo Antônio no município de Alegrete/RS. O estudo apontou que o espaçamento de 17 cm favoreceu a maior velocidade de cobertura do solo, à formação de um microclima sob as plantas, e a possível redução do efeito de abrasão das plantas, visto que a maior proximidade entre as linhas diminui a velocidade do vento na superfície do solo e ainda, o espaçamento de 51 cm seria recomendado para a produção de sementes da espécie (Rovedder *et al.*, 2010).

O foco dos trabalhos para recuperação de áreas atingidas pela arenização foram a implantação de plantas de cobertura, em virtude do rápido desenvolvimento, tolerância a solos com baixa fertilidade e produção de fitomassa na superfície do solo, entretanto, o uso de espécies nativas encontradas próximas ou no local arenizado, pode ser uma alternativa viável e relevante no restabelecimento de plantas. Desse modo, em 2014 foi desenvolvido um trabalho em local arenizado no município de Alegrete/RS, o qual buscou avaliar a

adaptação de mudas nativas de *Butia lallemantii* de diferentes diâmetros do estipe, utilizando-se substrato orgânico e adubação mineral. Nesse estudo, realizado por Paim & Paim (2016), as mudas foram coletadas em áreas próximas, pois não havia indivíduos no local de estudo. Os autores constataram que a adaptação das mudas foi prejudicada pela intensidade de chuvas ocorridas durante a época do experimento, além disso, o maior porte de diâmetro de estipe, associado com os manejos de substrato orgânico e adubação mineral, favoreceu a adaptação e o estabelecimento das plantas na área.

#### **2.4 *Lupinus albescens*: alternativa para recuperação de áreas arenizadas**

As plantas do gênero *Lupinus* são amplamente distribuídas pelo estado do RS, com treze espécies nativas (Iganci & Miotto, 2015). Essas espécies habitam locais ensolarados e abertos, apresentando intolerância ao sombreamento. No entanto, em locais florestados, crescem em clareiras, especialmente como plantas pioneiras em solos recentemente perturbados (Gladstones, 1998).

O comportamento de adaptabilidade dessas plantas às condições edafoclimáticas da região sudoeste do RS é muito promissor, pois colonizam solos arenosos atingidos pelo processo de arenização, como o Neossolo Quartzarênico, que é a principal classe de ocorrência desse fenômeno (Rovedder, 2007). Dentre as espécies do gênero *Lupinus* encontradas na região sudoeste do RS, cabe citar *Lupinus albescens*, pois apresenta desenvolvimento em locais com alta incidência solar, adaptação a solos de textura arenosa e até mesmo, em dunas litorâneas (Pinheiro & Miotto, 2001), apresentando cobertura abundante do solo e perenização de alguns indivíduos em áreas observadas no município de Alegrete (Rovedder, 2007).

*L. albescens* é uma espécie herbácea de crescimento ereto e hábito anual. Apresenta folhas digitadas, inflorescências racemosas com flores de cor lilás e frutos na forma de legume com até sete sementes (Pinheiro, 2000). Além disso, Strochein (2007) salienta a sua

elevada rusticidade e adaptação a solos arenosos, apresentando potencial na diminuição do processo de erosão eólica, boa produção de matéria seca e rápida cobertura do solo. Em consequência das características da região, essa espécie desenvolveu mecanismos de adaptação, como a presença de folíolos e ramos pilosos, com elevado teor de substâncias resiníferas, sendo fatores que conferem a sua alta rusticidade e propiciam efeitos positivos para o uso em finalidades de recuperação de áreas, pois não é atrativa para o consumo de animais herbívoros (Strochein, 2007).

É uma espécie nativa pouco estudada, sem informações sobre trabalhos de seleção genética. Devido à segregação genética natural, apresenta desuniformidade de desenvolvimento, tais como desenvolvimento vegetativo e reprodutivo desuniformes (Dorneles, 2009). Além disso, o início do processo de germinação de suas sementes pode levar de 10 a 20 dias em ambiente natural, resultando na formação de estandes desuniformes (Rovedder, 2007). São escassas as informações sobre aspectos morfológicos, fisiológicos e físicos de suas sementes, as quais poderiam contribuir para a redução do tempo, aumento da taxa de germinação, além de elevar a uniformidade na formação de mudas.

Nos solos arenizados, a baixa retenção e disponibilidade de água torna-se um problema para a permanência de espécies vegetais nessas áreas, entretanto, conforme Rovedder (2007), a alta pilosidade das estruturas foliares de *L. albescens* contribui para a redução do processo de transpiração. De acordo com a mesma autora, outro fator importante é o desenvolvimento de um expressivo sistema radicular de até 1,50 m, o qual possibilita alta eficiência na absorção de água e nutrientes em maiores profundidades. Soma-se a isso, o potencial de associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio. Estudos realizados em ambiente protegido apontaram a produção de nódulos e leghemoglobina, com o isolado bacteriano UFSM L1.3, apresentando uma eficiência simbiótica de 94,2 % na fixação biológica de nitrogênio, contudo, sem o conhecimento detalhado do gênero e da espécie de rizóbio associado ao *L. albescens* (Strochein, 2007).

A habilidade dessa espécie nativa na produção de fitomassa é de extrema importância, em virtude da sua eficiente cobertura do solo e possível retorno da ciclagem de nutrientes, principalmente em áreas atingidas por arenização. Diante disso, os autores Rovedder *et al.* (2005) encontraram em seus trabalhos em solo arenizado, para a espécie de *L. albescens*, um acúmulo de massa seca de 6,42 mg ha<sup>-1</sup> e de nitrogênio na parte aérea de até 158,3 kg ha<sup>-1</sup>. Em função de todas essas características, salienta-se o potencial de *L. albescens* para recomposição de áreas degradadas, além de se tratar de uma importante indicadora para a recuperação da fertilidade dos solos (Pillar *et al.*, 2009).

### **2.5 *Butia lallemantii*: espécie endêmica do Bioma Pampa**

A família Arecaceae compõe um dos principais troncos da evolução das monocotiledôneas, sendo constituída atualmente por 188 gêneros e aproximadamente 2.585 espécies (Byng *et al.*, 2016). A sistemática da família baseia-se nas propriedades morfológicas dos estipes, das folhas, dos frutos, das flores, nas particularidades anatômicas dos seus órgãos, em características citológicas e histológicas, estudos das distribuições geográficas atuais e história da evolução da família e seus gêneros (Henderson *et al.*, 1995; Dransfield *et al.*, 2008). Algumas espécies de palmeiras nativas como: *Butia exilata* Deble & Marchiori, *B. lallemantii* Deble & Marchiori, *B. catarinenses* Noblick & Lorenzi, *B. eriospatha* Becc, *B. paraguayensis* L.H. Bailey, *B. odorata* Noblick, *B. witeckii* K. Soares & S. Longhi, *B. yatay*, apresentam ocorrência no sul e sudoeste do estado do RS, em razão da adaptação a ambientes do tipo campestre ou de áreas abertas (Soares *et al.*, 2014). Schwartz (2008) salienta as potencialidades das arecáceas para exploração econômica na produção de óleos, amido, palmito, ceras e fibras.

A espécie de *B. lallemantii* é conhecida popularmente como "butiá-anão" ou "butiazeiro-anão" (Deble & Marchiori, 2006). O viajante e médico alemão Robert Avé-Lallemant excursionou pelo RS em meados do século XIX, e divulgou os primeiros relatos sobre indivíduos dessa espécie, evidenciando como uma palmeira endêmica dos areais do

sudoeste do RS (Marchori, 1995). *B. lallemantii* é um elemento conspícuo nos campos da região oeste e sudoeste gaúcho, englobando os municípios de Santana do Livramento, Rosário do Sul, Quaraí, Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis, nos campos arenosos e nas elevações areníticas destes locais (Soares *et al.*, 2014). A ocorrência dessa espécie também é verificada nos campos do Uruguai (Geymonat & Rocha, 2009). As características peculiares e a abundância do *B. lallemantii*, chamam atenção dos que percorrem os campos arenosos, principalmente de Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis no RS (Soares *et al.*, 2014).

A espécie *B. lallemantii* apresenta características de morfologia típicas em relação às demais espécies do gênero *Butia*, visto que pode atingir até 1,0 m de altura, evidenciando hábito tipicamente cespitoso e estipes subterrâneos, com frutificação durante todo o ano, sendo mais abundante no verão (Soares *et al.*, 2014). *B. lallemantii* é uma espécie endêmica do Bioma Pampa com potenciais ainda não explorados e descrição bastante recente (Deble & Marchiori, 2006). No entanto, as populações naturais de butiazais estão sendo fragmentadas em ritmo extremamente acelerado, em consequência da expansão de lavouras de soja e de milho (Rodrigues *et al.*, 2011) e a monocultura de árvores exóticas (Soares *et al.*, 2014). Dessa forma, a espécie encontra-se na Lista de Espécies Ameaçadas do RS (SEMA, 2014), necessitando de atenção em virtude de suas características relevantes para exploração, recuperação de áreas degradadas e por fornecer alimento para a fauna local.

## **2.6 Características de frutos e sementes**

### **2.6.1 Aspectos morfológicos, fisiológicos e físicos**

Na natureza existe uma grande diversidade de tamanhos e formas de frutos e sementes, sendo frequentes os estudos morfológicos dos frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e mudas de algumas espécies de leguminosas (Paoli & Bianconi, 2008; Battilani *et al.*, 2011). O conhecimento da morfologia dos frutos, sementes, plântulas e mudas são

essenciais para o reconhecimento das espécies no campo, estudos de recuperação de áreas degradadas e catalogação de espécies, pois possibilitam a identificação imediata e segura no campo (Barretto & Ferreira, 2011). Conforme Amaro *et al.* (2006), uma das maiores dificuldades encontradas pelos estudiosos de plantas é a carência de informações relacionadas à identificação das espécies. Além disso, as características morfológicas das sementes e frutos são de extrema importância para o processo de identificação botânica, principalmente, segundo Ramos & Ferraz (2008) nos locais onde são recebidos apenas frutos e sementes para as análises de rotina identificação.

Os autores Donadio & Demattê (2000) ressaltam a importância do conhecimento dos aspectos morfológicos das espécies, pois auxiliam na interpretação dos testes de germinação em laboratório e ainda, orientam sobre aspectos do armazenamento de sementes e a facilidade do reconhecimento das espécies em banco de sementes no solo. Essas análises podem fornecer subsídios para a padronização dos testes de germinação e, de acordo com Melo *et al.* (2004) contribuem para o estudo dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural das espécies.

A biometria de frutos e sementes, bem como o conhecimento da morfologia e desenvolvimento das plântulas, são fundamentais para auxiliar no entendimento nos trabalhos do processo de germinação e produção de mudas para recomposição vegetal (Leonhardt *et al.*, 2008). Segundo Fontenele *et al.* (2007), a caracterização biométrica de frutos e sementes também concede informações para os estudos sobre diferenciação de espécies, classificação de grupos ecológicos, métodos de conservação e exploração das espécies, permitindo incremento de sua utilização eficaz e sustentabilidade. Além do mais, o uso desses métodos desenvolve instrumentos importantes para a detecção da variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie, assim como os fatores ambientais envolvidos, os quais podem favorecer os programas de melhoramento genético (Carvalho *et al.*, 2003).



Além das características citadas acima, a correlação das análises físicas das espécies com a qualidade fisiológica, permitem a exclusão de sementes indesejáveis, garantindo a qualidade de determinado lote, visto que, a classificação das sementes por densidade apresenta-se como uma estratégia para maior uniformidade de emergência das plântulas, resultando em mudas padronizadas e/ou de superior vigor (Martin *et al.*, 2005). Carvalho & Nakagawa (2000) ratificam que as sementes com maior densidade dentro de uma mesma espécie são mais vigorosas em comparação com as menores e de menor densidade, resultando em plântulas mais desenvolvidas.

Outro fator importante a ser considerado é o grau de umidade das sementes, sendo um parâmetro diretamente associado aos aspectos relativos à qualidade fisiológica das mesmas, atuando principalmente na manutenção da viabilidade das sementes após o processo de dispersão (Andrade *et al.*, 2001). Medeiros *et al.* (2010) retificam que, o desenvolvimento da semente é concomitante com o desenvolvimento do fruto, assim distintos marcadores têm sido empregados para a determinação da maturidade fisiológica das sementes, dentre eles a mudança de coloração dos frutos, o tamanho dos frutos, o peso das sementes e o teor de umidade.

O momento ideal de colheita e a maturidade fisiológica estão intimamente relacionados, contribuindo para a preservação da qualidade fisiológica das sementes após a etapa da colheita (Medeiros *et al.*, 2010). Dessa forma, é muito importante obter lotes de sementes com elevada qualidade depende da identificação precisa do momento ideal da colheita, o qual corresponde frequentemente à época em que a maturidade fisiológica é atingida, coincidindo também com o momento de máximo acúmulo de massa seca, elevado vigor e alta germinabilidade potencial (Carvalho & Nakagawa, 2000).

### 2.6.2 Germinação e tratamentos pré-germinativos

O estudo do processo germinativo das sementes de espécies nativas demonstra um papel importante dentro dos trabalhos científicos, em virtude da ocorrência de variações fenológicas significativas entre indivíduos da mesma espécie, principalmente em função da época e do local de origem (Rosa, 1998). Desse modo, a grande maioria dos projetos conservacionistas e de exploração de espécies nativas dependem da etapa de formação de mudas (Kissmann *et al.*, 2009). O entendimento sobre os aspectos de germinação das sementes e a propagação vegetativa das espécies nativas são fundamentais, pois trabalhos de recuperação de áreas degradadas, estabelecimento de bancos de germoplasma, programas de melhoramento e plantio para exploração econômica das espécies baseiam-se na coleta de sementes (Melo *et al.*, 2000).

A semente é o meio de propagação mais empregado, por isso a necessidade da busca de conhecimento sobre as condições ótimas para a germinação, pois desempenham papel essencial nas pesquisas e fornecem informações importantes sobre a propagação das espécies (Varela *et al.*, 2005). Em razão disso, quando o processo de germinação é submetido a condições adequadas de temperatura, água e oxigênio, o mesmo propiciará germinação e emergência favoráveis das sementes, bem como, do desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando habilidade para a produção de uma planta normal (Carvalho & Nakagawa, 2000; Brasil, 2009). Em situações naturais, as espécies estão sujeitas a inúmeras pressões, como variações no teor de umidade do solo, radiação solar, competição e ainda, ataque de predadores ou microrganismos, circunstâncias adversas para auxiliar no desenvolvimento de todo seu potencial germinativo (Carvalho & Nakagawa, 2000; Hilhrost *et al.*, 2001; Dhingra *et al.*, 2002).

As espécies pertencentes à família Fabaceae apresentam sementes com tegumentos resistentes à água, segundo Piña Rodrigues *et al.* (2007), atingindo cerca de 85 % das espécies examinadas. Segundo Bertagnolli *et al.* (2003), a existência dessas barreiras impede

a absorção de água e reações bioquímicas no interior das sementes, constituindo um fator limitante da germinação para um grande número de espécies vegetais. Dessa forma, o método da curva de embebição em sementes permite monitorar o tegumento duro, demonstrando o ganho de massa das mesmas, permitindo inferir sobre a presença ou não de impermeabilidade. Além disso, permite inferir sobre a necessidade de utilização de tratamentos pré-germinativos ou de apenas um período maior para o processo de entrada de água nas sementes.

Os tratamentos pré-germinativos apresentam alta relevância, pois têm por finalidade otimizar a porcentagem, a velocidade e a uniformidade da germinação de sementes de espécies nativas (Matos *et al.*, 2003 e 2004; Santos *et al.*, 2004). Vários métodos são utilizados, como a escarificação mecânica, imersão em água quente e imersão em ácido sulfúrico (Azeredo *et al.*, 2003). O conhecimento das vantagens e desvantagens dos tratamentos pré-germinativos é muito importante, visto que cada tratamento apresenta seus custos e praticidade de execução (Pereira & Ferreira, 2010), os quais podem contribuir com subsídios para viabilidade da produção de mudas e o possível uso para recuperação de áreas degradadas (Piña Rodrigues *et al.*, 2007). Dessa maneira, a atuação dos tratamentos pré-germinativos em espécies leguminosas tem significativa importância, segundo Carvalho & Nakagawa (2000), em virtude do aumento da permeabilidade à entrada água e gases, e à indução do acréscimo da sensibilidade à luz e temperatura e ainda, atuando sobre o metabolismo da semente.

No caso da espécie nativa de *L. albescens*, a forma de ruptura do tegumento no seu local de origem ocorre naturalmente pela escarificação mecânica provocada pela abrasão, por meio do contato da semente com as partículas de areia deslocadas pelo vento ou pela água da chuva, o que pode representar um mecanismo da coevolução da espécie com as condições edafoclimáticas da região, gerando características adaptativas altamente eficientes (Rovedder *et al.*, 2010). De acordo com as Regras de Análises de Sementes (2009),

recomenda-se testes de germinação em laboratório com o uso dos tratamentos de pré-friagem e a escarificação mecânica da testa, próximo aos cotilédones. Testes de germinação realizados em laboratório com *L. albescens* indicaram que o tratamento de pré-friagem foi dispensável (Dorneles, 2009). Já a escarificação mecânica por cinco segundos com lixa 120 foi o método mais eficiente no incremento da germinação, atingindo o índice de 78,17 % (Dorneles, 2009).

Além dos testes pré-germinativos que envolvem a busca de uniformidade e menor tempo no processo germinativo, outro aspecto importante na germinação é a luminosidade, que influencia os processos vitais e pode variar de acordo com cada espécie. Nesse contexto, as respostas das sementes à luminosidade permitem classificá-las em fotoblásticas positivas (germinação beneficiada pela indução de luz), fotoblásticas negativas (germinação prejudicada pela indução de luz) e não - fotoblásticas, ou neutras, sendo indiferentes ou insensíveis à luz (Marcos Filho, 2005).

A germinação das sementes pode ser inibida ou estimulada pelas condições de luz, pois as plantas percebem e respondem a luz através de fotorreceptores denominados fitocromos, que desencadeiam a via de transdução de sinais que conduzem a respostas metabólicas (Almeida *et al.*, 2011; Majerowicz & Perez, 2004). De acordo com Takaki (2001), as sementes que respondem de forma indiferente às condições de luz controlam a germinação por meio de respostas espontâneas a estímulos muito baixos aos fitocromos. Conforme Botezelli *et al.* (2000), a utilização de frutos e sementes oriundos de diferentes localidades geográficas é de extrema importância para auxiliar na constatação das diferenças fenotípicas determinadas pelas variações ambientais.

### **2.6.3 Conservação de sementes e espécies leguminosas**

O conhecimento sobre a qualidade fisiológica das sementes tem despertado vários estudos nos últimos anos, principalmente devido à necessidade de identificar alternativas

para amenizar os efeitos das mudanças degenerativas após a sua maturação (Aguiar *et al.*, 2010). Muitas espécies nativas apresentam deterioração de suas sementes logo após a dispersão, dessa forma, há necessidade de pesquisas sobre o processo de armazenamento dessas espécies. Marcos Filho (2005) ratifica que o processo de deterioração é iniciado a partir da maturidade fisiológica, que progride ao longo do tempo, diminuindo a qualidade das sementes e resultando na sua morte da semente. Assim sendo, as sementes coletadas precisam ser armazenadas para manter a qualidade fisiológica e garantir a manutenção de vigor e viabilidade no período entre a colheita e a semeadura (Azevedo *et al.*, 2003). Sementes de muitas espécies de leguminosas pioneiras podem ser armazenadas por longos períodos sem o uso de tratamento prévio, mas outras precisam ser preparadas e armazenadas em condições ambientais favoráveis (Aguiar *et al.*, 2010).

O conhecimento fisiológico do comportamento das sementes em relação aos limites de perda de água, torna-se imprescindível para se proceder ao armazenamento apropriado de diferentes espécies com o intuito de prolongar a sua qualidade fisiológica (Davide; Silva, 2008). Além do mais, a composição química das sementes é outro aspecto importante, conforme Marcos Filho (2005), as principais reservas, como os carboidratos, as proteínas e os lipídios das sementes podem apresentar proporções variáveis de acordo com cada espécie. O processo de maturação é um fator de extrema relevância, necessitando atenção durante a coleta de sementes, pois as sementes extraídas da planta matriz adquiridas em épocas inadequadas, imaturas ou colhidas no solo, apresentam menor percentual de germinação e longevidade, quando comparadas às sementes maduras, que mantêm a sua germinação e o vigor por maior período de tempo durante o armazenamento (Fowler, 2000).

As sementes imaturas são incapazes de completar o acúmulo de reservas alimentares, desenvolver todas as enzimas e/ou reguladores de crescimento, ou completar seu desenvolvimento celular (Bonner, 2008). Este mesmo autor também salienta que, os procedimentos inadequados na manipulação das sementes é outro fator ponto que de forma

inadequada pode ocasionar danos, principalmente durante a extração e o condicionamento, pois proporciona rachaduras ou rompimentos no tegumento, os quais abrem portas e permitem para entrada de micro-organismos, resultando em perdas de vigor das sementes. Além de todos esses fatores, a temperatura e a umidade exercem funções determinantes no processo de perda de viabilidade das sementes, ocasionando alterações na qualidade das mesmas (Kong *et al.*, 2008; Malaker *et al.*, 2008).

A conservação da diversidade biológica pode ser realizada de forma *in situ*, abrangendo o local de origem da espécie e de forma *ex situ*, por meio do armazenamento de sementes (Marques, 2007). Este autor cita que, o método de conservação *ex situ* é uma estratégia que proporciona a garantia de sobrevivência e o decréscimo da extinção de determinada espécie, contudo se faz necessário conhecer o comportamento fisiológico das sementes durante o processo de armazenamento. Desse modo, o armazenamento das sementes tem por função manter a viabilidade e o poder germinativo por determinado períodos curtos, médios e longos, dependendo do interesse de conservação (Carvalho & Nakagawa, 2000). Segundo Hoppe *et al.* (2004), os métodos de armazenamentos podem ser realizados em distintas condições, variando conforme a espécie e as características de suas sementes.

As técnicas de armazenamento abrangem locais a seco com baixa temperatura, os quais utilizam ambientes de câmaras frias e desumidificadores, onde a temperatura é mantida de 3 a 5 °C para espécies temperadas e de 10 a 20 °C para as tropicais, com umidade relativa do ar em torno de 45 % (Schumacher *et al.*, 2002; Hong & Ellis, 2003). Além disso, há condições de armazenamento úmido com baixa temperatura, sendo recomendado o uso de câmaras frigoríficas ou refrigeradores, onde a temperatura é mantida entre -3 °C a 5 °C para as espécies temperadas e entre 7 e 17 °C para as tropicais, com a umidade relativa entre 98 e 99% (Hong & Ellis, 2003). Pelo método de criopreservação, o armazenamento é realizado a sob temperaturas extremamente baixas, entre -80 °C e -196 °C, alcançadas com o uso de

nitrogênio líquido, no qual tem sido empregado para sementes a longo prazo, principalmente para conservação de germoplasma (Hong & Ellis, 2003).

Posteriormente aos estudos sobre a escolha do ambiente mais favorável para o armazenamento das sementes, busca-se a definição do tipo de embalagem a ser utilizada, que vai depender da espécie, do grau de umidade das sementes, das condições e do período de armazenamento, pois influencia a viabilidade de inúmeras espécies de sementes de forma distinta (Frassetto, 1997; Marcos Filho, 2005). De acordo com Hong & Ellis (2003), as embalagens podem ser abertas ou fechadas. As abertas são indicadas para sementes que requerem aeração, e as fechadas para as sementes sensíveis às instabilidades da umidade e com ausência de problemas quanto à aeração. Além disso, a classificação das embalagens, em relação aos aspectos de permeabilidade à água, pode ser: permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis (Hoppe *et al.*, 2004).

As embalagens com características permeáveis permitem a troca de umidade, oscilando conforme a variação de umidade do ambiente, sendo recomendadas por curto período de tempo, como os sacos de pano, plásticos perfurados e de papel (Fowler, 2000). As semipermeáveis têm função de restringir a passagem de água, concedendo permitindo a troca de vapor d'água entre a semente e o ambiente, como os sacos plásticos de 100 a 200 micras, polietileno de baixa espessura e combinações de lâminas de papel (Villela; Peres, 2004). Por fim, as embalagens impermeáveis são indicadas para a estocagem de sementes por longos períodos de tempo (Hong & Ellis, 2003), não permitindo a troca de vapor d'água com o meio externo, como envelopes trifoliados de polietileno ou alumínio, latas de alumínio, recipientes de vidro e outros (Schimdt, 2000). Dessa maneira, o procedimento de armazenamento em condições ambientais de umidade e temperatura é recomendado para as sementes de espécies com tegumento resistente, deve ser, preferencialmente, em com embalagens semipermeáveis ou impermeáveis por curto período de tempo, dependendo da sensibilidade à desidratação da espécie (Schumacher *et al.*, 2002; Hong & Ellis, 2003).

## **2.7 Adubação**

As técnicas que envolvem a aplicabilidade de nutrientes minerais, por meio do uso de práticas de adubação, estão relacionadas ao desenvolvimento e a qualidade das plantas, visto que influenciam diretamente o sistema radicular e a manutenção das plantas, sendo aspectos de extrema importância, principalmente no caso de espécies nativas, com reduzidas informações a respeito (Knapik *et al.*, 2005; Rodrigues *et al.*, 2010). A limitação do regime de adubação mineral tem responsabilidade sobre perdas e elevadas mortalidades de plantas conduzidas ao plantio definitivo no campo, uma vez que os teores nutricionais têm grande interferência na qualidade das plantas e no desenvolvimento a campo, especialmente os elementos essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio (Tucci *et al.*, 2009).

Os fertilizantes minerais são produtos ou substâncias que contribuem para o satisfatório crescimento e produtividade das plantas, por intermédio do uso de nutrientes importantes (Albuquerque, 2000). Malavolta (2006) salienta que o manejo com quantidades adequadas de nutrientes químicos essenciais para desenvolvimento e formação das plantas resulta em acréscimo na produtividade e melhora na qualidade das plantas da grande maioria das culturas estudadas. Além disso, a prática de adubação associada a outras características possibilita condições mais adequadas para o desenvolvimento das plantas, complementando suas exigências nutricionais (Costa *et al.*, 2006). Ainda que o procedimento de adubação apresenta-se como caráter oneroso, o mesmo representa um fator imprescindível para o desenvolvimento das mudas, acelerando consideravelmente o seu crescimento (Bernardi *et al.*, 2012). Portanto, destaca-se a importância de estudos que abordem conhecimentos técnico-científicos sobre os aspectos da adubação no manejo e produção de espécies nativas.

### **2.7.1 Adubação em espécies de palmeiras**

As palmeiras apresentam elevada exigência por teores nutricionais, tanto na fase de crescimento vegetativo quanto na fase de reprodução (Bovi & Cantarella, 1996; Hartley,



1977; Secretaria & Maravilla, 1997; Tinker, 1982). A importância das respostas à aplicação de elementos minerais depende de uma série de fatores relacionados à absorção, transporte e utilização dos nutrientes disponíveis e aplicados ao solo, assim como os fatores genéticos e hídricos (Bovi *et al.*, 1999).

As raízes das plantas ocupam, aproximadamente, 2 % do volume superficial do solo (Böhm, 1979; Sieverding, 1991). Diante disso, as relações entre a biomassa radicular e a quantidade e a proporção dos nutrientes aplicados determinam a eficiência de absorção e, conseqüentemente, as respostas de desenvolvimento e/ou produção (Mengel, 1983). Em comparação com as espécies de dicotiledôneas, as palmeiras possuem sistema radicular pouco eficiente, em virtude da sua grande proporção de raízes espessas, fibrosas e sem pelos absorventes (Tomlinson, 1990). O fornecimento de nutrientes de forma inadequada, tanto em quantidade insuficiente ou em excesso, pode ocasionar limitações ao crescimento das plantas e alterar relações entre biomassa aérea e radicular (Bovi *et al.*, 1999).

Para as palmeiras, quando o suprimento de nutrientes minerais ocorre adequadamente, resulta no maior crescimento inicial e antecipação do estágio reprodutivo (Bonneau *et al.*, 1993; Bovi, 1998; Hartley, 1977; Mora-Urpí *et al.*, 1997; Tampubolon *et al.*, 1990). Dessa forma, inúmeros tipos de adubos podem ser aplicados no cultivo de palmeiras (Oliveira; Farias Neto, 2004), embora haja falta de informações a respeito das exigências nutricionais para as espécies nativas, sendo fatores importantes para o estímulo do crescimento, reprodução e posteriormente a produtividade de frutos.

De acordo com Bovi *et al.* (1999), para a espécie *Bactris gasipaes* Kunth a adubação com NPK (0 a 400 kg/ha/ano de N), fósforo (0 a 200 kg/ha/ano de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (0 a 200 kg/ha/ano de K<sub>2</sub>O), evidenciou efeitos positivos na densidade radicular das três progênies (acréscimos de 18 a 28 %) com doses crescentes da adubação nitrogenada e potássica. No

entanto, não foi observado efeito significativo quando o fósforo foi aplicado isoladamente (Bovi *et al.*, 1999).

Outro trabalho, realizado por Bovi *et al.* (2002) com *Bactris gasipaes* Kunth, analisou o uso de NPK no seu crescimento durante 30 meses em solo com características arenosas e de baixa fertilidade. Os resultados mostraram uma resposta linear positiva e significativa de crescimento às adubações com nitrogênio e potássio e ausência de resposta ao fósforo. O crescimento máximo da espécie foi obtido com as doses de 400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, 0 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

No estudo de Luz *et al.* (2006) para acelerar o processo de produção das mudas de *Rhapis excelsa* foram analisados os efeitos da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento da espécie ao longo de oito meses. Desse modo, o nutriente que proporcionou o maior desenvolvimento e crescimento dessa palmeira foi o nitrogênio, influenciando de forma positiva na maioria dos parâmetros analisados, independente da combinação com P e ou K (Luz *et al.*, 2006).

Os trabalhos científicos apontam a importância da disponibilidade de nutrientes minerais para o crescimento, reprodução e produtividade de frutos das espécies de palmeiras, especialmente a funcionalidade do elemento nitrogênio.

### **2.7.2 Adubação em áreas arenizadas**

Os solos arenizados apresentam mínima resistência a agentes erosivos eólicos ou hídricos, além disso, reduzida fertilidade natural e capacidade de retenção de água em virtude da sua granulometria grosseira (Klamt, 1994; Azevedo & Kaminski, 1995). Para os mesmos autores, essas características prejudicam o desenvolvimento da vegetação pela insuficiência de nutrientes essenciais e pela dificuldade no armazenamento de água, provocando consideráveis déficits hídricos, mesmo em curtos períodos de estiagem. Freitas *et al.* (2009) ratificam que a fragilidade do solo arenoso pouco consolidado, o baixo teor de nutrientes, de

matéria orgânica, da CTC e saturação de bases dificultam o crescimento das plantas locais, tornando essa vegetação campestre mais sensível aos efeitos de lixiviação e do sobrepastoreio. Os solos arenizados apresentam características naturais instáveis e precárias de fertilidade, as quais são fundamentais para o fornecimento de nutrientes essenciais e futura subsistência das plantas, desse modo, é imprescindível o uso de adubação mineral durante a implementação de plantas para a recuperação dessas áreas.

No trabalho de Rovedder *et al.* (2009) em Alegrete/RS foram caracterizadas populações de organismos edáficos como bioindicadores dos efeitos da degradação por arenização e da recuperação por revegetação com *L. albescens*. Para tanto, foi semeada a lanço com adubação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 120 kg ha<sup>-1</sup> de potássio (K<sub>2</sub>O) e 500kg ha<sup>-1</sup> de calcário Filler. Os tratamentos consistiram de solo com cobertura natural de *L. albescens*, área arenizada com revegetação de *L. albescens* há um ano, há três anos, solo arenizado e campo nativo. Os resultados demonstraram que a arenização reduziu o desenvolvimento das populações edáficas, enquanto a estratégia de revegetação mostrou efeitos positivos na recolonização da área e o grupo Collembola destacou-se como bioindicador dos efeitos dos processos de degradação e recuperação (Rovedder *et al.*, 2009).

Os autores Eltz & Rovedder (2005) estimaram as variações de temperatura do solo em área de campo nativo e arenizada em Alegrete/RS, por meio de geotermômetros (3, 10 e 20 cm de profundidade). Os tratamentos foram campo nativo com plantas de cobertura, área degradada revegetada com plantas de cobertura, campo nativo, área degradada, caracterizada pela retirada da vegetação e exposição do solo arenoso. A temperatura do solo foi observada de quinze em quinze dias (às 9, 12, 15 e 18 horas), considerando-se, as médias das estações do ano. Indivíduos de *L. albescens* foram consorciadas com a *A. strigosa* sob a adubação de 600 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 0-20-20 e 500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário Filler, aplicados a lanço. Os dados obtidos apontaram que as coberturas vegetais testadas foram eficientes na amenização das

variações de temperatura, comparativamente à área degradada e o solo exposto durante o verão, onde a temperatura foi significativamente maior do que nos outros tratamentos.

Mello *et al.* (2009) avaliaram a sobrevivência e o crescimento inicial de mudas de eucalipto micorrizadas com o fungo ectomicorrízico *Pisolithus microcarpus* (UFSC Pt 116), após o transplante para uma área arenizada em São Francisco de Assis/RS. Os tratamentos foram turfa fértil com e sem fungo, Neossolo Quartzarênico com e sem fungo. O plantio foi realizado em covas de 20 cm x 20 cm e adubadas em cobertura com 3,0 g cova<sup>-1</sup> de N, 1,0 g cova<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 3,0 g cova<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (NPK 30-10-30). Os autores constataram que a taxa de sobrevivência foi de 100 e 92 %, para a turfa fértil com e sem o fungo, respectivamente. Além disso, no Neossolo Quartzarênico com e sem fungo houve sobrevivência de 98 e 89 % respectivamente, e as mudas produzidas com turfa e fungo apresentaram diferenças significativas no crescimento em altura, e diâmetro do caule (Mello *et al.*, 2009).

Nesse contexto, os estudos científicos que englobam distintas técnicas e uso de plantas para a recuperação de áreas atingidas por arenização, carecem do incremento de adubação mineral, em função das insatisfatórias características de fertilidade e vulnerabilidade a processos erosivos.

## **2.8 Hidrogel**

O hidrogel é um polímero hidrorretentor que atua na absorção e disponibilização de amplas quantidades de água de forma gradativa e, misturado ao solo ou substrato em quantidade adequada, atua como reserva hídrica para as plantas (Nasser *et al.*, 2007). Desta forma constitui uma possibilidade para amenizar adversidades com déficit hídrico sazonal, podendo ampliar a eficácia da irrigação e minimizar o risco da ocorrência de falhas durante a implantação de um povoamento (Buzetto *et al.*, 2002). Segundo Moraes *et al.* (2001), os polímeros hidrorretentores são caracterizados como produtos naturais (derivados do amido)

ou sintéticos (derivados do petróleo) e, ainda podem ser granulados e quebradiços quando secos, tornando-se macios e elásticos depois de expandidos em água.

Os polímeros sintéticos foram fabricados a partir da década de 1960 e passaram a ser recomendados para uso agrícola como condicionadores de solo, por melhorarem as propriedades físico-químicas, diminuírem o número de irrigações e as perdas de nutrientes, e reduzirem os custos no desenvolvimento das culturas (Shainberg & Levy, 1994). Os mesmos autores citam que esses produtos vêm sendo utilizados como estruturadores de solos, no controle de erosões, na melhora da infiltração de água e na recuperação de solos com problemas de salinidade em países da Europa e nos Estados Unidos. Os polímeros sintéticos derivados do petróleo, à base de poliacrilamidas, apresentam características físico-químicas que atuam na disponibilização do produto gradativamente para os cultivos agrícolas (Azevedo *et al.*, 2002). Nesse sentido, a desagregação dos polímeros resulta na liberação de dióxido de carbono, água e amoníaco e, desse modo, não há nenhum problema relacionado à toxicidade residual (Borelli, 2016).

A comercialização do polímero hidroretentor apresenta justificativas de que, ao ser introduzido ao substrato, possibilita maior retenção de água e de fertilizantes, os quais são lentamente disponibilizados para as plantas em função dos ciclos de absorção – liberação (Bernardi *et al.*, 2012). Além disso, os polímeros hidroretentores podem ser adicionados ao solo, contribuindo para germinação de sementes, desenvolvimento do sistema radicular, crescimento e desenvolvimento das plantas, redução das perdas de água de irrigação por percolação e melhoria na aeração e drenagem do solo, e ainda na redução das perdas de nutrientes por lixiviação (Câmara *et al.*, 2011; Azevedo *et al.*, 2002). No entanto, os dados científicos de sua aplicação são limitados e os resultados são variáveis, devido às diferenças entre as espécies ou cultivares testadas, doses empregadas, condições ambientais, etc., o que dificulta a generalização dos resultados (Oliveira *et al.*, 2004).

A eficiência da utilização dos hidroretentores nas mudas depende da técnica de aplicação e do tipo de formulação (Buzetto *et al.*, 2002). Poucos métodos são explorados com o uso desse produto. Dentre eles, a imersão em solução saturada de hidrogel do sistema radicular antes do plantio, a inserção do hidrogel não hidratado ao substrato para formação das mudas, e ainda, a incorporação ao solo, visto que pode ser disponibilizado na solução com distintas formulações, diretamente na cova ou com auxílio de plantadeiras manuais (Buzetto *et al.*, 2002; Vallone *et al.*, 2004; Sarvas *et al.*, 2007; Thomas, 2008; Saad *et al.*, 2009).

Dessa forma, Nissen & Ovando (1999) analisaram a eficiência do hidrogel no plantio de *Nothofagus obliqua* e *N. dombeyi* (espécies arbóreas nativas do Chile), onde as raízes foram imersas em solução a 0,5 % durante 5 a 10 minutos, os quais obtiveram acréscimo de sobrevivência, diâmetro de colo e altura. Contudo, para a espécie *N. obliqua*, não foi verificado efeito positivo para essas características analisadas. Assim como a grande maioria das tecnologias aplicadas na agricultura, o uso de hidroretentores de forma errônea pode danificar o desenvolvimento das plantas, por isso, o seu emprego em viveiros depende de conhecimento científico, sendo necessário determinar a dosagem e forma de aplicação a ser utilizada, visto que as relações do hidrogel com a perda de nutrientes e de água influenciam na qualidade das mudas (Navroski, 2013).

Conforme Buzetto *et al.* (2002), a manipulação de 4,0 g do polímero seco em 5,0 L cova<sup>-1</sup> no plantio de mudas de *Eucalyptus urophylla* proporcionou a redução da mortalidade das mudas. Nas mudas de *Corymbia citriodora* Hook., a aplicação de 6,0 g L<sup>-1</sup> do polímero misto (acrilamida e acrilato de Potássio) contribuiu positivamente para a altura de parte aérea e diâmetro do colo, permitindo a diminuição de 20 % da adubação de base e cobertura (Bernardi *et al.*, 2012). Entretanto, nas mudas de *Eucalyptus urograndis*, no qual o uso do hidrogel misto (copolímero de acrilamida e acrilato de potássio) em solo argiloso e arenoso não resultou em aumento da sobrevivência das plantas (Saad *et al.*, 2009).

A utilização do hidrogel em mudas de *Jatropha curcas* L. (pinhão-manso) favoreceu o aumento da sobrevivência pós-plantio e na inexistência de efeitos negativos sobre o crescimento, levando os autores Dranski *et al.* (2013) a sugerirem o uso da formulação de até 7,0 g L<sup>-1</sup> de hidrogel diretamente na cova em volume de 0,5 L cova<sup>-1</sup> nas condições do oeste do Paraná. Alguns tipos de polímeros são empregados na produção de frutíferas, hortaliças e mudas de espécies variadas e, inclusive na formação de gramados em jardins e em campos de futebol e golfe (Oliveira *et al.*, 2004). Contudo, o mesmo autor ratifica que as informações científicas de seu uso como condicionadores de solo são restritas, sendo imprescindível compreender e quantificar a contribuição advinda da aplicação de polímeros hidroabsorventes na disponibilidade de água, em diversos meios de cultura e condições.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. A revanche dos ventos. Destruição dos solos areníticos e formação dos areais na Campanha Gaúcha. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.11, p.7-31, 1995.

ACOSTA, J. A. A. et al. **Plantio direto e o uso de culturas de cobertura como estratégia de recuperação de áreas arenizadas**. In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2000, Pelotas. **Resumos**. Pelotas: SBCS, 2000. 1 CD ROM.

AGUIAR, A. V. et al. **Implantação de espécies nativas para recuperação de áreas degradadas em região de Cerrado**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2000, Blumenau. **Anais**. Blumenau: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, Fundação Universidade Regional de Blumenau, 2000. 1 CD-ROM.

AGUIAR, F. F. A. et al. Germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (vell.) Allemão Ex Benth. (Fabaceae-Papilionoideae) no armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, Edição Especial, p.1624-1629, 2010.

ALBUQUERQUE, G. A. S. C. **Contribuição à implantação de um novo pólo de fertilizantes no nordeste do Brasil**. 2000. 134 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas, São Paulo, 2000.

ALMEIDA, L. F. R. et al. Metodologia para germinação de sementes de *Leonurus sibiricus* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.2, p.190-196, 2011.

AMARO, M. S. et al. Morfologia de frutos, sementes e de plântulas de *Janaguba* (*Himatanthus drasticus* (MART.) PLUMEL.- (Apocynaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.63-71, 2006.

ANDRADE, A. C. S. et al. Tamanho mínimo e preparo da amostra na determinação do grau de umidade de sementes de *Parkia multijuga* Benth. (Leguminosae – Mimosoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n.2, p.203-207, 2001.

AZEREDO, G. A. et al. O. Germinação em sementes de espécies florestais da mata atlântica (Leguminosae) sob condições de casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.33, n.1, p.11-16, 2003.



AZEVEDO, A. C.; KAMINSKI, J. Considerações sobre os solos dos campos de areia no Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v.11, p. 65-70, 1995.

AZEVEDO, M. R. Q. A. et al. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n. 3, p. 519-524, 2003.

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão Guandu: Uma Planta Multiuso. **Revista da Fapese**, Sergipe, v.3, n.2, p.81-86, 2007.

AZEVEDO, T. L. F. et al. Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, p. 1239 –1243, 2002.

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

BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; DIAS, E. S. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Guibourtia hymenifolia* (Moric.) J. Leonard (Fabaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.5, p.1089-1098, 2011.

BERNARDI, M. R. et al. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Revista Cerne**, Lavras, v.18, n.1, p.67-74, 2012.

BERTAGNOLLI, C. M. et al. Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a estresses hídrico e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.1, p.7-13, 2003.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 7.ed.. São Paulo, SP: Ícone, 2008. 355 p.

BINKOWSKI, P. **Conflitos ambientais e significados sociais em torno da expansão da silvicultura de eucalipto na “Metade Sul” do Rio Grande do Sul**. 2009. 212 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer-Verlag., 1979. 189 p.

BOLDRINI, I. I. Biodiversidade dos Campos Sulinos. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Departamento de plantas forrageiras e agrometeorologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006. p.11-23.

BOLDRINI, I. I. et al. **Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica**. Porto Alegre: Pallotti, 2010. 64 p.

BONNEAU, X. et al. Nutrition minérale des cocotiers hybrides sur tourbe de la pépinière à l’entrée en production. **Oléagineux**, Paris, v.48, n.1, p.9-26, 1993.

BONNER, F. T. 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, 2008. (Agriculture Handbook 727) p.85-95.

BORELLI, A. B. **Aplicação de polímero hidrorretentor na cultura do rabanete irrigado via gotejamento superficial e subsuperficial**. 2016. 62 p. Tese (Doutorado em Agronomia) –Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, 2016.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Revista Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.9-18, 2000.

BOVI, M. L. A.; CANTARELLA, H. Pupunha para extração de palmito. In: RAIJ, B. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação para algumas culturas do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. (Boletim Técnico, 100). p.240-242.

BOVI, M. L. A.; GODOY, G.; SPIERING, S. H. Respostas de crescimento da pupunheira à adubação NPK. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.161-166, 2002.

BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H.; BARBOSA, A. M. M. Densidade radicular de progênies de pupunheira em função de adubação NPK. **Revista de Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.183-196, 1999.

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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Combate à Desertificação, Centro de Sensoriamento remoto**. Brasília: IBAMA, 1997.  
Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/combate-a-desertificacao>>.  
Acesso em: 25 dez. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Florestas, Recuperação de áreas degradadas**, 2000.  
Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/destaques/item/8705-recuperacao-de-areas-degradadas/>>. Acesso em: 25 dez. 2016.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. **Avaliação de polímero adsorvente à base de acrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio**. Piracicaba: IPEF, 2002. 7 p. (IPEF. Circular técnica nº 195).

BYNG, J. W.; et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v.181, p.1-20, 2016.

CÂMARA, G. R.; et al. Avaliação do desenvolvimento do cafeeiro *Conilon robusta* tropical mediante uso de polímeros hidrorretentores e diferentes turnos de rega. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.13; p.135-146, 2011.

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

CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R. F. R.; OLIVEIRA, W. M. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Brasília, v.25, p.326-328, 2003.

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

CAVALCANTE, V. S. et al. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.5, p.521-528, 2012.

COSTA, G. S. et al. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.919-927, 2004.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagem do Gênero *Brachiaria* em solos de Cerrado**. Santo Antônio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

D'ANTONIO, C.; MEYERSON, L. A. Exotic plants species as problems and solutions in ecological restoration: a synthesis. **Restoration Ecology**, Malden, v.10, n.4, p.703-713, 2002.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Sementes florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Ed.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. p.11-82.

DEBLE, L. P.; MARCHIORI, J. N. C. *Butia lallemantii*, uma nova Arecaceae do Brasil, **Balduinia**, Santa Maria, n.9, p.1-3, 2006.

DHINGRA, O. D. et al. Seedborne pathogenic fungi that affect seedling quality of red angico (*Anadenanthera macrocarpa*) trees in Brazil. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.150, p.451- 455, 2002.

DIAS, L. E.; GRIFFITH J. J. **Conceituação e caracterização de áreas degradadas**. In: DIAS, E. L.; MELLO, J. W. V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV/Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.1-7

DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.) e jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) – Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, p.64-73, 2000.

DORNELES, F. O. **Produção de sementes de *Lupinus albescens* para recuperação de áreas degradadas por arenização**. 2009. 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

DRANSFIELD, J. et al. **Genera Palmarum: the evolution and classification of palms**. Londres: Kew Publishing, Royal Botanical Garden, 2008. 732 p.

- DRANSKI, J. A. L. et al. Sobrevivência e crescimento do pinhão-mansão em função do método de aplicação e formulações de hidrogel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.5, p.537-542, 2013.
- ELTZ, F. L. F.; ROVEDDER, A. P. M. Revegetação e temperatura do solo em áreas degradadas no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, n.2, p.193-200, 2005.
- FERREIRA, W. C. et al. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo da área degradada à margem do Rio Grande revegetada na usina hidroelétrica de camargo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, p.177-185, 2007.
- FONTENELE, A. C. F.; ARAGÃO, W. M.; RANGEL, J. H. A. Biometria de Frutos e Sementes de *Desmanthus virgatus* (L) Willd Nativas de Sergipe. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, p.252-254, 2007.
- FOWLER, J. A. P. Superação de dormência a armazenamento de sementes de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. p.77-100.
- FRASSETTO, E. G. **Influência da temperatura, abertura dos frutos e embalagem na viabilidade de sementes de *Cabralea canjerana* (Vell.)**. Santa Maria: UFSM, 1997.
- FREITAS, E. M. et al. Florística e fitossociologia da vegetação de um campo sujeito à arenização no sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v.23, p.414-426, 2009.
- FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RS. **Lista da Flora Gaúcha Ameaçada de Extinção**. Disponível em:  
<[http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/4809/?Homologada\\_a\\_nova\\_Lista\\_da\\_Flora\\_G](http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/4809/?Homologada_a_nova_Lista_da_Flora_G)> .  
Acesso em: 5 Nov. 2016.
- GEYMONAT, G.; ROCHA, N. **Butia**: Ecosistema único em el mundo. Castillos, Rocha, Uruguay: Casa Ambiental, 2009.
- GLADSTONES, J. S. Distribution, origin, taxonomy, history and importance. In: GLADSTONES, J. S.; ATKINS, C. A.; HAMBLIN, J. (Ed.). **Lupinus as crop plants: biology, production and utilization**. Cambridge: CAB International, 1998. p.1-39.
- HARTLEY, C. W. S. **The oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)** 2.ed. London: Longman, 1977. 806 p. (Tropical Agriculture Series).
- HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. Field guide to the palms of the Americas. New Jersey: Pinceton University Press, 1995. 363 p.
- HILHORST, H. W. M. et al. **Curso avançado em fisiologia e tecnologia de sementes**. Lavras: UFLA, 2001. 74 p.
- HONG, T.; ELLIS, R. H. CHAPTER Storage. In: TROPICAL Tree Seed Manual. [s.l]: USDA Forest Service's, Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources, 2003.

HOPPE, J. M. et al. **Produção de sementes e mudas florestais**. 2. ed. Santa Maria/RS: Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. (Série Cadernos Didáticos, n.1).

IGANCI, J. R. V.; MIOTTO, S. T. S. **Lupinus in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, [2016]. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB29743>>. Acesso em: 13 Out. 2016.

KISSMANN, C. et al. Germinação e armazenamento de sementes de *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.31, n.2, p.104-115, 2009.

KLAMT, E. Solos arenosos da região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: REUNIAO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA AGUA, 9., 1992, Jaboticabal. **Solos altamente suscetíveis “a erosão”**. Jaboticabal: UNESP, 1994. p.19-37.

KLAMT, E.; SCHNEIDER, P. Solos suscetíveis à erosão eólica e hídrica na região da Campanha do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.11, p.71-80, 1995.

KNAPIK, J. G. et al. Crescimento inicial de *Mimosa scabrella* Benth., *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Allophylus edulis* (St.-Hil.) Radl. sob diferentes regimes de adubação. **Boletim Pesquisa Florestal**, Curitiba, v.51, p.33-34. 2005.

KONG, F. et al. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, Chicago, v.73, p.134-144, 2008.

LEONHARDT, C. et al. Morfologia e desenvolvimento de plântulas de 29 espécies arbóreas nativas da área da Bacia Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v.63, n.1, p.5-14, 2008.

LIMA, J. S. S. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Argissolo vermelho-amarelo sob pastagem e vegetação secundária em regeneração natural. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.185-195, 2009.

LUZ, P. B. et al. Efeitos de nitrogênio, fósforo e potássio no crescimento de *Rhapis excelsa* (Thunberg) Henry ex. Rehder (palmeira-ráfia). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.429-434, 2006.

MAJEROWICZ, N.; PERES, L. E. P. Fotomorfogênese em plantas. In: KERBAUY, G.B. (Org.) **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 454 p.

MALAKER, P. K. et al. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, Dacca, v.33, p.469-477, 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 631 p.

MARCHIORI, J. N. C. Vegetação e areais no Sudoeste Rio-Grandense. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n.11, p.81-92, 1995.

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

MARQUES, M.A. **Secagem e armazenamento de sementes de *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* (Benth.) Altschul e *A. colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul.** 2007. 139 p. Tese (Doutorado em Produção e Tecnologia de Sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2007.

MARTINS, G. N. et al. Influência do tipo de fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo formosa. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.12-17, 2005.

MATOS, V. P. et al. Sementes de sapoti (*Achras sapota* L.): Dormência e emergência. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.33, n.2, p.71-74, 2003.

MATOS, V. P.; SANTOS, T. O.; MORAIS, T. G. O. Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência em sementes de chichá (*Sterculia foetida*). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.171-177, 2004.

MEDEIROS, E. R.; ROBAINA, L. E. de S.; CABRAL, I. L. L. Degradação ambiental na Região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.11, p.53-64. 1995.

MEDEIROS, M. A. et al. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.3, p.17-24, 2010.

MELO, J. T. et al. Coleta, propagação e desenvolvimento inicial de espécies do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 2000.

MELO, M. G. G.; MENDONÇA, M. S.; MENDES, A. M. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) Leguminosae-Caesalpinioideae. **Acta Amazonica**, Manaus, v.34, n.1, p.9-14, 2004.

MENGEL, K. Responses of various crop species and cultivars to fertilizer application. **Plant and Soil**, The Hague, v.72, n.2-3, p.305-319, 1983.

MORAES, O.; BOTREL, T. A.; DIAS, C. T. S. Efeito do uso de polímero hidroretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.12, único, 2001.

MORA-URPÍ, J.; WEBER, J. C.; CLEMENT, C. R. **Peach palm. *Bactris gasipaes* Kunth. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops.** Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gaterleben and International Plant Genetic Resources Institute, 1997. 83 p.

NASCIMENTO, J. T. et al. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.5, p.825-831, 2005.

NASSER, R. O. et al. Correlação entre a capacidade de inchamento e as características estruturais de Polímeros Superabsorventes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLIMEROS, 9., 2007, Campina Grande. **Anais do ...** Campina Grande, 2007.

- NAVROSKI, M. **Polímero hidroretentor na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria/RS, 2013.
- NEVES, L. G.; TIENNE, L.; VALCARCEL, R. Regeneração induzida em áreas de empréstimo na Ilha da Madeira, RJ. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRRJ, 2001, Seropédica. **Resumos**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2001. p.103-106.
- NISSEN, M. J.; OVANDO, C. Efecto de un hidrogel humectado aplicado a las raices de *Nothofagus obliqua* (MIRB.) Oerst. Y *Nothofagm dombeyi* (MIRB.) Oerst. durante su trasplante. **Agro Sur**, Valdivia, v.27, n.2, p.48-58, 1999.
- NOGUEIRA, N. O. et al. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, p-2121-2131, 2012.
- OLIVEIRA, M. J. S. P.; FARIAS NETO, J. T. **Cultivar BRS-Pará: açaizeiro para produção de frutos em terra firme**. Belém: EMBRAPA, 2004. (Comunicado técnico, 114).
- OLIVEIRA, R. A. et al. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.160-163, 2004.
- PAIM, L. P.; PAIM, M. P. Uso de mudas de *Butia lallemantii* (Deble & Marchiori) para recuperar áreas degradadas por arenização no município de Alegrete-RS. **Revista Congrega**, Bagé, v.13, p.984-994, 2016.
- PAOLI, A. A. S.; BIANCONI, A. Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pseudima frutescens* (Aubl.) Radlk. (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.30, p.146-155, 2008.
- PEREIRA, S. A.; FERREIRA, S. A. N. Superação da dormência em sementes de visgueirodo-igapó (*Parkia discolor*). **Acta amazônica**, Manaus, v.30, n.1, p.151-156, 2010.
- PILLAR, V. P. et al. (Ed.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Publicação do Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais. Seropédica: UFRRJ, 2009. 403 p.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; NOGUEIRA, E. S.; PEIXOTO, M. C. Estado da arte da pesquisa em tecnologia de sementes de espécies florestais da Mata Atlântica. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; et al. (Org.). **Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais**: Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais. Seropédica: UFRRJ, 2007. p.105-1141.
- PINHEIRO, M. **O gênero *Lupinus* L. (Leguminosae-Faboideae) no Rio Grande do Sul, Brasil**. 2000. 120 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

- PINHEIRO, M.; MIOTTO, S. T. S. **Flora ilustrada do Rio Grande do Sul. Leguminosae: Faboideae, gênero *Lupinus* L.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 100 p. (Boletim do Instituto de Biociências, n.60).
- RESENDE, A. V.; KONDO, M. K. Leguminosas e recuperação de áreas degradadas. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.210, p.46-56. 2001.
- RIBEIRO, P. A. **Utilização de leguminosas na produção de biomassa e como fonte de nutrientes em um Podzólico Vermelho-Amarelo no município de Alagoinha-PB.** 1999. 57 p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba, 1999.
- RODRIGUES, E. T. et al. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, p.483-488, 2010.
- RODRIGUES, P. et al. Ocorrência de *Butia lallemantii* no município de Alegrete (RS) e ameaças às populações naturais. In: ENPOS-UFPEL, 15., 2011 Pelotas. [**Anais**]. Pelotas, 2011.
- ROSA, S. G. T. Caracterização das sementes de *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss, espinheira santa e viabilidade de sua propagação sexuada. In: MING, L. C. et al. (Org.) **Plantas Medicinais aromáticas e condimentos** – avanços na pesquisa agrônômica. Botucatu: UNESP, 1998. v.2, p.33-51.
- ROVEDDER, A. P. M. **Potencial do *Lupinus albus* Hook. e Arn para recuperação de solos arenizados do Bioma Pampa.** 2007. 145 p. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Solos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2007.
- ROVEDDER, A. P. M. **Revegetação com culturas de cobertura e espécies florestais para a contenção do processo de arenização em solos de areníticos no sudoeste do Rio Grande do Sul.** 2003. 120 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2003.
- ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F. Desenvolvimento do *Pinus elliottii* e do *Eucalyptus tereticornis* consorciado com plantas de cobertura, em solos degradados por arenização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.84-89, 2008.
- ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F. Revegetação com plantas de cobertura em solos arenizados sob erosão eólica no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.315-321, 2008.
- ROVEDDER, A. P. M. et al. Espaçamento entre linhas e densidade de semeadura em revegetação com espécie de tremoço visando à recuperação de solo degradado, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.9, p.1955-1960, 2010.
- ROVEDDER, A. P. M. et al. Análise da composição florística do campo nativo afetado pelo fenômeno da arenização no Sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.11, p.501-503, 2005.



SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L. W.; SANTOS, T. A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, p.404-411, 2009.

SANCHEZ, L. E. **Recuperação de áreas degradadas: um campo multidisciplinar de pesquisas**. In: SEMINÁRIO – UNESP, 2006, Rio Claro. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2006. Disponível em: < <http://stoa.usp.br/luissanchez/files/3291/18415/RAD+-+um+campo+multidisciplinar+de+pesquisas+Rio+Claro+2006.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2016.

SANTOS, P. A. et al. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.9, n.2, p.123-134, 2010.

SANTOS, T. O.; MORAIS, T. G. O.; MATOS, V. P. Escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.1-6, 2004.

SARVAS, M.; PAVLENDÁ, P.; TAKÁCOV, E. Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations. **Journal of Forest Science**, Philadelphia, v.5, p.204-209, 2007.

SCHMIDT, L. **Guide to handling of tropical and subtropical seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, 2000. 511 p.

SCHNEIDER, P. R. et al. Crescimento em volume de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em áreas arenizadas e degradadas no Oeste do Rio Grande do Sul, **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.42, p.181-189, 2014.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; FARIAS, J. A. **Manual de instruções para a coleta, beneficiamento, armazenamento e análise de sementes florestais**. Santa Maria: UFSM/AFUBRA, Projeto Bolsa de Sementes de Espécies Florestais, 2002.

SCHWARTZ, E. **Produção, fenologia e qualidade dos frutos de *Butia capitata* em populações de Santa Vitória do Palmar**. 2008. 94 p. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, 2008.

SECRETARIA, M. I.; MARAVILLA, J. N. Response of hybrid coconut palms to application of manures and fertilizers from field-planting to full-bearing stage. **Plantations, Recherche, Développement**, Montpellier, v.4, p.126-138, 1997.

SHAINBERG, I.; LEVY, G. J. Organic polymers and soil sealing in cultivated soils. **Soil Science**, Baltimore, v.158, n.4, p.267-273, 1994.

SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Eschborn: Technical Cooperation, 1991. 371 p.

SILVA, L. M. M. et al. Morfologia de frutos, sementes, e plântulas de *Luetzelburgia auriculata* Ducke (pau-serrote) e *Pterogyne nitens* Tul. (madeira-nova-do-brejo) – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, p.154-159, 1995.

- SOARES, G. P.; RODRIGUES, R. R. Semeadura direta de leguminosas florestais: efeito da inoculação com rizóbio na emergência de plântulas e crescimento inicial no campo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n. 78, p.115-121, 2008.
- SOARES, K. et al. Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil, **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.65, n.1, p.113-139. 2014.
- SOUTO, J. J. **Deserto, uma ameaça?** Porto Alegre: DRNR, Diretoria Geral, Secretaria da Agricultura, 169 p., 1984.
- SOUZA, Z.M. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.51-58, 2004.
- STROSCHEIN, M. R. D. **Caracterização de bactéria fixadora de nitrogênio em *Lupinus albus***. 2007. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- SUERTEGARAY, D. M. A. O Rio Grande do Sul descobre os desertos. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.11, p.33-52, 1995.
- SUERTEGARAY, D. M. A. **A Trajetória da Natureza. Um estudo Geomorfológico sobre os Areais de Quaraí/RS**. 1987. 243 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 1987.
- SUERTEGARAY, D. M. A. **Deserto grande do Sul: controvérsia**. 2.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/ UFRGS, 1998. 109 p.
- SUERTEGARAY, D. M. A. Erosão nos campos sulinos: arenização no Sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v.12, n.3, p.61-74, 2011.
- SUERTEGARAY, D. M. A. et al. **Atlas da Arenização Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento e Secretaria da Ciência e Tecnologia do Governo do Estado do RS, 2001. 84 p.
- SUERTEGARAY, D. M. A.; SILVA, L. A. P. da. Sobre a Gênese dos areais (SW/RS): uma interface biologia-geomorfologia. **Terra Livre**, São Paulo, v.2, n.33, p.115-124, 2009.
- SUERTEGARAY, D. M. A. et al. Sobre a gênese da arenização no Sudoeste do Rio Grande do Sul. **Terra Livre**, São Paulo, v.1, n.24, p.135-150, 2005.
- TAKAKI, M. New proposal of classification of seed based on forms of phytochrome insted of photoblastism. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.13, p.103-107, 2001.
- TAMPUBOLON, F. H.; DANIEL, C.; OCHS, R. Réponses du palmier à huile aux fumures azotées et phosphorées à Sumatra. **Oléagineux**, Paris, v.45, n.11, p.475-484, 1990.

- THOMAS, D. S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.255, p.1305-1314, 2008.
- TINKER, P. B. Soil requirements of the oil palm. In: CORLEY, R.H.V.; HARDON, J. J.; WOOD, B. J. (Ed.) **Oil palm research**. New York: Elsevier, 1982. p.165-181.
- TOLETTO, O. Efeito de leguminosas tropicais na matéria orgânica do solo e na produtividade do sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, p.263-268, 1993.
- TOMLINSON, P. B. **The structural biology of palms**. Oxford: Clarendon Press, 1990. 463 p.
- TRINDADE, J. P. P.; QUADROS, F. L. F.; PILLAR, V. D. P. Vegetação campestre de áreas do Sudoeste do Rio Grande do Sul sob pastejo e com exclusão de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.771-779, 2008.
- TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, Manaus, v.39, p.289-294, 2009.
- VALLONE, H. S. et al. Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de hidrorretentor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, p.593-599, 2004.
- VARELA, V. P.; COSTA, S. S.; RAMOS, M. B. P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vogel) Yakovlev) – Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta Amazonica**, Manaus, v.35, n.1, p.35-39, 2005.
- VERDUM, R. Depressão Periférica e Planalto. Potencial ecológico e utilização social da natureza. In: VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. (Org.). **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. p.39-57.
- VIEIRA, C. L.; VERDUM, R. Arenização e erosão hídrica no Sudoeste do Rio Grande do Sul: análise dos agentes condicionantes e considerações básicas para intervenções mecânico-vegetativas. **Revista de Geografia**, São Paulo, v.32, p.41-65, 2015.
- VILLELA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.265-281, 2004.

## **4 CAPÍTULO 1**

**Coleta de plantas *in situ* e condicionamento de mudas de *Butia lallemantii***

(manuscrito formatado segundo normas da Revista Floresta & Ambiente)

Coleta de plantas *in situ* e condicionamento de mudas de *Butia lallemantii*

## Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade do condicionamento de mudas de *Butia lallemantii* coletadas *in situ* e a posterior sobrevivência em área arenizada. Mudas foram coletadas em Alegrete-RS, classificadas em quatro classes de diâmetro do estipe (CDE) e transplantadas para substrato à base de solo, dejetos de animais e casca de arroz. As avaliações foram aos quatro e oito meses (sobrevivência, aspecto foliar e radicular), após o transplântio. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com no mínimo 50 plantas por classe. Os resultados evidenciaram maior sobrevivência das plantas de maior diâmetro de estipe, além de mais emissão de folhas, raízes novas e maior número de perfilhos. Folhas novas foram verificadas nas CDE 2 e 3 (quatro meses) e nas CDE 2, 3 e 4 (aos oito meses). Portanto, houve elevada sobrevivência e emissão de estruturas vegetativas, principalmente nas plantas com maior CDE.

Palavras-chave: conservação, áreas de restauração/recuperação/reabilitação, outros (propagação assexuada).

Collect of plants *in situ* and conditioning of *Butia lallemantii* seedlings

## Abstract

The objective of this work was to evaluate the viability of *Butia lallemantii* seedlings collected *in situ* and later survival in sandstone area. Seedlings were collected in Alegrete-RS, classified into four classes of stipe diameter (CDE) and transplanted to soil-based substrate, animal waste and rice husk. The evaluations were at four and eight months

(survival, leaf and radicular aspect), after transplanting. A completely randomized design with at least 50 plants per class was used. The results evidenced a higher survival of the plants of larger diameter of stipe, in addition to more leaf emission, new roots and a greater number of tillers. New leaves were verified in CDE 2 and 3 (four months) and in CDE 2, 3 and 4 (at eight months). Therefore, there was high survival and emission of vegetative structures, especially in plants with higher CDE.

Keywords: conservation, restoration/rehabilitation areas, others (asexual propagation).

## Introdução

O gênero *Butia* (Becc.) Becc. pertence à família *Arecaceae* e é representado por 20 espécies, das quais 19 ocorrem no Brasil e 11 são endêmicas. Sua distribuição geográfica abrange desde a Bahia até o Rio Grande do Sul (RS), com exceção do Espírito Santo e Rio de Janeiro (Leitman et al., 2015). Na região sul do Brasil, as espécies deste gênero são conhecidas popularmente como butiazeiros, sendo os frutos bastante apreciados para consumo *in natura*, produção de licores e doces, e aproveitamento das fibras para produção de papel reciclado (Büttow et al., 2009). Suas folhas também são utilizadas no artesanato (Geymonat & Rocha, 2009).

Entretanto, algumas espécies deste gênero encontram-se em declínio populacional no RS, desaparecendo paulatinamente da paisagem em virtude da ocupação das áreas pela pecuária extensiva e expansão das lavouras (Soares & Witeck, 2009). A ocorrência dessas espécies no Rio Grande do Sul, especialmente no Bioma Pampa, evidencia sua adaptação a ambientes do tipo campestre ou de áreas abertas, onde se destaca o *Butia lallemantii* (Soares et al., 2014), o qual é conhecido popularmente como butiá-anão ou butiazeiro-anão. É um elemento conspícuo nos campos arenosos do oeste e sudoeste gaúcho, com maior abundância nas

elevações areníticas dos municípios de Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis (Deble & Marchiori, 2006).

De acordo com Soares et al. (2014), *B. lallemantii* apresenta características morfológicas típicas de plantas com menor porte em relação às demais espécies do gênero *Butia*, podendo chegar até 1,0 m de altura, denotando hábito cespitoso e estipes subterrâneas. A frutificação ocorre durante todo o ano, sendo mais abundante no verão (Soares et al., 2014). Além disso, a espécie encontra-se na Lista de Espécies Ameaçadas do RS, visto que sofre com a expansão das lavouras de soja e monocultura de árvores exóticas (Soares et al., 2014; SEMA, 2014), necessitando de atenção em razão de suas características relevantes para exploração, recuperação de áreas degradadas e por fornecer alimento para a fauna local.

A maioria das espécies de palmeiras podem ser propagadas por meio da semeadura direta, no entanto, a desuniformidade, o longo período e o baixo poder germinativo das sementes têm causado limitações na sua propagação (Corder & Saldanha, 2006; Filho et al., 2007). Uma alternativa é o método de propagação assexuada, por meio da utilização de estruturas vegetativas da planta (Filho et al., 2007). Aliado a isto, há uma carência de estudos relacionados ao manejo para o cultivo destas espécies (Luz et al., 2011), principalmente no que diz respeito à seleção de materiais adequados ao seu cultivo (Lima et al., 2006). A obtenção de mudas de qualidade superior para seu desenvolvimento a campo é alcançada com a utilização de técnicas adequadas, dentre as quais algumas são baseadas nas propriedades dos substratos (Silva et al., 2014; Navroski et al., 2015).

Paim & Paim (2016) obtiveram elevada mortalidade (60 %) de mudas de *B. lallemantii* quando estas foram transplantadas diretamente para campo em área com arenização. Portanto, há necessidade de estudos visando o condicionamento de mudas de *B. lallemantii*, a fim de favorecer a sobrevivência das plantas e o incremento vegetativo após o plantio a campo. Diante da carência de informações sobre os aspectos de produção e desenvolvimento

de mudas de *B. lallemantii*, que apresenta potenciais características para recuperação de áreas degradadas por arenização, este estudo objetivou avaliar a sobrevivência e desenvolvimento de mudas coletadas em população *in situ*, para posterior transplante a campo em área arenizada.

### Material e Métodos

O presente estudo iniciou com a coleta das mudas de *B. lallemantii* na Fazenda Três Nascentes, situada no município de Alegrete/RS (29°53' - 16.24"S e 55°22' - 54.78"W), em maio de 2015 (Figura 1A). A região é caracterizada, de acordo com a classificação de Köppen, por um clima da classe *Cfa*, subtropical mesotérmico, com precipitação pluvial em torno de 1.400 mm anuais e cerca de 600 m de altitude. O clima caracteriza-se por um período com geadas, de maio a agosto, e outro com calor intenso, com temperaturas superiores a 22 °C, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro (Moreno, 1961).

Foram extraídas seis touceiras de plantas de *Butia lallemantii*, com diâmetro médio de 1,0 m cada, sendo essas situadas em uma população com densidade média de 40 touceiras por hectare. Para o arranquio das touceiras, removeu-se o solo cuidadosamente a uma distância de 30 a 50 cm ao redor das touceiras, a fim de evitar danos às mudas. Após separadas todas as plantas de cada touceira, procedeu-se a poda das folhas e raízes (Figura 1B), deixando-se cerca de 5 cm de comprimento das raízes e 25 cm de comprimento da parte aérea. Após, realizou-se a separação e contagem de todos os indivíduos coletados de cada touceira e conforme o número de mudas obtidas classificou-se em quatro classes de diâmetro do estipe (classe 1: menores de 4,2 cm; classe 2: 4,21 a 6,4 cm; classe 3: 6,41 a 9 cm; e classe 4: acima de 9 cm) (Figura 2A, B, C e D), as quais foram determinadas de acordo com a distribuição de diâmetros encontrados para as mudas.

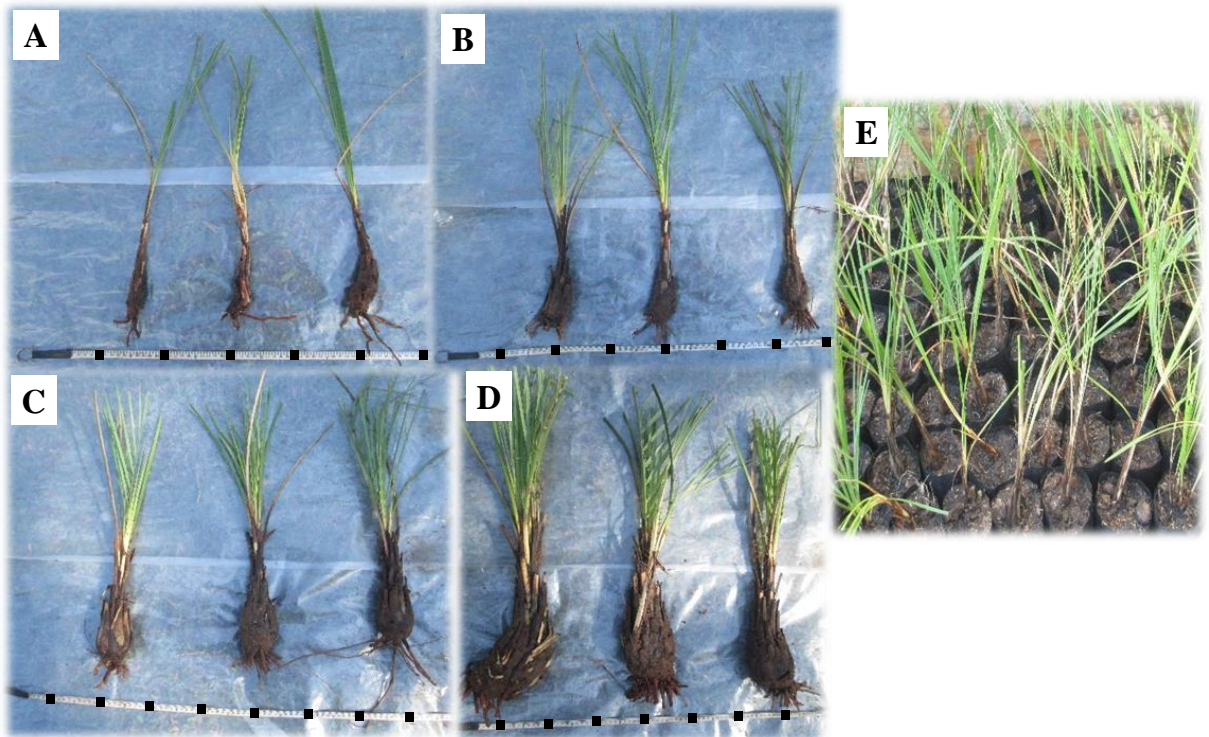


Após a limpeza, poda e classificação, as mudas foram dispostas em sacos de polietileno preto com capacidade de 2 L, os quais foram preenchidos com um substrato composto pela mistura de solo arenizado (Neossolo Quartzarênico), esterco bovino, casca de arroz *in natura* e cinza de casca de arroz (1:1:1:1, v/v/v/v) (Figura 2E), o qual foi submetido à análise no Laboratório de Substratos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS (Tabela 1). O solo arenizado e o esterco bovino foram adquiridos em uma propriedade próxima ao local de coleta, a qual dispõe de uma área em processo arenização. As plantas foram mantidas sob condição de sombreamento no período da manhã e insolação direta à tarde, com duas irrigações semanais e, quando necessário, remoção de plantas daninhas.



**Figura 1.** Coleta das mudas de *B. lallemantii* no município de Alegrete/RS (A) e muda com tamanho de 30 cm, após o processo de poda de folhas e raízes, deixando-se 25 cm e 5 cm, respectivamente (B).

**Figure 1.** Collection of *B. lallemantii* seedlings in Alegrete/RS (A) and seedlings with a size of 30 cm, after the pruning process of leaves and roots, leaving 25 cm and 5 cm, respectively (B).



**Figura 2.** Classificação das mudas em quatro classes de diâmetro, classe 1: menor de 4,2 cm (A), classe 2: 4,21 a 6,4 cm (B), classe 3: 6,4 a 9 cm (C) e classe 4: acima de 9 cm (D) e o condicionamento das mudas em sacos de polietileno com substrato (solo arenizado + esterco bovino + casca de arroz *in natura* + cinza de casca de arroz) (E).

**Figure 2.** Classification of seedlings in four classes of diameter, class 1: less than 4.2 cm (A), class 2: 4.21 to 6.4 cm (B), class 3: 6.4 to 9 cm (C) and class 4: above 9 cm (D) and the conditioning of the seedlings in polyethylene bags with substrate (sandy soil + bovine manure + fresh rice husk + rice hull ash) (E).

**Tabela 1.** Propriedades físicas e químicas do substrato composto por solo arenizado (Neossolo Quartzarênico), esterco bovino, casca de arroz *in natura* e cinza da casca de arroz (1:1:1:1, v/v/v/v).

**Table 1.** Physical and chemical properties of the substrate composed of sandstone (Quartzarenic Neosol), bovine manure, *in natura* husk and rice hull ash (1:1:1:1, v/v/v/v).

<b>Propriedades físico-químicas</b>	<b>Composição substrato</b>
pH (H <sub>2</sub> O)	6,83
CE (mS cm <sup>-1</sup> )	0,19
DU (kg m <sup>-3</sup> )	799,60
DS (kg m <sup>-3</sup> )	650,08
UA (%)	19,05
PT (%)	79,07
EA (%)	19,93
AFD (%)	27,05
AT (%)	0,5
AR (%)	31,58
CRA 10 (%)	59,13
CRA 50 (%)	32,08
CRA 100 (%)	31,58

pH = potencial hidrogeniônico, determinado em água 1:5 (v/v); CE = condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v); DU = densidade úmida; DS = densidade seca; UA = umidade atual; PT = porosidade total; EA = espaço de aeração; AFD = água facilmente disponível; AT = água tamponante; AR = água remanescente; CRA 10, 50 e 100 = capacidade de retenção de água sob sucção de 10, 50 e 100 cm de coluna de água determinado em base volumétrica (v/v).

As avaliações foram realizadas nos meses de agosto e dezembro de 2015, respectivamente, aos quatro e oito meses após a coleta e transplante, para as variáveis de percentual de sobrevivência, aspecto das folhas (verdes, novas ou secas) e do sistema radicular (raízes novas ou em decomposição), para as quatro classes de diâmetro do estipe. Sendo que, aos oito meses, foram avaliadas apenas a sobrevivência, número de perfilhos por muda, além de folhas e raízes novas.

Na primeira avaliação (quatro meses) foram selecionadas, aleatoriamente, 10 plantas por classe de diâmetro do estipe para avaliação do aspecto das folhas (novas, maduras e secas) e o sistema radicular. Na avaliação final (oito meses) foram analisadas 131 plantas da classe 1, 83 da classe 2, 63 plantas da classe 3 e 50 plantas da classe 4, considerando as variáveis: sobrevivência, número total de perfilhos, de folhas novas e de raízes novas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, cujos tratamentos avaliados foram as classes de diâmetro do estipe das plantas (classe 1: menores de 4,2 cm; classe 2: 4,21 a 6,4 cm; classe 3: 6,41 a 9 cm; e classe 4: acima de 9 cm). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Bartlett's e, depois de atendidos os pressupostos da análise de variância, foram submetidos à ANOVA, seguido de comparação de médias pelo teste DMS (Diferença mínima significativa). Os dados de folhas maduras, folhas secas e raízes em decomposição não atenderam aos pressupostos da ANOVA, sendo transformados para  $\sqrt{x+0,1}$  (Equação 1), e os dois últimos fatores para  $\arcsen \sqrt{\frac{x}{10}}$  (Equação 2). Além disso, as variáveis referentes ao número de perfilhos, raízes novas e folhas novas não atenderam aos pressupostos da ANOVA, mesmo após transformação de dados, e por isso foram submetidas à análise de variância não paramétrica pelo teste de Kruskal-Wallis, com posterior comparação de médias pelo teste de Dunn's com o uso do *software* SigmaPlot 11.0.

## Resultados e Discussão

Aspectos relacionados às plantas e população de *B. lallemantii* estudada

A espécie *B. lallemantii* caracteriza-se pela baixa estatura dos indivíduos, presença de folhas pinadas e estipe cespitoso, formando touceiras devido à emissão de perfilhos, em que as touceiras são características importantes pela sustentação e capacidade nutricional (Soares et al., 2014; Nair, 2010). Foram contabilizadas, em média, 65 plantas em cada touceira,

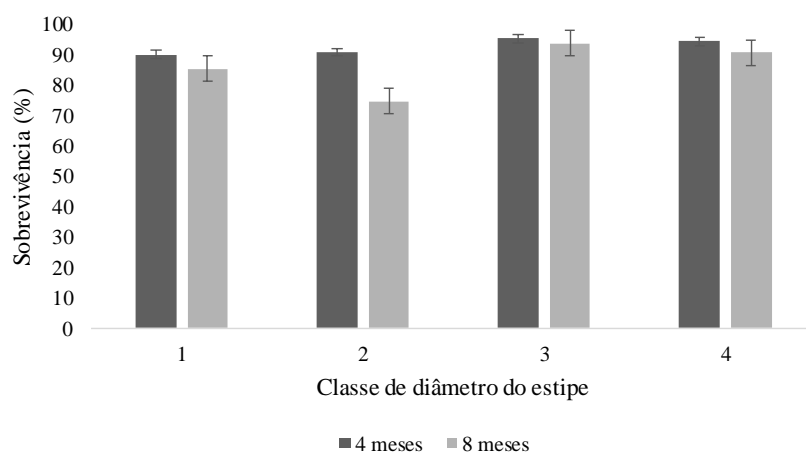
totalizando 386 mudas. A classe de diâmetro 1 de estipe apresentou número superior de plantas (39,7 %), seguido pela classe 2 (28,7 %) e pelas classes 3 e 4 com 17,4 % e 14,2 %, respectivamente. Observou-se ainda, que as plantas de menor diâmetro do estipe localizam-se na periferia das touceiras e quanto mais próximas do centro, maior o diâmetro das mudas. Em algumas plantas verificaram-se sinais de frutificações (raques secas e ainda aderidas às plantas). Isso comprova que as plantas seguem ativas e em crescimento, mesmo após a emissão de perfilhos e/ou frutificação. Ao contrário da maioria das espécies do gênero, *B. lallemantii* produz infrutescências com reduzido número de frutos, devido ao menor número de ráquulas na sua inflorescência, variando de 10 a 38 (Soares et al., 2014). Essa característica pode estar relacionada com a necessidade de reservas para a emissão de perfilhos, visto que é uma interessante estratégia evolutiva da espécie, favorecendo a sua perpetuação, e sendo a principal característica que a diferencia da maioria das espécies de palmeiras, as quais propagam-se via sementes (Lorenzi et al., 2010).

Com base nas características verificadas nas touceiras e nas plantas, há um indício de que sua formação inicia a partir de uma muda oriunda de semente, a qual provavelmente foi dispersa por animais. E que esta, ao atingir a idade adulta, passa a produzir frutos e emite perfilhos, aumentando gradativamente o número de plantas e, conseqüentemente, a área ocupada pelas touceiras.

#### Análise da sobrevivência das mudas em recipientes

Observou-se considerável sobrevivência nos dois períodos de avaliação, nas classes 3 e 4, ou seja, as plantas com maior diâmetro do estipe (Figura 1). O uso da casca de arroz na formulação do substrato, pode ter favorecido na sobrevivência das mudas em recipiente, pois apresenta características de alta capacidade de drenagem, pH levemente alcalino e teor adequado dos macronutrientes K e Ca, os quais são essenciais para o desenvolvimento das plantas (Saidelles et al., 2009). Do mesmo modo que, Paim & Paim (2016) também

verificaram superior sobrevivência da espécie de *B. lallemantii* a campo em área arenizada, por meio da utilização de mudas com raiz nua e elevado diâmetro de estipe, com a aplicação de materiais como casca de arroz carbonizada e esterco bovino curtido, diretamente na cova das plantas.



**Figura 3.** Porcentagem de sobrevivência das mudas de *B. lallemantii*, após o período de quatro e oito meses de permanência em mistura de substrato (solo arenizado, esterco bovino, casca de arroz *in natura* e cinza de casca de arroz), de acordo com as classes de diâmetro do estipe (classe 1: menores de 4,2 cm; classe 2: 4,21 a 6,4 cm; classe 3: 6,41 a 9 cm; e classe 4: acima de 9 cm).

**Figure 3.** Percentage of survival of *B. lallemantii* seedlings, after four and eight months of residence in a substrate mix (sandstone, bovine manure, *in natura* husk and rice husk ash), according to (Class 1: less than 4.2 cm, class 2: 4.21 to 6.4 cm, class 3: 6.41 to 9 cm, and class 4: more than 9 cm).

Um substrato ideal deve apresentar de 20 a 30 % de espaço de aeração, 80 a 90 % de porosidade total e 20 a 30 % de água facilmente disponível (De Boot & Verdonck, 1972; Kämpf, 2005; Cadahia, 1998). A formulação do substrato utilizado apresentou valores de espaço de aeração e porosidade total próximo aos ideais: 19,93 % e 79,07 %,

respectivamente. Não obstante, a água facilmente disponível mostrou-se dentro do adequado (27,05 %) (Tabela 1). Estes dados apresentam-se como de elevada importância, devido à escassez de estudos sobre o uso de substratos adequados para o cultivo de palmeiras, dificultando o avanço do conhecimento para a produção destas mudas (Luz et al., 2011; Brahm et al., 2013).

Nesse sentido, as mudas com características de maior diâmetro de estipe, aliado à utilização de materiais orgânicos na composição do substrato, são fatores importante a serem considerados para a propagação de espécies de palmeiras (Paim & Paim, 2016). Estes autores encontraram no seu segundo estudo, relativa sobrevivência e adaptação das mudas de *B. lallemantii* em área arenizada, quando utilizado, no momento do plantio a campo, os materiais casca de arroz carbonizada e esterco bovino curtido em associação ao elevado porte do estipe, ao contrário do primeiro estudo realizado com mudas de menor porte de estipe e a incorporação de restos vegetais do local de origem.

#### Avaliação do aspecto das folhas

O maior número de folhas novas foi verificado nas plantas com estipe de menor diâmetro (classes 3 e 2), as quais apresentaram perfilhos em até quatro meses (Tabela 2). Supostamente, as plantas mais jovens, com menor diâmetro do estipe e reduzida disponibilidade de reservas nutricionais, necessitam emitir maior número de folhas novas para compensar a demanda de fotoassimilados para sua sobrevivência. Visto que, esse incremento de folhas novas é muito importante, porque a espécie em estudo pode ser encontrada em locais com baixos teores nutricionais e ausência de estruturação de partículas em solos arenosos, prejudicando principalmente o desenvolvimento das mudas de menor porte.

A variável número de folhas maduras, aos quatro meses, apresentou número elevado na classe 4, cujas plantas apresentavam maior diâmetro do estipe (Tabela 2). O estipe tem

grande importância para as espécies de palmeiras, pois acumula reservas na sua base e atua na condução de água e nutrientes, além de permitir a fixação da planta, elevando a capacidade de tolerância à ação de ventos fortes (Salm, 2005; Nair, 2010). Desta maneira, as plantas com maior diâmetro do estipe foram privilegiadas com elevada disponibilidade de reservas nutricionais, favorecendo, dessa forma, a permanência de folhas maduras na coloração verde por longo período. Do mesmo modo, a espécie *Bactris gasipaes* (Kunth), palmeira típica de solos com baixa fertilidade, apresentou desenvolvimento vegetativo favorável em função das características do seu estipe e perfilhos (Flores & Yuyama, 2007).

**Tabela 2.** Aspecto foliar de mudas de *B. lallemantii*, conforme o número de folhas novas (FN), folhas maduras (FM) e folhas secas (FS) para o período de quatro meses, e número total de folhas novas (NtFN) e de perfilhos (NtPF), após o período de oito meses de permanência em substrato, em função das classes de diâmetro do estipe.

**Table 2.** Leaf appearance of *B. lallemantii* seedlings, according to the number of new leaves (FN), mature leaves (FM) and dry leaves (FS) for the period of four months, and total number of new leaves (NtFN) and Of tillers (NtPF), after the period of eight months of residence in substrate, according to the classes of diameter of the stipe.

Classes DE	4 meses			8 meses	
	FN	FM	FS	NtFN	NtPF
C1	4,9 bc*	0,53 b*	0,53 <sup>ns</sup>	0,17 b*	0,02 bc*
C2	6,2 ab	0,90 a	0,52	0,77 a	0,15 b
C3	7,5 a	0,83 ab	0,54	0,81 a	0,28 ab
C4	4,1 c	1,13 a	0,62	0,82 a	0,50 a
CV (%)	38,05	44,16	22,31	**	**

<sup>ns</sup>= não significativo a 5% de probabilidade; Classes DE = classes de diâmetro do estipe; C1 = classe 1 (menor que 4,2 cm); C2 = classe 2 (4,21 a 6,4 cm); C3 = classe 3 (6,41 a 9 cm); C4 = classe 4 (maior que 9 cm); CV= coeficiente de variação; \*médias seguidas pela mesma



letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste DMS a 5% de probabilidade de erro; \*\*Teste de Krukall-Wallis para análise de variância não paramétrica.

Os resultados referentes ao número de folhas secas por planta não apresentaram diferença significativa entre as classes de diâmetro do estipe (Tabela 2), o que sugere que a morte dessas folhas está relacionada com a sua senescência natural.

O esterco bovino utilizado na composição do substrato pode ter beneficiado a formação de perfilhos e folhas novas nas plantas de *B. lallemantii* ao longo dos oito meses de avaliação, expressando resultados satisfatórios para as classes com maior diâmetro de estipe (Tabela 2). No desenvolvimento de mudas que permanecem por longo período em recipientes, a fração orgânica do substrato possibilita maior retenção de umidade e fornecimento de nutrientes devido à mineralização desse material (Cunha et al., 2006; Costa et al., 2007). Corroborando essas informações, Luz et al. (2011) obtiveram resultados satisfatórios ao utilizar substrato composto por esterco bovino em mudas de *Rhapis excelsa* (Thunb.) A. Henry ex Rehder. Da mesma forma, para a espécie *Euterpe edulis* Martius, o esterco bovino mostrou ser um material orgânico adequado para o desenvolvimento das mudas (Filho et al., 2007). No entanto, há necessidade de maior atenção com o uso de dejetos animais como componente de substrato devido à instabilidade química e física que podem afetar negativamente as mudas. Apesar disso, a composição do substrato foi positiva em relação ao uso de compostos orgânicos, devido à reduzida condutividade elétrica ( $0,19 \text{ mS cm}^{-1}$ ) (Tabela 1), pois a faixa ideal de condutividade elétrica para a maioria das culturas situa-se entre  $0,36$  e  $0,65 \text{ mS cm}^{-1}$  (Cavins et al., 2000).

#### Avaliação do sistema radicular das mudas

Aos quatro meses após o transplante, verificou-se variâncias significativas entre as classes de diâmetro de estipe para as variáveis: número de raízes novas e número de raízes em decomposição, tendo sido superior a média das plantas com diâmetro da classe 4. Esses

dados estão de acordo com estudo realizado por Tracz et al. (2009), os quais observaram a presença de raízes em estado de decomposição para *Bactris gasipaes* (Kunth), proporcionando condições favoráveis para a formação de novas raízes. De acordo com o tamanho, as plantas possuem tendência de acumular maior quantidade de reservas nutricionais, o que na maioria das vezes, está relacionado com a idade das mudas (Fernandes et al., 2013). Essas informações corroboram o que foi observado em relação às respostas superiores para as mudas *B. lallemantii* da classe de maior diâmetro.

Os resultados referentes à presença de raízes novas neste estudo, no período de oito meses após o transplântio, não indicaram diferença significativa entre as classes de diâmetro do estipe, ou seja, houve emissão de novas raízes, independente do diâmetro do estipe (Tabela 3).

**Tabela 3.** Dados do sistema radicular de mudas de *B. lallemantii*, conforme número de raízes novas (RN), de raízes em decomposição (RD) por planta, após quatro e oito meses de permanência em substrato, de acordo com as classes de diâmetro do estipe.

**Table 3.** Root system data of *B. lallemantii* seedlings, according to number of new roots (RN), roots of rotting (RD) per plant, after four and eight months of substrate stay, according to diameter classes of the stipe.

Classes DE	4 meses		8 meses
	RN	RD	RN
C1	1,7 b*	0,42 b*	0,02 <sup>ns</sup>
C2	3,3 ab	0,42 b	0,06
C3	1,4 b	0,48 b	0,10
C4	4,9 a	0,94 a	0,11
CV (%)	76,36	49,39	**

<sup>ns</sup>= não significativo a 5% de probabilidade; Classes DE = classes de diâmetro do estipe;

C1 = classe 1 (menor que 4,2 cm); C2 = classe 2 (4,21 a 6,4 cm); C3 = classe 3 (6,41 a 9

cm); C4 = classe 4 (maior que 9 cm); CV= coeficiente de variação; \*médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste DMS a 5% de probabilidade de erro; \*\*Teste de Krukall-Wallis para análise de variância não paramétrica.

Na produção de mudas, um dos obstáculos é compatibilizar o adequado crescimento e a alta produção das plantas em recipientes com volume de substrato limitado (Oliveira et al., 2008). Neste contexto, a escolha de componentes com propriedades físicas e químicas adequadas, de baixo custo e fácil disponibilidade, são aspectos importantes para a composição do substrato (Lima et al., 2010).

Mesmo com potencial para consumo como alimento e possibilidade de outros usos, muitas espécies do gênero *Butia* são ainda desconhecidas, o que em grande parte se deve à escassez de informações científicas sobre o assunto. Portanto, verifica-se a importância de trabalhos com resgate de espécies *in situ* e o domínio do conhecimento para o seu cultivo, a fim de subsidiar a produção de mudas para difundir o uso dessas espécies e, ao mesmo tempo, auxiliar na conservação dos recursos genéticos.

Neste contexto, salienta-se o potencial do *B. lallemantii*, cuja descrição botânica é bastante recente (Deble & Marchiori, 2006) e é uma espécie endêmica do Bioma Pampa com potenciais ainda não explorados. Dessa forma, as informações sobre a sua propagação, na forma de divisão de touceiras e as técnicas adequadas (limpeza, poda e classificação do tamanho de estipe) após a sua coleta, são de extrema importância para orientar na formação e condução de suas mudas. Sendo que, as mudas com maior diâmetro de estipe têm vigorosa formação e capacidade para o transplântio diretamente a campo, no entanto, as plantas de menor estipe necessitam do cultivo em recipiente até atingirem tamanho adequado para condução ao campo. Assim como, Paim & Paim (2016), citam uma viabilidade do condicionamento das mudas recém coletadas para posterior plantio a campo, proporcionando

superior sobrevivência para as plantas com maior diâmetro do estipe, já que o plantio direto não foi satisfatório.

### Conclusões

O condicionamento de plantas de *B. lallemantii* em recipientes mostrou-se viável devido à elevada sobrevivência, sendo verificada emissão de estruturas vegetativas, principalmente nas plantas com estipe de maior diâmetro.

A espécie de *B. lallemantii* pode ser propagada via divisão de touceiras, utilizando-se técnicas de preparação (limpeza, poda e classificação do tamanho de estipe) após a sua coleta, para posteriormente as mudas serem conduzidas ao transplântio a campo em área arenizada.

### Referências Bibliográficas

Brahm RU, Medeiros CAB, Cardoso JH, Reisser C. Avaliação do efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de *Euterpe Edulis* (Mart.) e *Roystonea regia* (Kunth). Revista Brasileira de Agroecologia, 2013; 8 (2): 148-160.

Büttow MV, Barbieri RL, Neitzke RS, Heiden G. Conhecimento tradicional associado ao uso de Butiás (*Butia* spp., Arecaceae) no Sul do Brasil. Revista Brasileira Fruticultura, 2009; 31 (4):1069-1075.

Cadahia C. Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentales. Madrid: Mundi-Prensa; 1998.

Cavins TJ, Whipker BE, Fonteno WC, Harden B, Mccall I, Gibson JL. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru Extraction Method. Horticulture Information Leaflet 590, New 7/2000. Raleigh: North Caroline State University; 2000.

Corder MPM, Saldanha CW. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progêneses de *Euterpe edulis* Mart. Revista Árvore, 2006; 30 (5): 693-699.

Costa CA, Ramos SJ, Sampaio RA, Guilherme DO, Fernandes LA. Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. Revista Brasileira de Horticultura, 2007; 25 (3): 387-391.

Cunha AM, Cunha GM, Sarmiento RA, Cunha GM, Amaral JFT. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. Revista Árvore, 2006; 30 (2): 207-214.

Deble LP, Marchiori JNC. *Butia lallemantii*, uma nova Arecaceae do Brasil. *Balduinia*, 2006; (9): 1-3.

De Boot M, Verdonck O. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulture*, 1972; (26): 37-44.

Fermino MH. Substratos: composição, caracterização e métodos de análise. Guaíba: Agrolivros; 2014.

Fernandes AR, Matos GSB, Carvalho JG. Deficiências nutricionais de macronutrientes e sódio em mudas de pupunheira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 2013; 35 (4): 1178-1189.

Filho SM, Ferreira A, Andrade BS, Rangel RM, Silva MS. Diferentes substratos afetando o desenvolvimento de mudas de palmeiras. *Revista Ceres*, 2007; 54 (311): 80-86.

Flores WBC, Yuyama K. Adubação orgânica e mineral para a produção de palmito da pupunheira na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 2007; 37 (4): 483-490.

Fundação Zoobotânica do RS. Lista da Flora Gaúcha Ameaçada de Extinção. [cited 2014 dez. 8]. Available from: [http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/4809/?Homologada\\_a\\_nova\\_Lista\\_da\\_Flora\\_G](http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/4809/?Homologada_a_nova_Lista_da_Flora_G)

Geymonat G, Rocha N. m'Butia: Ecosistema único en el mundo. Castillos, Rocha, Uruguay: Casa Ambiental; 2009.

Kämpf AN. Produção comercial de plantas ornamentais. Guaíba: Agrolivros; 2005.

Klein VA, Câmara RK, Simon MA, Dias ST. Casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato. In: Furlani AMC. (Org.). Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. (Documentos IAC, 70), Campinas: Instituto Agrônômico; 2002.

Leitman P, Soares K, Henderson A, Noblick L, Martins RC. Arecaceae in lista de espécies da flora do Brasil. [cited 2015 nov. 5]. Available from: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15703>

Lima RLS, Severino LS, Pereira WE, Lucena AMA, Gheyi HR, Arriel NHC. Comprimento das estacas e parte do ramo para formação de mudas de pinhão-manso. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, 2010; 14 (11): 1234-1239.

Lima RLS, Severino LS, Silva MIL, Vale LS, Beltrão NEM. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 2006; 30 (3): 480-486.

Lorenzi H, Noblick LR, Kahn F, Ferreira E. *Flora Brasileira Lorenzi: Arecaceae (Palmeiras)*. 1<sup>st</sup> ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum; 2010.

Luz PB, Paiva PDO, Tavares AR, Kanashiro S, Aguiar FF. Efeito de diferentes substratos e adubação fosfatada no crescimento de mudas de *Rhapis excelsa* (Thunb.) A. Henry ex Rehder (Palmeira-ráfia). *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 2011; 17 (1): 37-42.

Minami K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf; 1995.

Moreno, JA. Clima do Rio Grande Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia; 1961.

Nair KPP. The agronomy and economy of important three crops of the developing world. 1a ed. San Diego: Elsevier Science & Technology Books, 2010.

Navroski MC, Araujo MM, Reiniger LRS, Muniz MFB, Pereira MO. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. Floresta, 2015; (45): 315 - 328.

Oliveira AB, Hernandez FFF, Junior RNA. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. Revista Ciência Agronômica, 2008; 39 (1): 39-44.

Paim LP, Paim MP. Uso de mudas de *Butia lallemantii* (Deble & Marchiori) para recuperar áreas degradadas por arenização no município de Alegrete-RS. Revista Congrega, 2016; 13: 984-994.

Puchalski LEA, Kämpf AN. Efeito da altura do recipiente sobre a produção de mudas de *Hibiscus rosa sinensis* L. em plugs. In: Kämpf NA, Fermino MH. (Eds.). Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Genesis, 2000; 209-215.

Saidelles FLF, Caldeira MVW, Schirmer WN, Sperandio HV. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. Semina: Ciências Agrárias, 2009; 30 (1): 1173 – 1186.

Salm R. The importance of forest disturbance for the recruitment of the large arborescent palm *Attalea maripa* in a seasonally-dry Amazonian forest. Biota Neotropica, 2005; 5 (1): 35 - 41.

Schwartz E, Fachinello JC, Barbieri RL, Silva JB. Avaliação de populações de *Butia capitata* de Santa Vitória do Palmar. Revista Brasileira de Fruticultura, 2010; 32 (3): 736-745.

Silva RF, Eitelwein MT, Cherubin MR, Fabbris C, Weirich S, Pinheiro RR. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. Ciência Florestal, 2014; 24 (3): 609 - 616.

Soares K, Witeck L. Ocorrência de *Butia capitata* e outras espécies do gênero *Butia* na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. In: GEYMONAT, G; ROCHA, N (Eds.) *M'botiá: Ecosistema único en el mundo*. Castillos, Rocha, Uruguay: Casa Ambiental. 2009; 37-41.

Soares KP, Longhi SJ, Neto LW, Assis LC. Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Rodriguésia, 2014; 65 (1): 113-139.

Tracz AL, Wendling I, Filho ANK, Santos AF, Quoirin MGG. Enraizamento de Perfilhos de Pupunheira (*Bactris gasipaes*). Pesquisa Florestal Brasileira, 2009; (58): 69-75.

## **5 CAPÍTULO 2**

### **Estabelecimento de mudas de *Butia lallemantii* Deble & Marchiori em área arenizada**

(manuscrito formatado segundo normas da Revista Ceres)

## ESTABELECIMENTO DE MUDAS DE *Butia lallemantii* Deble & Marchiori EM ÁREA ARENIZADA

**RESUMO:** No estado do RS há uma paisagem campestre constituída por extensas áreas arenizadas onde a espécie de *Butia lallemantii* apresenta características importantes para sua recuperação. O estudo objetivou avaliar a sobrevivência e o comportamento de mudas de *B. lallemantii*, mediante adubação mineral (N-P-K) e uso de polímero hidroretentor (hidrogel), além de monitorar o deslocamento de partículas de areia próximo às mudas na área arenizada. Mudas coletadas em Alegrete/RS (maio de 2015) foram classificadas conforme a classe do diâmetro do estipe (CDE) e mantidas em substrato (solo, dejetos de animais e casca de arroz), durante oito meses. Posteriormente, no transplante a campo, foram aleatorizadas cinco doses de NPK (proporção 2-1-3) (0, 30, 60, 90 e 120 g/planta) e uso ou não do hidrogel. Régua graduada foram posicionadas na área para leituras periódicas do deslocamento da areia. As avaliações foram mensais durante 300 dias, para as variáveis: sobrevivência, aspecto foliar e deslocamento de areia. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, onde 300 mudas foram organizadas em três blocos, sendo 100 mudas cada (bloco 1 a CDE 3, bloco 2 a CDE 2 e bloco 3 a CDE 1), usando-se como fator de bloqueamento a CDE. Os resultados evidenciaram maior sobrevivência, presença de folhas vivas e deslocamento médio de areia na primavera, para o bloco 1. Portanto, plantas mais desenvolvidas, com maior diâmetro de estipe, apresentam maior potencial para uso, principalmente pela maior taxa de sobrevivência. A estação da primavera demonstra maior intensidade de areia.

Palavras-chave: arenização, recuperação de áreas, espécie nativa, Bioma Pampa.



## **Establishment of *Butia lallemantii* Deble & Marchiori moves in arenized area**

**ABSTRACT:** In the state of RS there is a campestal landscape composed of extensive sandy areas where the *Butia lallemantii* species presents important characteristics for its recovery. The objective of this study was to evaluate the survival and behavior of *B. lallemantii* seedlings, using mineral fertilization (N-P-K) and the use of hydroretent polymer (hydrogel), as well as to monitor the displacement of sand particles near the sandstones. Seedlings collected in Alegrete/RS (May, 2015) were classified according to the class of stipe diameter (CDE) and maintained in substrate (soil, animal waste and rice husk) for eight months. Subsequently, five doses of NPK (ratio 2-1-3) (0, 30, 60, 90 and 120 g/plant) and use of the hydrogel were randomly assigned to the field transplant. Graduated rulers were positioned in the area for periodic readings of sand displacement. The evaluations were monthly for 300 days, for the variables: survival, leaf appearance and sand displacement. A completely randomized design was used, where 300 seedlings were organized in three blocks, 100 seedlings each (block 1 to CDE 3, block 2 to CDE 2 and block 3 to CDE 1), using as a blocking factor the CDE. The results showed higher survival, presence of live leaves and average sand displacement in spring, for block 1. Therefore, more developed plants with larger stem diameter present greater potential for use, mainly due to the higher survival rate. The spring season shows more sand intensity.

Keywords: arenização, area recovery, native species, Pampa biome.

## INTRODUÇÃO

No estado do Rio Grande do Sul (RS), o Bioma Pampa engloba a metade Sul (Boldrini et al., 2010), abrangendo 63 % do território e inúmeras áreas para o desenvolvimento da pecuária extensiva (Pillar et al., 2009). No entanto, nesse Bioma, a sudoeste do estado do RS, evidencia-se uma paisagem campestre com formação de amplas áreas arenosas, caracterizadas como um fenômeno de arenização, sendo intensificado por ações antrópicas e fatores edafoclimáticos da região (Suertegaray, 1998).

Esses locais são conhecidos regionalmente como areais, apresentando perda da cobertura vegetal pela intensa ação de processos erosivos hídricos e eólicos, principalmente o eólico, em que o deslocamento de partículas de areia ocasiona um efeito abrasivo e soterramento das plantas, conseqüentemente, exposição do solo arenoso (Ab'saber, 1995; Rovedder et al., 2010). Além disso, o solo com áreas atingidas pelo processo de arenização apresenta reduzido conteúdo de argila e de matéria orgânica, baixa fertilidade e baixo grau de agregação, sendo características relacionadas ao material geológico e aos processos de evolução das superfícies geomórficas e de retrabalhamento dos sedimentos (Klamt, 1994).

As práticas de recuperação de solos e ecossistemas degradados apresentam, como objetivo, a reconstituição da cobertura vegetal com o uso de espécies com características adaptativas e condições de manejo promissoras (D'Antonio & Meyerson, 2002). Nesse contexto, a espécie de *Butia lallemantii* apresenta características relevantes para a recuperação dessas áreas danificadas, em virtude da sua ocorrência natural e exclusiva em campos de solos arenosos e nas elevações areníticas de diversos municípios do sudoeste do RS (Soares et al., 2014; Freitas et al., 2010).

Estes mesmos autores mencionam que a frutificação da espécie ocorre durante todo o ano e citam como características morfológicas desses indivíduos, o porte baixo, as pinas estreitas, além da presença de estipe cespitoso. O hábito cespitoso dessa palmeira, formando

toceira, permite a separação das mudas como forma de propagação, quando em condições vigorosas (Paim & Paim, 2016).

Alguns recursos utilizados em plantios comerciais de espécies hortícolas e florestais têm auxiliado no estabelecimento de mudas, principalmente em regiões onde o estresse hídrico ocorre na época do plantio. Um desses recursos é o uso de polímeros com propriedades de adsorção de água e posterior liberação mediante a diminuição do potencial hídrico do ambiente, como é o caso do hidrogel (Marques & Bastos, 2010; Vale et al., 2006). Segundo Nasser et al. (2007), o hidrogel atua como um produto hidrofílico na absorção e disposição de amplas quantidades de água de forma gradativa, procedendo como uma reserva para as plantas. Além disso, de acordo com Taylor & Halfacre (1986), a aplicação de polímeros hidroretentores no transplante de mudas pode favorecer o estado nutricional das plantas, com períodos prolongados de disponibilidade de solução de nutrientes, redução do processo de lixiviação no solo, capacidade de troca de cátions do polímero e capacidade de tamponamento do pH.

Outro fator importante é o emprego da adubação, o qual está diretamente associado à qualidade das mudas, pois exerce influência marcante no sistema radicular e no estado nutricional das plantas, principalmente no caso de espécies nativas que ainda é pouco conhecido (Knapik et al., 2005; Rodrigues et al., 2010). A restrição de nutrientes tem sido um dos aspectos responsáveis pela perda de mudas e altas mortalidades das plantas por ocasião do plantio definitivo no campo, visto que os teores nutricionais têm grande interferência na qualidade das plantas e no desenvolvimento a campo, especialmente os elementos essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio (Tucci et al., 2009).

Nesse sentido, há necessidade de estudos visando o manejo de práticas eficientes na recuperação de áreas arenizadas, a fim de reduzir os efeitos negativos da baixa fertilidade e retenção de água, favorecendo a sobrevivência das plantas a campo. Diante da carência de

informações sobre os aspectos de adubação e plantas com potenciais características para recuperação de áreas arenizadas, este estudo objetivou avaliar a sobrevivência a campo e comportamento de mudas de *Butia lallemantii*, com o incremento de adubação mineral (N-P-K) e de polímero hidroretentor (hidrogel), além de monitorar o deslocamento de partículas de areia próximo às mudas na área arenizada.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Caraterização da área de estudo*

A área arenizada do estudo localiza-se na propriedade rural denominada Duas Guias, a qual está situada no município de Alegrete/RS (29°47' - 48''S e 55°24' - 20''W), com aproximadamente 94 ha, apresentando, atualmente, em torno de 19 ha impactados pelo processo de arenização. O clima da região é caracterizado como subtropical medianamente úmido a úmido, com regime de pluviosidade em torno de 1.500 a 1.800 mm anuais distribuídos em 90 a 120 dias de chuva. Além disso, a temperatura média anual evidencia uma variação entre 17 a 20 °C, sendo que a temperatura média do mês mais frio oscila entre 11 a 14 °C e a do mês mais quente varia entre 23 a 26 °C (Rossato, 2011).

A área de estudo, com aproximadamente 0,5 ha (Figura 1), apresenta declividade em torno de 3 %, a qual foi isolada com cerca elétrica para impedir a invasão pelos animais da propriedade, sendo que, o entorno é constituído por campo nativo e utilizado essencialmente, para produção extensiva de gado de corte em área de campo nativo. Em virtude da existência de algumas plantas na área de estudo, mesmo com baixa cobertura vegetal e número reduzido de espécies, buscou-se realizar um levantamento florístico das espécies herbáceas, utilizando-se o método de "caminhamento" no período de dezembro de 2015, para o conhecimento da biodiversidade do local.

### ***Estabelecimento das mudas de B. lallemantii na área de estudo***

As mudas de *B. lallemantii* foram coletadas em maio de 2015 na Fazenda Três Nascentes, localizada no município de Alegrete-RS (29°53' - 16.24"S e 55°22' - 54.78"W) próximo à área de estudo. A coleta foi efetuada em seis touceiras de plantas com diâmetro médio de 1,0 m cada, sendo essas situadas em uma população com densidade média de 40 touceiras por hectare. O procedimento de coleta foi conforme o método de Paim & Paim (2016), o qual realizou-se a remoção do solo cuidadosamente a uma distância de 30 a 50 cm ao redor das touceiras, com uso de utensílios adequados (pás de corte e enxadas), a fim de evitar danos às mudas. As raízes e folhas das mudas foram podadas, deixando-se cerca de 5 cm de comprimento das raízes e 25 cm de comprimento da parte aérea. Após, realizou-se a separação e classificação das mudas em três classes de diâmetro do estipe - CDE (classe 1: menores de 4,2 cm; classe 2: 4,21 a 6,4 cm; classe 3: 6,41 a acima de 9 cm).

Depois do procedimento de poda e classificação, as mudas de *B. lallemantii* foram mantidas durante oito meses em sacos de polietileno preto com capacidade de 2,0 L, preenchidos com substrato composto pela mistura, em partes iguais (v/v), de solo arenizado (Neossolo Quartzarênico), esterco bovino, casca de arroz *in natura* e cinza de casca de arroz (1:1:1:1, v/v/v/v). As mudas foram mantidas sob a condição de sombreamento no período da manhã e insolação direta à tarde, com duas irrigações semanais e, quando necessário, limpeza das plantas daninhas.

No momento do transplante, em dezembro de 2015, foi aleatorizada a aplicação de cinco doses do adubo granulado (formulação NPK 2-1-3) nas quantidades de 0, 30, 60, 90 e 120 g/L. Assim como, a disposição do produto gel hidrogel (*Stocksorb*), sendo os tratamentos 5 g de hidrogel por planta (CH) e sem uso de hidrogel (SH). Em todas as plantas foi realizada aplicação de 40 g de calcário dolomítico (PRNT 65 %), na superfície a cerca

de 10 cm das mudas. O espaçamento utilizado foi de 2 x 1 m, em função da ausência de informações sobre o espaçamento correto para a espécie em estudo.

Na área experimental, as mudas foram organizadas em três blocos com 200 m<sup>2</sup> cada um, nos quais transplantaram-se 100 mudas para cada bloco, totalizando-se 300 plantas. Sendo que, no bloco 1 foram transplantadas as maiores mudas da CDE, no bloco 2 as CDE 2 e no bloco 3 a CDE 1, em virtude dos processos erosivos sobre a área de estudo arenizada organizou-se as plantas de superior diâmetro estipe no local de maior incidência de erosão hídrica e eólica (bloco 1). No processo de plantio das mudas, realizou-se mediante a abertura de covas de 50 x 30 cm, sendo a muda coberta com solo até a altura do colo (Figura 2A). A disposição do hidrogel deu-se pela mistura do mesmo ao solo utilizado em contato com as raízes (Figura 2B). A aplicação do adubo e do calcário foi feita em duas pequenas covas, a cerca de 10 cm distantes de cada muda, sendo o calcário de um lado e o adubo de outro (Figura 2C). Após o plantio, cada muda foi irrigada com um litro de água (Figura 2D). No decurso do experimento, a irrigação das plantas sucedeu-se de acordo com o regime pluviométrico da região, com maior periodicidade nas estações de primavera-verão.

#### ***Monitoramento da deslocação de areia na área do estudo***

A atividade intensiva de processos erosivos na área de estudo arenizada, principalmente, a constante mobilidade de partículas de areia pela erosão eólica, justificaram o monitoramento da deslocação de areia entre as mudas *B. lallemantii* e ao entorno dos blocos. Dessa forma, foram sistematizadas cinco réguas de 110 cm de altura cada uma, em cada bloco, as quais foram introduzidas no solo arenizado até os 60 cm, para realização das leituras periódicas do nível do solo em relação ao do início do experimento (Figura 3).

### *Avaliações*

As avaliações das mudas de *B. lallemantii* foram realizadas mensalmente, de janeiro a outubro de 2016. As variáveis analisadas foram: a sobrevivência, o aspecto foliar (número de folhas vivas por planta) e a alteração do nível do solo em função da movimentação de partículas de areia. Foram consideradas sobreviventes aquelas em que o processo de erosão eólica não ocasionou a sua completa remoção do solo, visto que as mudas fora da cova foram consideradas como mortas. O aspecto foliar foi avaliado visualmente, em conformidade com a fisionomia das plantas, sendo que as plantas com folhas verdes foram consideradas com presença de folhas vivas (PFV) e as plantas sem nenhuma folha verde foram aquelas com ausência de folhas vivas (AFV).

### *Análise estatística*

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, por meio da aleatorização de cinco doses do adubo químico (NPK) e a disposição ou não do produto gel hidrogel. As mudas foram sistematizadas em três blocos, empregando-se como fator de bloqueamento o tamanho das mudas (circunferência do diâmetro do caule).

Após as avaliações, ao final de 300 dias, os dados foram submetidos a testes de normalidade e igualdade de variâncias, sendo então submetidos à análise de variância, seguido de comparação das médias, por meio do teste DMS (Diferença Mínima Significativa) e Duncan, empregando-se os recursos do *software* Costat 6.4. Além disso, os resultados obtidos ao longo do estudo foram submetidos à análise de regressão polinomial pelo *software* SigmaPlot 11.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Caracterização da área de estudo*

A área caracterizou-se por reduzida cobertura vegetal, com apenas 17 espécies, representantes de nove famílias, em que, somente duas espécies são consideradas exóticas para a região. A maioria das espécies encontradas no entorno da área de estudo são herbáceas, com cerca de sete espécies de poáceas, além disso, 15 das espécies identificadas são consideradas nativas (Tabela 1). Desse modo, essas espécies nativas merecem atenção devido às suas características de adaptabilidade e desenvolvimento sob as condições de estresse hídrico, substrato com baixa fertilidade e constante mobilidade dos sedimentos pela ação de processos erosivos no ambiente. No estado do RS, as regiões de campos apresentam vegetação com alta diversidade de espécies, as quais estão em equilíbrio com o ambiente, ou seja, adaptam-se a distintos locais, visto que, as plantas encontradas nesses habitats dispõem de uma fisiologia e morfologia com características singulares capazes de suportarem os estresses impostos pelos ambientes (Pillar et al., 2009).

### *Estabelecimento das mudas de *B. lallemantii* para a área de estudo*

A análise estatística não evidenciou diferença significativa entre os níveis de cada fator, tampouco interação entre eles. Todavia, a ANOVA demonstrou variância significativa entre os blocos para as variáveis presença de folhas vivas e sobrevivência das mudas (Tabela 2). As médias dessas variáveis foram superiores no bloco 1, com 39 e 97 % respectivamente, sendo esse bloco que apresentava as plantas mais vigorosas e com maior diâmetro de estipe (Tabela 3). O caule das palmeiras, denominado estipe, apresenta em sua composição fibras, proteínas e polissacarídeos (celulose), fornecendo a sua forma e a presença de material nutritivo, preenchendo o seu interior com açúcares e amido (Vallilo et al., 2004). Dessa forma, o acúmulo de reservas na base do estipe são de extrema importância, pois atuam na



condução de água e nutrientes para toda a planta, além disso tem a função de permitir uma maior estabilidade contra à ação de ventos fortes (Salm, 2005; Nair, 2010).

Nas palmeiras com hábito de estipe cespitoso, como *B. lallemantii*, formam-se touceiras devido à emissão de perfilhos, os quais garantem maior sustentabilidade e nutrientes para as plantas (Soares et al., 2014; Nair, 2010). Nesse sentido, palmeiras com a estrutura do seu estipe de forma vigorosa, demonstram alta relevância para o bom desenvolvimento da planta, e conseqüentemente sua sobrevivência. Assim como, Paim & Paim (2016) verificaram maior sobrevivência de plantas de *B. lallemantii* em local em processo de arenização, quando utilizaram mudas com elevado tamanho de estipe.

Na agricultura, o uso do hidrogel apresenta grande relevância, em função de suas características de armazenamento e disponibilidade de água para as plantas, sendo que são produtos que dispõem de propriedades físico-químicas com capacidade de retenção de água e nutrientes (Azevedo et al., 2002). Tem sido comercializado para a incorporação em substratos, pois disponibiliza água e fertilizantes lentamente para as plantas, devido aos ciclos de absorção e liberação (Bernardi et al., 2012). Entretanto, no presente estudo não foi verificada influência do hidrogel para as variáveis analisadas. É possível que esse efeito não tenha sido positivo, porque a espécie utilizada neste estudo é nativa e apresenta características favoráveis de adaptação aos locais arenizados, os quais evidenciam baixa retenção hídrica e disponibilidade de nutrientes.

Os autores Oliveira et al. (2004) verificaram, em solos de textura franco-argilosa-arenosa, um aumento na retenção de água com o emprego do gel hidrogel, os quais foram analisados em laboratório em extrator de Richards, observando-se superior retenção de água no solo, devido a maior concentração do polímero. Esse efeito ocorre devido à capacidade do hidrogel de absorver água, a qual pode variar de 150 a 400 vezes sua massa seca, tendo como efeito direto a capacidade de armazenamento de água no substrato/solo, sendo uma alternativa para solos com menor disponibilidade de água, os quais podem afetar

negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas (Prevedello & Loyola, 2007), como é o caso de solos arenizados.

As plantas de *B. lallemantii* transplantadas para os blocos 2 e 3 demonstraram comportamento semelhante, em função de seu reduzido porte do diâmetro de estipe das mudas, as quais apresentavam menor fonte de reservas e capacidade para tolerar a ação de processos erosivos. Sendo que, a localidade da área de estudo arenizada estava propensa à incidência de eventos. A ação do agente erosivo hídrico pode ter sido prejudicial para conservação das folhas vivas nas mudas, já que restringiu o efeito da adubação química e do hidrogel.

Segundo Meurer et al. (2006), os solos arenosos apresentam maior lixiviação de cátions e reduzida matéria orgânica e CTC. Os solos em processo de arenização apresentam teor de matéria orgânica de 0,1 a 0,7 e conteúdo de argila com variação de 6 a 12 %, sendo características que conferem reduzida resistência aos agentes erosivos e, principalmente, baixa capacidade de retenção de nutrientes essenciais e dificuldade no armazenamento de água (Klamt & Schneider, 1995). O substrato frágil dessas áreas e os seus sedimentos pouco consolidados, como verificados no município de São Francisco de Assis/RS, em que as características de menor saturação de bases, CTC, matéria orgânica e teor de nutrientes dificultaram o desenvolvimento de espécies, resultando em plantas com maior sensibilidade aos efeitos de lixiviação (Freitas et al., 2009).

As cinco doses de fertilizantes minerais utilizados neste estudo não favoreceram a qualidade visual das mudas *B. lallemantii*, o que pode ter ocorrido devido ao curto período de avaliação, associado ao lento desenvolvimento da espécie. Sendo que, fertilizantes químicos apresentam elementos que proporcionam o desenvolvimento e produtividade das plantas (Albuquerque, 2000). Malavolta (2006) retifica que, o uso de quantidades adequadas de nutrientes minerais essenciais para desenvolvimento e formação das plantas resulta em

acréscimo na produtividade e melhora a qualidade das plantas da grande maioria das culturas.

Conforme Costa et al. (2006), a prática de adubação associada a técnicas de manejo, possibilita condições mais adequadas para o desenvolvimento das plantas, complementado suas exigências nutricionais. Nesse contexto, destaca-se a importância de trabalhos que envolvam conhecimentos técnicos e fisiológicos sobre a eficácia do gel hidrogel associado à adubação na produção de espécies nativas com potencialidades relevantes (Mews et al., 2015).

#### *Movimentação de partículas de areia entre as mudas de *B. lallemantii**

A intensidade do movimento de partículas de areia na área de estudo foi, em média de 2 a 4 cm, possivelmente isso ocorreu em função da baixa cobertura vegetal no entorno da área. Além disso, a área de estudo apresenta uma declividade de 3 %, que evidencia um relevo plano a suave ondulado, conforme Valeriano & Rossetti (2008), com predominância dos ventos de nordeste a sudoeste, atingindo principalmente o bloco 1, o qual situa-se próximo a borda do areal no início da área de estudo. A análise estatística dos dados demonstrou diferenças entre os resultados do deslocamento médio de areia para as quatro estações do ano, evidenciando maior movimentação entre as plantas no período da primavera (Figura 4). Além do mais, pode ser verificado quantidades relevantes no deslocamento de areia em cada área, especialmente no bloco 1 (Figura 4).

No primeiro bloco foi observado maior deslocamento de partículas de areia, especialmente nos meses que abrangem a estação da primavera, com média de aproximadamente 4 cm de alteração da camada de areia (Figura 4). O bloco 1 localiza-se na região inicial do campo de areal e da área de estudo, estando propenso a maior incidência de erosão eólica, dessa forma, nesse bloco foi estabelecida as mudas de *B. lallemantii* maior

diâmetro de estipe. O fato de a maior sobrevivência das plantas ter sido observada nesse bloco, mesmo tendo ocorrido a erosão eólica mais intensa dentre eles, permite inferir que as mudas de *B. lallemantii* aqui utilizadas apresentam o porte e condição de desenvolvimento mais indicada para essa prática.

O bloco 2, situado entre os demais, também sofreu deslocamento de partículas de areia durante o período da estação da primavera, em comparação com os demais, atingindo um valor máximo de 2,5 cm de altura (Figura 4).

Em comparação aos blocos 1 e 2, no bloco 3 verificou-se resultados similares na ao longo das quatro estações (Figura 4). Nesse bloco, o deslocamento de areia foi superior no início do outono.

Nas áreas atingidas pelo fenômeno de arenização ocorrem processos de retrabalhamento dos sedimentos areníticos, devido a elevada intensidade dos eventos erosivos hídrico e eólico, os quais expõe esses solos e prejudicam a permanência de espécies vegetais (Suertegaray *et al.*, 2001). Nesse contexto, a erosão eólica dificulta o crescimento e pode propiciar até mesmo a morte das plantas, pois ocasiona um efeito abrasivo das partículas de areia em movimento sobre as plantas, expõem as raízes pela supressão do solo e ocorre o soterramento na fase de deposição das partículas (Rovedder & Eltz, 2008). Em outro trabalho, Rovedder e Eltz (2008) observaram em área experimental composta por solo arenizado, que nos meses de primavera-verão houve elevada intensidade de ventos, apesar do emprego de plantas de cobertura como a *Avena strigosa* Schieb. e *Lupinus albescens* Hook & Arn. O aumento da dinâmica e evolução dos areais ocorrem pelo processo de mobilização de partículas de areia nas camadas superficiais do solo pelas erosões eólica e hídrica, os quais prejudicam o estabelecimento de espécies vegetais sobre os Neossolos Quartzarênicos Órticos e manchas arenosas (Suertegaray & Oliveira, 2014).

Os solos das áreas identificadas pelo processo de arenização apresentam grande suscetibilidade aos agentes erosivos e elevada fragilidade pedológica, os quais resultam do retrabalhamento de depósitos areníticos, em consequência da constante mobilidade dos sedimentos. Aliado a isso, há presença de características de baixa disponibilidade nutricional, agregação das partículas arenosas e retenção de água, sendo aspectos importantes que dificultam o desenvolvimento e permanência da vegetação (Suertegaray, 1998; Klamt, 1994). Desta maneira, a introdução de espécies nativas do local torna-se uma alternativa para acelerar o processo de recuperação das áreas degradadas (Aguiar et al., 2000), pois estas espécies apresentam elevada rusticidade para uma eficiente adaptação, uma vez que demonstrarão agressividade para competir com outras espécies, facilidade de estabelecimento e acelerado desenvolvimento (Resende & Kondo, 2001).

Neste contexto, evidenciam-se as características do *B. lallemantii*, a qual é um elemento conspícuo nos campos arenosos e nas elevações areníticas da região oeste e sudoeste gaúcho (Soares *et al.*, 2014). Além disso, é uma espécie de palmeira ainda pouco explorada e com inúmeras potencialidades, desde a reconstituição de áreas arenizadas até o consumo dos seus frutos. Portanto, verifica-se a importância de trabalhos que abordem o uso de tecnologias associadas ao regime de práticas fitotécnicas que favoreçam o estabelecimento e a longevidade de espécies de palmeiras nas áreas em processo de arenização.

## CONCLUSÕES

As mudas de *Butia lallemantii* com superior diâmetro de estipe apresentaram maior percentual de presença de folhas vivas e de sobrevivência no final de 300 dias.

As doses de adubação mineral e do polímero hidrorretentor utilizadas neste estudo, não favorecem a espécie *Butia lallemantii*.

O deslocamento médio de partículas de areia ocorre em maior volume no período da primavera.

## REFERÊNCIAS

Ab'saber NA (1995) A revanche dos ventos. Destruição dos solos areníticos e formação de areais na Campanha Gaúcha. *Ciência & Ambiente*, 11: 7-31.

Aguiar AV, Silva AM, Moraes MLT, Freitas MLM & Bortolozo FR (2000) Implantação de espécies nativas para recuperação de áreas degradadas em região de Cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Blumenau. Anais. Blumenau, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, Fundação Universidade Regional de Blumenau, CD-ROM.

Albuquerque GASC (2000) Contribuição à implantação de um novo pólo de fertilizantes no nordeste do Brasil. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas. São Paulo, 134 p.

Aquino CF, Carneiro PAP, Araujo VD, Fonseca ER, Amral VB, Magalhães HM & Lopes PSN (2009) Desenvolvimento do Coquinho-Azedo (*Butia capitata*) face à aplicação de adubação mineral e orgânica no norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4: 1768-1771.

Azevedo TLF, Bertonha A, Gonçalves ACA, Tas PSL & Frizzone JÁ (2002) Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. *Acta Scientiarum*, 24: 1239 - 1243.

Bernardi MR, Sperotto Junior M, Daniel O & Vitorino ACT (2012) Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. *Revista Cerne*, 18: 67 - 74.

Boldrini II, Ferreira PMA, Andrade BO, Schneider AA, Setubal RB, Trevisan R & Freitas EM (2010) Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica. Porto Alegre, Editora Pallotti, 64 p.

Costa KAP, Oliveira IP & Faquin V (2006) Adubação nitrogenada para pastagem do Gênero *Brachiaria* em solos de Cerrado. Santo Antônio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão.

D'Antonio C & Meyerson LA (2002) Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: a synthesis. *Restoration Ecology*, Tucson, 10: 703-713.

Freitas EM, Boldrini II, Müller SC & Verdum R (2009) Florística e fitossociologia da vegetação de um campo sujeito à arenização no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 23: 414-426.

- Freitas EM, Trevisan R, Schneider AA, Boldrini II (2010) Floristic diversity in areas of sandy soil grasslands in Southwestern Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Biociências*, 8: 112-130.
- Klamt E & Schneider, P (1995) Solos suscetíveis à erosão eólica e hídrica na região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: *Revista Ciência e Ambiente: Areais do sudoeste do Rio Grande do Sul*, 71-80.
- Klamt E (1994) Solos arenosos da região da Campanha do Rio Grande do Sul. In: *SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Solos altamente suscetíveis à erosão. Jaboticabal*, p.19-37.
- Knapik JG, Almeida LS, Ferrari MP, Oliveira EB, Nogueira AC (2005) Crescimento inicial de *Mimosa scabrella* Benth., *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Allophylus edulis* (St.-Hil.) Radl. sob diferentes regimes de adubação. *Boletim Pesquisa Florestal*, 51: 33 - 34.
- Malavolta E (2006) Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 631p.
- Marques PAA & Bastos RO (2010) Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, 3: 59-64.
- Meurer EJ, Rheinheimer RD & Bissani CA (2006) Fenômenos de sorção em solos. In: Meurer EJ (Org.) *Fundamentos de química do solo*. 4ed. Porto Alegre: Evangraf, 116-162.
- Mews CL, Sousa JRL, Azevedo GTOS & Souza AM (2015) Efeito do Hidrogel e Ureia na Produção de Mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. *Floresta e Ambiente*, 22: 107-116.
- Nair KPP (2010) The agronomy and economy of important three crops of the developing world. 1a ed. San Diego: Elsevier Science & Technology Books.
- Nasser RO, Lopes GK, Andrade CT & Teixeira SCS (2007) Correlação entre a capacidade de inchamento e as características estruturais de Polímeros Superabsorventes. In: *Anais do 9º Congresso Brasileiro de Polímeros, Campina Grande*. Available from: <http://pintassilgo2.ipen.br/biblioteca/cd/cbpol/2007/PDF/291.pdf>
- Oliveira RA, Rezende LS, Martinez MA & Miranda GV (2004) Influência de um polímero hidroabsorvente sobre e a retenção de água no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 8: 160-163.
- Paim LP & Paim MP (2016) Uso de mudas de *Butia lallemantii* (Deble & Marchiori) para recuperar áreas degradadas por arenização no município de Alegrete-RS. *Revista Congrega*, 13: 984 - 994.
- Pillar VP, Muller SC, Castilhos ZMS & Jacques AV (2009) Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. Publicação do Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Piña-Rodrigues FCM, Nogueira ES, Peixoto MC. 2007. Estado da arte da pesquisa em tecnologia de sementes de espécies florestais da Mata Atlântica. In: Piña-Rodrigues FCM, Freire JM, Leles PSS & Breier TB. (Org.). *Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais. Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais. Seropédica: UFRRJ*, p.105-1141.

- Prevedello CL & Loyola JMT (2007) Efeito de polímeros hidroretentores na infiltração da água no solo. *Scientia Agraria*, 8: 313-317.
- Resende AV & Kondo MK (2001) Leguminosas e recuperação de áreas degradadas. *Informe agropecuário*, 22: 46-56.
- Rodrigues ET, Leal PAM, Costa E, Paula TS, Gomes VA (2010) Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, 28: 483-488.
- Rossato MS (2011) Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 253 p.
- Rovedder AP & Eltz FLF (2008) Desenvolvimento do *Pinus elliottii* e do *Eucalyptus tereticornis* consorciado com plantas de cobertura, em solos degradados por arenização. *Ciência Rural*, 38: 84-89.
- Rovedder AP & Eltz, FLF (2008) Revegetação com plantas de cobertura em solos arenizados sob erosão eólica no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 315-321.
- Rovedder APM, Eltz FLF, Drescher MS, Dorneles FO & Schenato RB (2010) Espaçamento entre linhas e densidade de semeadura em revegetação com espécie de tremoço visando à recuperação de solo degradado. *Revista de Ciência do Solo*, 40: 1955 - 1960.
- Salm R (2005) The importance of forest disturbance for the recruitment of the large arborescent palm *Attalea maripa* in a seasonally-dry Amazonian forest. *Biota Neotropica*, 5: 35 - 41.
- Soares KP, Longhi SJ, Neto LW & Assis LC (2014) Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguésia*, 65: 113-139.
- Suertegaray DMA (1998) Deserto grande do sul: controvérsia. 2º ed. Porto Alegre, UFRGS, 130 p.
- Suertegaray DMA, Guasselli LA & Verdum R (orgs.) (2001) Atlas da Arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Coordenação e Planejamento.
- Suertegaray DMA & Oliveira MG (2014) Uma análise comparativa do processo de arenização no Brasil: sudoeste do Rio Grande do Sul e sudoeste de Goiás. *Investig. Geogr. Chile*, 47: 19-34 (2014).
- Taylor KC & Halfacre RG (1986) The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. *HortScience*, Alexandria, 21 (5).
- Tucci CAF, Lima HN, Lessa JF (2009) Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). *Acta Amazônica*, 39: 289 – 294.
- Vale GFR, Carvalho SP, Paiva LC (2006) Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. *Coffee Science*, 1: 7-13.



Valeriano MM & Rossetti DF (2008) TOPODATA: Seleção de coeficientes geoestatísticos para o refinamento unificado de dados SRTM. São José dos Campos: INPE.

Vallilo MI, Crestana CSM, Kumagai E, Pimentel AS & Garbelotti ML (2004) Composição química das sementes de *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude (Arecaceae). Revista Árvore, 28: 676-679.

TABELA 1. Espécies encontradas na área de estudo atingida pelo processo de arenização no município de Alegrete/RS, 2015.

Nomes científicos	Família	Ocorrência no RS
<i>Psidium salutare</i> var. <i>sericeum</i> (Cambess.) Landrum	Myrtaceae	Nativa
<i>Froelichia tomentosa</i> (Mart.) Moq.	Amaranthaceae	Nativa
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	Poaceae	Nativa
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Asteraceae	Nativa
<i>Polygonum punctatum</i> Elliott	Polygonaceae	Nativa
<i>Solanum hasslerianum</i> Chodat	Solanaceae	Nativa
<i>Gamochoaeta filaginea</i> (DC.) Cabrera	Asteraceae	Nativa
<i>Paspalum notatum</i> Fluegge	Poaceae	Nativa
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Poaceae	Exótica
<i>Paspalum leptum</i> Schult.	Poaceae	Nativa
<i>Eragrostis plana</i> Nees	Poaceae	Exótica
<i>Sebastiania hispida</i> var. <i>intercedens</i> (Mart.) Pax.	Euphorbiaceae	Nativa
<i>Dichantelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C. A. Clark	Poaceae	Nativa
<i>Psidium salutare</i> var. <i>mucronatum</i> (Cambess.) Landrum	Myrtaceae	Nativa
<i>Andropogon lateralis</i> Nees	Poaceae	Nativa
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae	Nativa
<i>Senecio cisplatinus</i> Cabr.	Asteraceae	Nativa

TABELA 2. Análise de variância para as variáveis presença de folhas vivas (PFV), ausência de folhas vivas (AFV) e sobrevivência (SOB) das mudas de *B. lallemantii* ao final de 300 dias, de acordo com os três blocos de diâmetros de estipe (BDE), o uso do hidrogel e cinco doses de adubação química, Alegrete/RS, 2016.

Valor P	PFV (%)	AFV (%)	SOB (%)
Hidrogel	p = 0,101 <sup>ns</sup>	p = 0,518 <sup>ns</sup>	p = 0,052 <sup>ns</sup>
Adubação	p = 0,813 <sup>ns</sup>	p = 0,215 <sup>ns</sup>	p = 0,641 <sup>ns</sup>
Interação	p = 0,693 <sup>ns</sup>	p = 0,555 <sup>ns</sup>	p = 0,841 <sup>ns</sup>
BDE	p = <0,001	p = 0,123 <sup>ns</sup>	p = <0,001
CV (%)	89	34	26

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade de erro; PFV = presença de folhas vivas; AFV = ausência de folhas vivas; SOB (%) = sobrevivência; BDE = blocos de diâmetro de estipe; CV = coeficiente de variação.

TABELA 3. Dados médios da porcentagem de presença de folhas vivas (PFV) e da sobrevivência (SOB) das mudas de *B. lallemantii* no final de 300 dias, de acordo com os três blocos, Alegrete/RS, 2016.

BLOCOS	PFV (%)	SOB (%)
1	39 a	97 a
2	10 b	76 b
3	3 b	56 c
CV (%)	89,01	25,5

BDE = blocos de diâmetro de estipe; PFV (%) = presença de folhas vivas; SOB (%) = sobrevivência; CV = coeficiente de variação. Na coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste DMS (5%).



FIGURA 1. Área de estudo arenizada de 0,5 ha, localizada no início do campo de areal, Alegrete/RS, 2015.

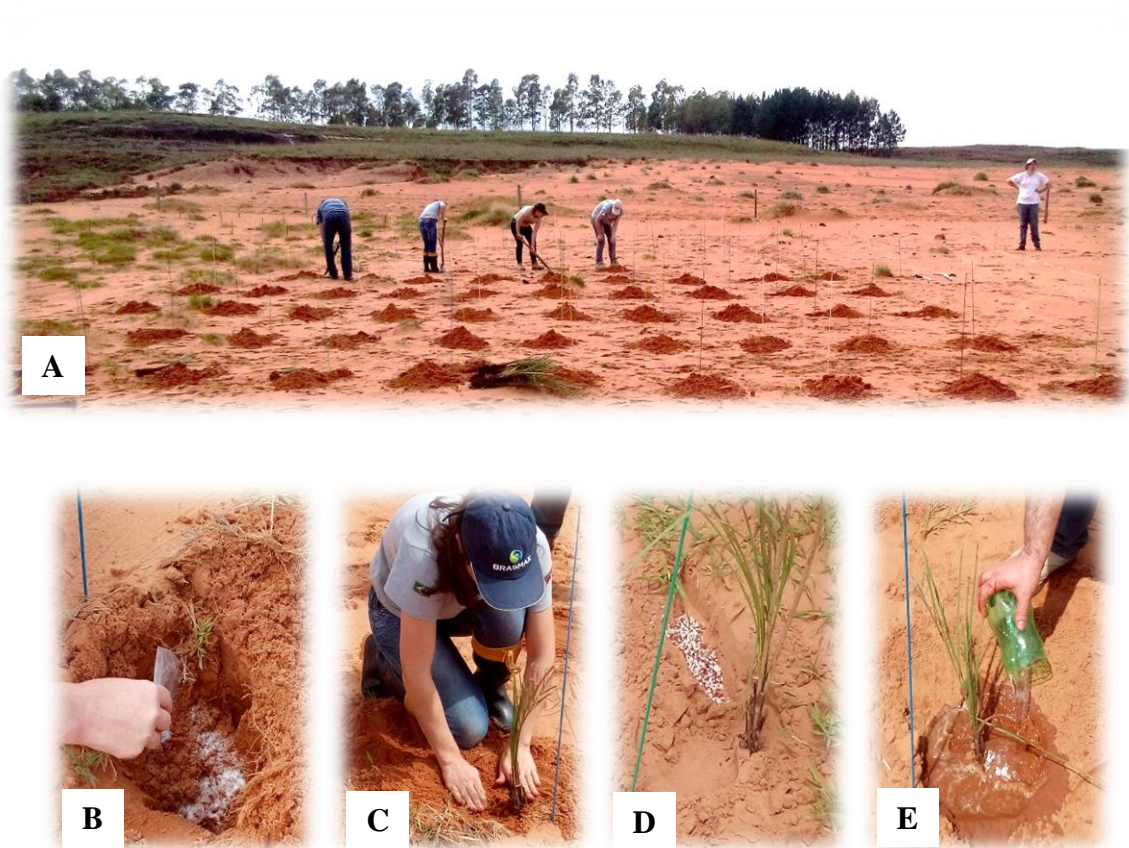


FIGURA 2. Plantio das mudas de *Butia lallemantii* na área arenizada de estudo, por meio dos procedimentos de abertura de covas (A), aplicação de hidrogel (B), plantio

(C), colocação de adubo mineral (D), irrigação com 1 L de água (E), Alegrete/RS, 2015.

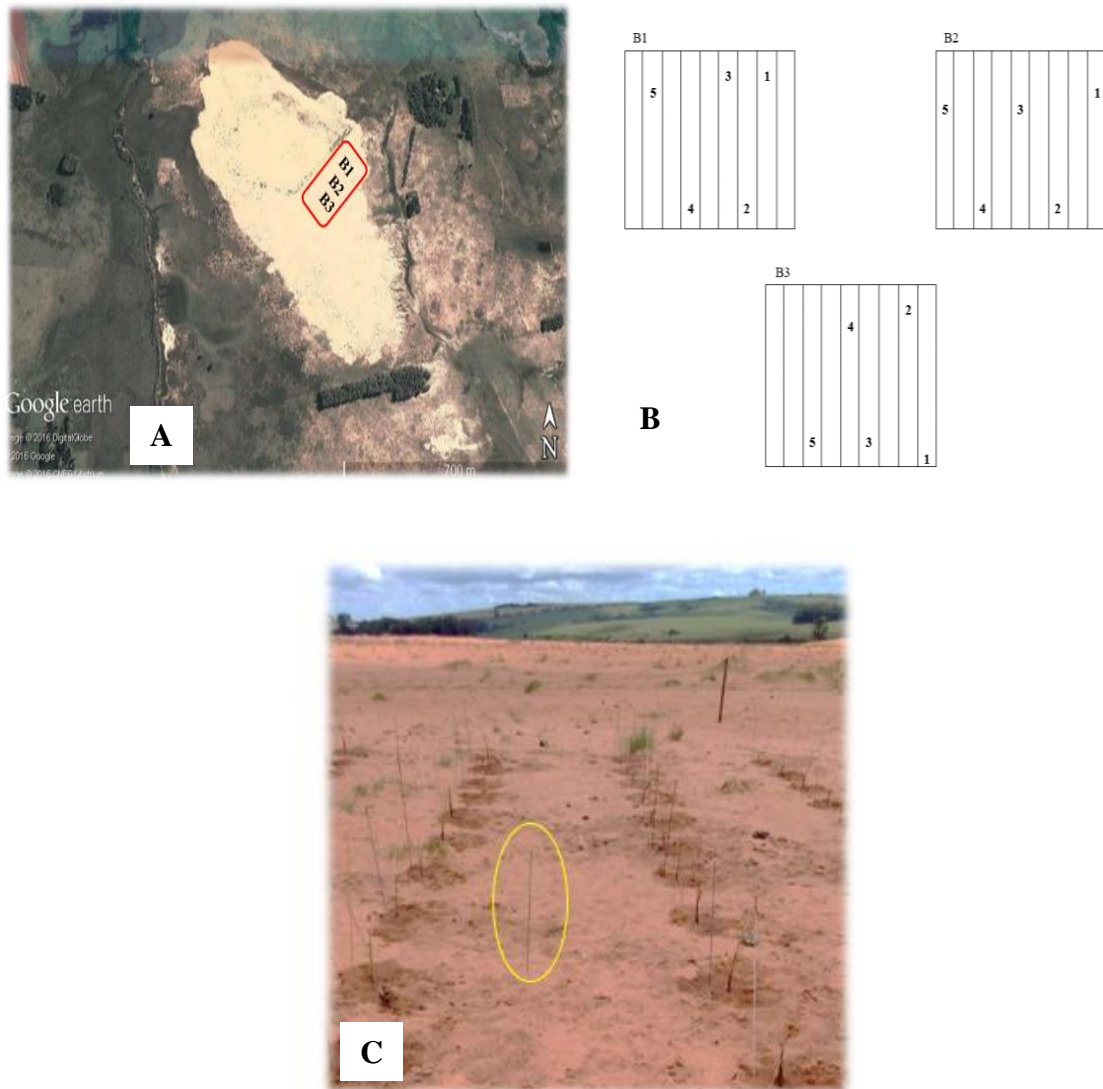


FIGURA 3. Posicionamento dos blocos na área experimental arenizada (A), distribuição das régua em cada bloco (B) e a demonstração das régua entre as mudas de *Butia lallemantii* a campo (C), Alegrete/RS, 2015.

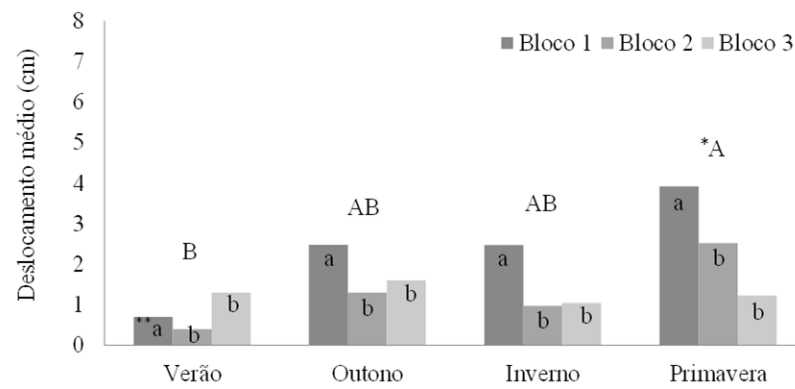


FIGURA 4. Alteração no nível do solo devido ao deslocamento médio de areia (cm) em área arenizada nos blocos 1, 2 e 3, de acordo com as estações do ano (\* médias das estações do ano seguidas de letras iguais maiúsculas e \*\* médias seguidas de letras minúsculas entre os blocos dentro de cada estação, não diferem entre si pelo teste Duncan 5%), Alegrete/RS, 2016.

## 6 CAPÍTULO 3

### **Análise de sementes de *Lupinus albescens* Hook. & Arn.**

(manuscrito formatado segundo normas da Revista Anais da Academia Brasileira de Ciências)

## **Análise de sementes de *Lupinus albescens* Hook. & Arn.**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to describe the dispersion, color, size and morphological characteristics of fruits and seeds of *L. albescens*, as well as pre-germinative treatments, aspects of luminosity and seed conservation. A population was collected in São Francisco de Assis/RS and two in Alegrete/RS, for fruit and seed analysis. Pre-germination treatments were divided into three studies: seven pre-germination methods; Times of scarification and temperatures. In the photoblasts, the seeds were scarified between sands and submitted to 25 °C and 16 h photoperiod, under white and diffuse light in BOD. In the imbibition curve, the treatments were control and scarification among sands, monitoring the seed weight at the defined times. Seed conservation: cold room in plastic bag and natural environment in paper bag, evaluating humidity, germination and electrical conductivity in established periods. Evaluations consisted of the description of fruits, seeds and viability analyzes, using a completely randomized design. The results showed dispersion by autocoria, brown coloration of fruits and seeds and some striped seeds. Superior pre-germinative treatment was between sands, for 40 seconds and under 25 °C. Seeds are classified as neutral photoblastics and absent from dormancy. The natural environment and paper bag were suitable for storage.

Keywords: fruit morphology, native species, Pampa biome, sandstone recovery, seed physiology.

## **INTRODUÇÃO**

Há registros de 766 gêneros da família Fabaceae na flora brasileira, dentre eles ressalta-se o *Lupinus* (Byng et al. 2016), representado no Rio Grande do Sul (RS) por treze

espécies de ocorrência natural, amplamente distribuídas pelo estado (Iganci and Miotto 2015). As espécies desse gênero apresentam características importantes sob o aspecto ambiental, principalmente pelo fato de crescerem em áreas com baixa fertilidade e sob condições adversas (Wolko and Weeden 1990). De modo geral, são plantas que habitam locais ensolarados e abertos, com intolerância ao sombreamento, sendo que, em áreas florestadas, crescem em clareiras, especialmente como plantas pioneiras em solos recentemente perturbados (Gladstones 1998). Dentre essas espécies, cabe destacar o *Lupinus albescens*, o qual, no território brasileiro, é encontrado somente no RS, nas regiões do Litoral, Campanha e Missões (Freitas et al. 2010). É uma espécie herbácea de crescimento ereto e desenvolvimento em habitats com alta incidência solar, adaptabilidade a solos de textura arenosa e até mesmo, em dunas litorâneas (Pinheiro and Miotto 2001). Por essa razão, a espécie apresenta características favoráveis para recomposição de áreas degradadas, além de se tratar de importante indicadora para a recuperação da fertilidade dos solos (Pillar et al. 2009).

O início do processo de germinação das sementes de *L. albescens* pode levar de 10 a 20 dias em ambiente natural, o que resulta na formação de estandes desuniformes (Rovedder 2007, Dados não publicados). Contudo, devido à desuniformidade na germinação e, conseqüentemente, no estande de mudas formadas, há necessidade de estudos científicos para acelerar o seu processo de germinação, por meio do conhecimento dos aspectos morfológicos e fisiológicos de suas sementes.

Os aspectos morfológicos e fisiológicos das sementes são de extrema importância para a sua descrição e garantia de segurança durante a realização das análises, além do mais, colaboram com estudos de viabilidade, os quais são eficientes para o entendimento dos processos envolvendo a germinação ou a deterioração da semente (Oliveira and Pereira 1984; Basu 1995). Ambos os fatores apresentam características que contribuem na



determinação da qualidade das sementes (Andrade et al. 2003), auxiliando nas análises de germinação e conservação.

A germinação de uma semente viável só ocorre em condições ambientais adequadas, sendo as principais: umidade, temperatura, oxigênio e, às vezes, luz (Bezerra et al. 2002). O teste de germinação é o principal parâmetro para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes, onde podem ser simuladas as condições ideais, permitindo conhecer a germinabilidade dos lotes e/ou acessos (Carvalho and Nakagawa 2000; Gentil and Ferreira 2005).

Trabalhos relacionados à análise de sementes têm merecido atenção no meio científico, pois permitem a obtenção de informações para avaliar, de forma segura, a qualidade fisiológica das sementes (Felippi et al. 2012). Assim, o objetivo do presente estudo foi descrever a dispersão, coloração, tamanho e características morfológicas dos frutos e das sementes de *L. albescens*, além de tratamentos pré-germinativos, aspectos de luminosidade e conservação das sementes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho teve início em dezembro de 2015, por meio da coleta dos frutos de *L. albescens* em plantas matrizes *in situ*, de três populações distintas. A primeira população foi encontrada em um talude de estrada, próximo a um foco de arenização, no município de São Francisco de Assis/RS (29°35'02,65" S de latitude e 55°21'49.40" W de longitude) (Pop. 1). A segunda população foi localizada em um talude de estrada, em frente à ponte do Cerro do Tigre (29°39'56" S de latitude e 55°23'31" W de longitude) (Pop. 2). A terceira população situa-se em uma área arenizada na Fazenda Cerro do Tigre (29°39'29.83" S latitude e 55°24'02.40" W de longitude) (Pop. 3), as populações 2 e 3 encontradas no município de Alegrete/RS, a uma distância de 1,5 km em linha reta. A região da coleta das populações da

espécie em estudo, apresenta clima subtropical medianamente úmido a úmido, com regime pluviométrico de 1.500 a 1.800 mm anuais distribuídos em 90 a 120 dias. A temperatura média anual varia de 17 a 20 °C, sendo que a temperatura média do mês mais frio oscila entre 11 a 14 °C e a do mês mais quente entre 23 a 26 °C (Rossato 2011, Dados não publicados).

Posteriormente à coleta, os frutos foram transferidos para o Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS. Os frutos foram dispostos sobre bancada de casa de vegetação para a secagem e término da deiscência; e em seguida, realizou-se o processo de beneficiamento, por meio do recolhimento manual das sementes, no qual sucedeu-se na homogeneização em lotes de acordo com os locais de origem.

O procedimento de análise dos frutos foi realizado anteriormente ao beneficiamento:

**Análise dos frutos:** com quatro repetições de 50 frutos tomados aleatoriamente de cada uma das três populações amostradas, sendo avaliados: o número total de lócus por fruto, tamanho do fruto (cm), número de sementes íntegras, número de sementes deterioradas por insetos, número de sementes malformadas (deformidades na sua forma), número de lócus vazios e número de sementes vivíparas.

Após o processo de beneficiamento, procedeu-se a avaliação das seguintes variáveis:

**Tamanho das sementes:** em cada uma das populações coletadas, selecionaram-se quatro repetições de 50 sementes para as análises de suas dimensões (comprimento, largura e espessura), os quais foram determinadas com o auxílio de um paquímetro digital (mm).

**Teor de água das sementes e Peso de mil sementes:** no dia seguinte à coleta, utilizaram-se amostras das três populações para realização dos testes. Para a avaliação do teor de água, selecionaram-se três repetições de 0,5 g de sementes, sendo utilizado o método de diferença percentual de massa após secagem em estufa a  $105\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  até peso constante

(Brasil 2009). O peso de mil sementes foi avaliado com oito repetições de 100 sementes, conforme Brasil (2009), sendo o resultado final calculado para número de sementes em 1,0 kg.

**Curva de embebição:** as sementes da Pop. 2 foram submetidas aos tratamentos: testemunha (sem tratamento pré-germinativo) e escarificação mecânica entre lixas nº 120 durante 40 segundos. Em seguida, cada repetição de 25 sementes foi semeada sobre duas folhas de papel mata borrão (previamente esterilizadas em autoclave) umedecidas com água deionizada autoclavada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco e dispostas em caixas gerbox plásticas (Brasil 2009). As sementes tratadas foram conduzidas ao ambiente com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 16 h em incubadora do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*).

No decurso do monitoramento da embebição, as sementes foram avaliadas através de pesagens sucessivas a cada de 2h, nas primeiras 12 horas, e a cada 12 horas no restante do tempo, até a estabilização (156 horas). Em cada pesagem, as sementes eram retiradas das caixas gerbox, dispostas sobre papel toalha para remoção do excesso de água e pesadas em balança de precisão (capacidade 0,001 g). Após pesadas, retornavam para as respectivas caixas e permaneciam no ambiente controlado. Após a última pesagem, determinou-se o teor de água das sementes através do método mencionado anteriormente, conforme Brasil (2009). O aumento percentual de massa, em relação à massa inicial, para cada tempo de avaliação foi calculado pela fórmula:

$$\text{Ganho de massa (\%)} = \frac{\text{Peso atual} \times 100}{\text{Peso seco}}$$

#### **Tratamentos pré-germinativos:**

**Estudo 1** - as sementes coletadas na Pop. 2 foram submetidas aos tratamentos: 1 - testemunha (sem tratamento pré-germinativo); 2 - escarificação mecânica entre lixas nº 120

durante 20 segundos; 3 - escarificação mecânica com lixa nº 120, no lado oposto ao embrião; 4 - imersão em água a 80 °C por 30 segundos; 5 - imersão em água a 80 °C até temperatura ambiente; 6 - imersão em solução de NaOH 6 % durante 10 minutos e 7 - imersão em água a 60 °C até temperatura ambiente.

**Estudo 2** - as sementes foram selecionadas aleatoriamente das três populações e submetidas aos tratamentos pré-germinativos de escarificação mecânica entre lixas nº 120, durante os tempos de zero, 20 e 40 segundos.

**Estudo 3** - as sementes da Pop. 2 foram submetidas ao tratamento pré-germinativo com escarificação mecânica entre lixas nº 120 durante 40 segundos, após conduzidas às temperaturas de 20, 25 e 30 °C.

O processo de escarificação entre lixas foi realizado manualmente com lixa nº 120 nos tempos estabelecidos, com cerca de dois movimentos de fricção por segundo, ocupando o comprimento (ou largura) total da lixa, com pressão não superior ao peso da mão solta sobre o material.

Realizados os tratamentos pré-germinativos, as sementes dos estudos 1 e 2 foram postas para germinar em ambiente com temperatura constante de 25 °C. Os três experimentos foram conduzidos sob o fotoperíodo de 16 h, a 2000 Lux de intensidade luminosa (lâmpadas fluorescentes) em câmaras incubadoras do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*).

**Teste de fotoblastia:** as sementes da Pop. 2 foram submetidas ao tratamento pré-germinativo com escarificação mecânica entre lixas nº 120 por 40 segundos, sendo semeadas sob temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 16 h, sob luz branca (2000 lux) e luz verde (1300 lux) em câmara incubadora do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). A luz branca foi fornecida por lâmpadas fluorescentes disponíveis pela BOD e a luz verde foi obtida pelo envolvimento das caixas gerbox plásticas com folhas de papel celofane na cor verde. Sendo que a luz verde foi empregada com o intuito de inibir feixes de luz branca na

germinação das sementes, assim como, outros trabalhos utilizaram a luz verde para avaliar o processo germinativo (Garcia et al 2006; Pereira et al 2013). Para a determinação da intensidade luminosa foi utilizado um luxímetro da marca Panlux - Gossen Eletronic 2.

**Teste de conservação de sementes:** a conservação das sementes foi testada em dois ambientes de armazenamento: 1- câmara fria com temperatura entre 5 e 8 °C, sendo as sementes acondicionadas em saco de polietileno transparente (capacidade para 2,0 litros), preenchidos até cerca de 1/4 do seu volume, e fechados com sistema zip; 2 - em ambiente de laboratório, com monitoramento semanal de temperatura e umidade relativa do ar através de um termohigrógrafo digital. Nesse ambiente, as sementes permaneceram em embalagem de papel Kraft fechadas.

Aos 15, 30, 60 e 90 dias do início do armazenamento foram realizados: a determinação do teor de água das sementes, através do método de estufa a  $105\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  (Brasil, 2009), a viabilidade através do teste de germinação, e teste de condutividade elétrica.

Para os testes de germinação, as sementes foram submetidas ao tratamento pré-germinativo com escarificação mecânica entre lixas nº 120 por 40 segundos e conduzidas à temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 16 h, em incubadora do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). Para o teste de condutividade elétrica foram utilizadas quatro repetições de 15 sementes, sendo previamente pesadas, e acondicionadas em copos de plásticos (200 mL) contendo 75 mL de água deionizada. Posteriormente, procedeu-se a leitura da condutividade elétrica através de um condutivímetro digital de bancada, cuja leitura foi realizada às 0, 24, 48, 72, 96, 120 h após o início das avaliações. Em todo o período, as sementes permaneceram imersas na água destilada, em ambiente com temperatura constante de 25 °C em incubadora do tipo BOD. Após as análises, o valor de cada leitura de condutividade foi dividido pela respectiva massa da amostra, expressando-se os resultados de condutividade elétrica em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  de sementes.

Para todos os testes de viabilidade de sementes, além da determinação da curva de embebição, utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes, totalizando 100 sementes por tratamento. Antes da semeadura, as sementes foram submetidas ao processo de desinfestação através da imersão em etanol 70 % (v/v) durante 30 segundos, seguida de hipoclorito de sódio 1 % (v/v), durante 10 minutos. Para a remoção dos resíduos dos agentes de desinfestação, as sementes foram enxaguadas três vezes em água deionizada autoclavada, sendo cada enxágue de um minuto. As semeaduras foram realizadas em papel germitest, com exceção dos testes de fotoblastia e curva de embebição, para os quais utilizou-se papel mata-borrão. Em cada repetição utilizaram-se duas folhas (previamente esterilizadas em autoclave) umedecidas com água destilada autoclavada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco (Brasil 2009). Após a semeadura, os papéis foram acondicionados no formato de rolos (tipo rocambole). Os testes de fotoblastia e determinação da curva de embebição foram conduzidos em caixas plásticas gerbox transparentes, acondicionadas individualmente em sacos de polietileno transparentes. Cada caixa com 25 sementes constituiu uma repetição, sendo utilizadas quatro repetições por tratamento.

As avaliações da viabilidade das sementes consistiram na contagem diária do número de sementes germinadas e de plântulas normais formadas, utilizando como parâmetro de germinação a protrusão da radícula com cerca de 2 mm de comprimento e, como parâmetro para formação de plântulas, aquelas que apresentaram parte aérea e sistema radicular normais formados, de acordo com Brasil (2009). Ao final do período de análise do teste de germinação, aproximadamente aos 15 dias, calcularam-se as seguintes variáveis: porcentagem de germinação e de plântulas formadas – de acordo com o total de plântulas normais; o índice de velocidade de germinação (IVG) conforme a fórmula sugerida por Maguire (1962); o tempo médio de germinação (TMG) e o tempo médio de formação de plântula (TMP), de acordo com a fórmula proposta por Silva and Nakagawa (1995).

Além disso, realizaram-se as medições do comprimento da parte aérea e de raiz das plântulas normais formadas, com o auxílio de uma régua graduada (mm) e o volume total de raízes das plântulas, por meio da disposição das raízes em uma proveta com 20 mL de água, sendo contabilizado o volume de água deslocado após imersão das raízes. A seguir, a parte aérea e as raízes das plântulas foram dispostas em sacos de papel Kraft e submetidos à secagem em estufa a 65 °C até peso constante, após esse período foi calculado o peso da matéria seca dessas estruturas.

### **Análise estatística**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Após as avaliações, os dados foram submetidos a testes de normalidade e igualdade de variâncias, sendo então analisados por análise de variância, seguido de comparação das médias, por meio do teste DMS (Diferença Mínima Significativa), empregando-se os recursos do *software* CoStat 6.4. Sendo que, os dados de comprimento de raiz, massa fresca e seca de plântulas referente ao segundo estudo do teste com tratamento pré-germinativo, foram analisados pelo Modelo Linear Generalizado pelo *software* SPSS 23.0. Além disso, os dados do teste de conservação das sementes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão polinomial pelo *software* SigmaPlot 11.0.

As variáveis que não atenderam aos pressupostos da ANOVA foram submetidas a transformações e, quando necessário, à análise de variância não paramétrica pelo teste de Kruskal-Wallis (Tabela 1).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Análise dos frutos e tamanho das sementes**

Neste trabalho foi observado que a espécie de *L. albescens* dispersa suas sementes por autocoria, através de frutos chamados explosivos. Consiste de frutos que, ao atingirem o

ponto de dispersão das sementes, abrem-se repentinamente em forma de helicóide, girando sobre o próprio eixo e lançando as sementes distantes da planta mãe. Os frutos maduros e as sementes possuem coloração marrom escura. Algumas sementes podem apresentar listras claras (rajadas). Nas três populações da espécie, o número total de lócus demonstrou uma variação de seis a oito por fruto e o tamanho dos frutos, com média de 5,89 cm. As variáveis do número de sementes íntegras e o número de sementes por fruto apresentaram médias de 5,7 e 6,69 unidades, respectivamente. No caso das medidas biométricas foram verificados valores máximos e mínimos para largura de 4,48 a 4,72 cm, espessura de 2,23 a 2,43 cm e de 5,97 a 6,08 cm para o comprimento (Tabela 2). A análise de variância dos frutos não demonstrou diferença significativa para o número de sementes deterioradas, malformadas, lócus vazios e vivíparas para as três populações (Tabela 3).

#### **Teor de água das sementes e Peso de mil sementes**

No momento da coleta, o teor de água dos frutos das três populações de *L. albescens* encontrava-se entre 8,2 % a 9,9 %, sendo verificado o maior teor para a população 3 (Tabela 4), não havendo diferença entre as populações 1 e 2. No entanto, o peso de mil sementes foi superior para a população 1, com 54,64 g e coeficiente de variação de 2,12 %, (Tabela 4). A população com sementes em maior teor de água não foi a mesma que apresentou o maior peso de mil sementes. De acordo com Marcos Filho (2005), o teor de água interfere diretamente no peso das sementes, contudo, podem variar de acordo com as condições do local de coleta, a idade e o grau de maturação das sementes (Marcos Filho 2005). Ao analisar os dados referentes à biometria das sementes (Tabela 2), percebe-se que as sementes da população 1 apresentam maior largura e espessura, o que justifica o maior peso de 1000, mesmo com teor de água inferior.



### **Curva de embebição**

Houve embebição, tanto no tratamento testemunha como no tratamento pré-germinativo, no entanto, as sementes escarificadas mostraram um ganho superior de massa e mais acelerado nas três fases da germinação, em comparação com a testemunha (Figura 1). Dessa forma, a germinação é composta por três fases, em que na fase I ocorre a embebição de água pelas sementes, na fase II os processos metabólicos são ativados para o crescimento do embrião e na fase III, inicia-se o crescimento do embrião (Ferreira and Borghetti 2004). Sendo que, a duração de cada fase pode variar de acordo com a permeabilidade do tegumento e o tamanho da semente, assim como, com as condições do processo de embebição, como temperatura e o substrato (Carvalho and Nakagawa 2000). Portanto, a curva de embebição permite informar que o tegumento das sementes de *L. albenscens* não apresenta impermeabilidade, apenas necessita de um período maior para o processo de embebição.

Desse modo, o tratamento pré-germinativo com escarificação entre lixas nas sementes contribui para acelerar as condições de absorção de água e, conseqüentemente, o processo de germinação. Segundo Shimizu et al. (2011), o método de escarificação com lixas ocasiona pequenas fraturas no tegumento das sementes, contribuindo para maior permeabilidade durante a embebição e, em vista disso, a absorção de água ocorre de forma mais rápida pelos tecidos e conseqüentemente uma acelerada depleção das reservas do endosperma.

O estudo sobre as condições ideais durante o processo de germinação das sementes é de extrema importância, especialmente pelas diferentes respostas de cada espécie, como viabilidade, condições ambientais, envolvendo água, luz, temperatura e oxigênio (Carvalho and Nakagawa 2000). A maioria das espécies pertencentes à família Fabaceae apresentam sementes com tegumentos impermeáveis e resistentes (Piña Rodrigues et al. 2007), em que a presença dessas barreiras impede a absorção de água e posteriores reações bioquímicas no seu interior, sendo um limitante para um grande número de espécies vegetais (Bertagnolli et

al. 2003). No entanto, os resultados desse estudo permitem inferir que a espécie *L. albescens* não apresenta dormência tegumentar, visto que as suas sementes germinam no período inferior de 28 dias da sementeira, conforme as condições do ambiente (Baskin and Baskin 2014).

Desse modo, o uso de tratamentos pré-germinativos é uma alternativa viável para espécie em estudo por acelerar e uniformizar o processo de germinação, seguindo o que é descrito por Gentil and Ferreira (2005), os quais mencionam essa técnica como eficiente para auxiliar no processo germinativo de diversas espécies.

### **Tratamentos pré-germinativos**

#### **Estudo 1**

A ANOVA demonstrou resultados significativos entre os tratamentos testados para as variáveis porcentagem de germinação e formação de plântulas (Tabela 5). Todavia, o tempo médio, massa fresca e seca de plântulas não diferiram significativamente entre os tratamentos.

Os valores encontrados para a porcentagem de germinação, de formação de plântulas, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação evidenciaram resultados superiores para o tratamento T3 (escarificação mecânica com lixa nº 120, no lado oposto ao embrião) (Tabela 6). No entanto, as plântulas cresceram mais em comprimento da parte aérea no tratamento T1 (7,82 cm) (testemunha - sem tratamento pré-germinativo) e em raiz primária no tratamento T6 (8,25 cm) (imersão em solução de NaOH 6 % durante 10 minutos) (Tabela 6). De acordo com os dados obtidos no primeiro estudo, observou-se em todas as variáveis analisadas, que o tratamento T2 (escarificação entre lixas por 20 segundos), embora não tenha diferido do T3 e do T6, mostrou-se mais favorável devido à praticidade de execução e com menor periculosidade (Tabela 6).

## Estudo 2

As sementes de muitas espécies de Fabaceae apresentam resistência à entrada de água, pois possuem um tegumento que se caracteriza por uma camada de células paliçádicas e uma camada de cutícula que protege o embrião (Ferreira and Borghetti 2004; Santos et al. 2004). A escarificação mecânica provoca fissuras no tegumento das sementes, aumentando a permeabilidade e facilitando o processo de embebição, por conseguinte, o início do processo de germinação (Medeiros Filho et al. 2002). Neste estudo, as sementes da população 2, apresentaram máxima germinação (87 %) no tratamento com 40 segundos de escarificação entre lixas (Tabela 7). O método de escarificação mecânica com lixa também apresenta bons resultados na promoção da germinação de distintas espécies, como as sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. (Freitas et al. 2009), *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Pereira et al. 2011), *Plathymenia foliolosa* Benth. (Lopes et al. 2010) e *Centrosema plumieri* Benth. (Gama et al. 2011).

As sementes com tegumentos impermeáveis possuem baixo teor de água, devido à presença desse bloqueio físico, que auxilia a reduzir a intensidade do metabolismo, minimizando a atividade respiratória e, com isso, diminui o consumo de reservas indispensáveis à germinação e ao crescimento inicial da plântula (Zaidan and Barbedo 2004). Para a porcentagem de formação de plântula (parte aérea e raiz formados) houve resultados superiores para a população 2, sob a escarificação por 40 segundos (87 %) (Tabela 7). Assim como, Rosseto et al. (2009) verificaram para as sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp., em que o processo de escarificação mecânica com lixa proporcionou maior porcentagem de formação de plântulas, com média de 99 % de plântulas normais formadas.

As plantas com sementes tegumentares apresentam restrição à entrada de água e oxigênio, sendo atividades essenciais para o crescimento do embrião e a germinação, como a viabilidade e perpetuação das espécies (Mayer and Poljakoff Mayber 1989; Moussa et al. 1998). O índice de velocidade de germinação foi superior nas sementes da população 2, sob

o tempo de escarificação de 40 segundos, com média de 8,02 dias (Tabela 7). Assim como, para as sementes das espécies *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Pereira et al. 2011), *Centrosema plumieri* Benth. (Gama et al. 2011) e *Poincianella bracteosa* (Benth.) (Ferreira et al. 2014) que apresentaram elevado índice de velocidade de germinação com o tratamento de escarificação mecânica com lixa.

A massa seca de plântulas é uma variável importante, pois analisa o seu crescimento e indica transferência de reservas da semente para o eixo embrionário, de modo que estima o vigor das sementes, de forma proporcional ao conteúdo de massa seca das plântulas (Nakagawa 1999; Gama et al. 2010). As plântulas de *L. albescens* apresentaram maior conteúdo de massa seca com escarificação entre lixas por 40 segundos, destacando-se as sementes coletadas na população 2 (Tabela 7). Entretanto, os valores obtidos na variável massa fresca de plântulas não evidenciaram diferenças significativas entre os tratamentos analisados (Tabela 7), em virtude do peso fresco ter sido obtido para cada uma das plântulas, apresentando, desse modo, dados semelhantes entre os tempos de escarificação, mas com resultados superiores para o tempo de 40 segundos.

O comprimento de parte aérea, de raiz e o tempo médio para formação de plântulas não diferiram significativamente entre os tempos de escarificação entre lixas, somente entre os acessos. Para a população 2, foi verificado elevado comprimento da parte aérea das plântulas (5,08 cm) e o menor tempo médio para formação das plântulas (8,92 dias). Entretanto, o crescimento de raiz primária foi superior para a população 1, com o comprimento de 7,61 cm (Tabela 8). De acordo com Figliolia and Aguiar (1993), as características genotípicas e as condições ambientais podem afetar a fase de produção das sementes, proporcionando variabilidade entre os lotes de distintos locais e oriundos de diversas matrizes de coleta. Isso pode justificar a diferença encontrada no comportamento das sementes oriundas de diferentes acessos.

A velocidade de ocupação de uma espécie em uma comunidade pode depender do tempo médio de germinação (Ferreira et al. 2001). Características de germinação acelerada, uniforme, com subsequente emergência rápida das plântulas são atributos importantes para a formação de mudas, as quais ficam menos propensas às condições adversas do meio (Martins et al. 1999). A escarificação mecânica é um método simples e muito utilizado, além de ter baixo custo, rápida execução e permitir germinação homogênea (Hermansen et al. 2000; Santos et al. 2004). Os resultados do tempo médio de germinação não demonstraram interação entre as populações e os tempos de escarificação mecânica entre lixas. Os menores tempos médios de germinação foram verificados nas sementes das populações 2 e 3, sem diferença estatística entre elas (Tabela 9). Resultados semelhantes foram verificados para a espécie de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake., em que houve menor tempo médio de germinação com o uso de escarificação mecânica com lixa (Pereira et al. 2011).

Os resultados encontrados no primeiro e segundo estudos foram decisivos para a definição dos tratamentos do terceiro experimento, onde foram testadas distintas temperaturas, utilizando as sementes da população 2 e o método de escarificação entre lixas por 40 segundos.

### **Estudo 3**

No terceiro estudo, a porcentagem de germinação não diferiu significativamente entre os tratamentos com temperatura de 20 e 25 °C, com 78 e 87 % de sementes germinadas, respectivamente (Tabela 10). Resultados semelhantes foram verificados para sementes das espécies de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp (Rosseto et al. 2009), *Poecilanthe parviflora* Benth (Valadares and Paula 2008), *Dimorphandra mollis* Benth. (Freitas et al. 2009) e *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Fonseca and Jacobi 2011), as quais apresentaram maior taxa de germinação na temperatura 25 °C. O fator temperatura tem importante influência na germinação de sementes, conforme os autores Baskin and Baskin (2001), temperaturas máximas ou mínimas, em relação à ótima, pressupõem redução na velocidade

do processo de germinação, deixando as plântulas expostas a fatores adversos por maiores períodos, podendo levar à diminuição no total de germinadas.

A formação de plântulas normais apresenta extrema importância na definição da temperatura ótima durante o processo de germinação, pois o desenvolvimento das plântulas pode variar conforme o regime térmico (Miranda and Ferraz, 1999). Assim como ocorreu na germinação, a porcentagem de formação de plântulas foi superior nas temperaturas 20 e 25 °C, sem diferença estatística entre elas (Tabela 10). Os resultados refletem o que foi verificado para a formação de plântulas de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp (Rosseto et al. 2009) e *Poecilanthe parviflora* Benth (Valadares and Paula 2008).

O índice de velocidade de germinação demonstrou valores superiores na temperatura de 25 °C, com média de 8,02 (Tabela 10). Assim como, nas sementes das espécies de *Poecilanthe parviflora* Benth (Moraes unpublished data), *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Fonseca and Jacobi, 2011), *Cedrela fissilis* Vell. (Oliveira and Barbosa, 2014) e *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (Holanda et al., 2015) foram obtidos índices elevados para a velocidade de germinação (IVG) na temperatura de 25 °C.

Para a determinação do vigor das sementes podem ser utilizados testes simples, como o tempo médio de germinação, que se fundamenta na suposição que as sementes mais vigorosas germinam mais rápido (Piña-Rodrigues et al. 2004). No entanto, no caso da espécie *L. albescens*, o tempo médio de germinação não apresentou diferenças significativas nas temperaturas analisadas (Tabela 10), demonstrando a plasticidade de adaptação da espécie em estudo. Contudo, pela diferença encontrada no índice de velocidade de germinação, pode-se inferir que a temperatura de 25 °C é capaz de proporcionar melhores condições ambientais para que as sementes expressem seu vigor, uma vez que o IVG foi superior nessa temperatura.

A formação de plântulas (parte aérea e raiz normais formados) demonstrou menor tempo médio, quando em temperatura de 30 °C, com média de 7,06 dias (Tabela 10), no entanto, nesta temperatura as plântulas encontravam-se desidratadas e danificadas.

O comprimento de parte aérea foi significativamente superior no tratamento com temperatura de 25 °C (Tabela 11). Resultados semelhantes foram verificados para a espécie de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp (Rosseto et al. 2009), em que a temperatura de 25 °C proporcionou maior crescimento da parte aérea, assim como para a espécie de *Clitoria fairchildiana* Howard que também foi verificado desenvolvimento superior de raiz nas plântulas (Alves et al. 2013).

O teste do crescimento das plântulas auxilia na determinação do vigor das sementes, por meio da avaliação do comprimento médio das plântulas normais ou de suas partes, como a raiz primária e a parte aérea, sob condições controladas de laboratório (Nakagawa, 1999). No trabalho dos autores Guedes et al. (2013), o teste de comprimento das plântulas demonstrou grande eficiência para separar lotes em níveis de vigor, quando aplicado para avaliar as plântulas oriundas do teste de emergência a campo. Desse modo, o teste para avaliar o crescimento das plântulas, evidencia boa capacidade para destacar lotes em categorias vigor, podendo ser aplicado tanto em ambiente controlado como a campo.

As variáveis massa fresca e seca de plântulas foram superiores para sementes germinadas em 20 °C (Tabela 11). Estes resultados estão de acordo com Valadares and Paula (2008), que também encontraram maior massa fresca e seca em temperatura de 20 °C, para a espécie *Poecilanthe parviflora* Benth.

### **Teste de Fotoblastia**

Os dados do teste de fotoblastia não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis analisadas (Tabela 12), devido ao fato que as sementes dessa espécie apresentam características de pioneira, podendo germinar em amplas condições de luminosidade, nesse sentido, conferindo uma grande capacidade de adaptação. Sendo que,

as distintas espécies de lupinos (americanas, europeias e africanas) apresentam a característica universal de habitar locais florestados, crescendo em clareiras, especialmente como plantas pioneiras em solos recentemente perturbados (Gladstones, 1998).

As respostas das sementes à luminosidade permitem classificá-las em fotoblásticas positivas (germinação beneficiada pela indução de luz), fotoblásticas negativas (germinação prejudicada pela indução de luz) e não - fotoblásticas ou neutras, sendo indiferentes ou insensíveis à luz (Marcos Filho 2005). Dessa forma, pode-se classificar as sementes de *L. albescens* como fotoblásticas neutras.

A luz é um dos principais fatores ambientais no controle da germinação de sementes, sendo que o embrião tem responsabilidade pela percepção e tradução do estímulo luminoso (Koller, 1972). A sensibilidade das sementes à luz é bastante variável de acordo com a espécie, havendo sementes controladas pela presença ou pela ou ausência de luz, além daquelas indiferentes a esse fator, sendo uma resposta ecofisiológica de determinadas espécies (Borges and Rena 1993; Manhone 2010, Dados não publicados).

A germinação sob distintas condições de luz pode estar relacionada com a quantidade de fitocromo existente de forma ativa nas sementes, o que é dependente da quantidade necessária para induzir o processo germinativo (Bewley and Black 1994). De acordo com Takaki (2001), as sementes que respondem de forma indiferente às condições de luz controlam a germinação por meio de respostas espontâneas a estímulos muito baixos aos fitocromos.

### **Teste de conservação de sementes**

As sementes de *L. albescens* armazenadas em câmara fria reduziram o teor de água ao longo do período de armazenamento. A análise de regressão apontou tendência quadrática decrescente com o mínimo de teor de água em 7,4 % aos 90 dias, para o ambiente de refrigeração (Figura 2). Para as sementes armazenadas em ambiente sem controle de



temperatura e umidade, a variação do teor de água ao longo do armazenamento não teve variância significativa (Figura 2). O teor de água das sementes permite determinar as condições adequadas durante o período de armazenamento, assim como a umidade relativa, as quais são influenciadas pela temperatura do ambiente e pelo tipo de embalagem (Warhm 1996). Resultados semelhantes foram encontrados para as sementes da espécie *Psidium cattleianum* Sabine (Silva et al. 2011) e *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Silva et al. 2014) nas condições de ambiente de laboratório, as quais apresentaram poucas variações no teor de água durante o período de armazenamento.

Em virtude da elevada quantidade de frutos de *L. albescens* coletados a campo, o processo de beneficiamento foi realizado gradativamente, em que as sementes foram aos poucos sendo armazenadas em refrigerador a temperatura de 5 a 8 °C. Desse modo, as sementes do estudo permaneceram durante 15 dias em refrigeração até a finalização do beneficiamento, após foram submetidas ao teste de conservação em dois locais de armazenamento. Possivelmente esse período em refrigeração proporcionou estabilização dos processos fisiológicos das sementes, reduzindo a sua germinação, uma vez que, as sementes armazenadas na condição de ambiente natural retornaram as suas funções fisiológicas, aumentando a sua germinação ao longo do tempo (Figura 3A).

Nas condições de armazenamento em ambiente de laboratório, a germinação inicial das sementes encontrava-se em torno de 40 %, no entanto, ocorreu um aumento no percentual de sementes germinadas no final do experimento (próximo aos 70 %) (Figura 3A). Em contrapartida, houve um declínio acentuado na germinação das sementes armazenadas em câmara fria, reduzindo-se a 20 % de germinação (Figura 3A). Do mesmo modo, as espécies *Apeiba tibourbou* AUBL. (Matos et al. 2008), *Anadenanthera colubrina* (L.) Speg, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. e *Cedrela fissilis* Vell. (Lima et al. 2007) demonstraram aumento na porcentagem de germinação após o período de

armazenamento em ambiente sem controle de temperatura e umidade, em embalagem de sacos de papel Kraft.

Em conformidade com os dados obtidos no teste de germinação, inicialmente, as sementes acondicionadas em ambiente de laboratório demonstraram baixa porcentagem de formação de plântulas normais, contudo, no decurso do período de armazenamento houve aumento na quantidade de plântulas formadas (Figura 3B). Entretanto, o armazenamento em câmara fria resultou na redução do desenvolvimento de plântulas, inversamente proporcional ao tempo de armazenamento (Figura 3B).

Para o tempo médio de germinação ocorreu uma tendência crescente quadrática para as sementes armazenadas no ambiente de laboratório, todavia, para as sementes dispostas no local de refrigerador foi verificado um aumento com tendência linear (Figura 3C). Observou-se um acréscimo no tempo médio de germinação ao longo do período de armazenamento das sementes de *L. albescens*, para ambos os locais de conservação.

O índice de velocidade de germinação diminuiu significativamente para as sementes armazenadas em câmara fria, no entanto, para as sementes estocadas em ambiente de laboratório houve superioridade nos resultados (Figura 3D). Semelhantes a esses resultados, sementes de *Apeiba tibourbou* AUBL. também apresentaram redução no índice de velocidade de germinação, quando armazenadas em câmara fria por até os 90 dias (Matos et al. 2008).

A variável tempo médio para formação das plântulas apresentou tendência quadrática crescente em ambos locais de armazenamento, contudo, no ambiente de laboratório com uso da embalagem papel kraft houve menor tempo médio, em comparação ao local de refrigeração (Figura 3E). Com resultados similares, as sementes da espécie *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. demonstraram menor tempo médio de plântula no local de temperatura ambiente, com o uso de embalagem de papel (Silva et al. 2014).

Os dados de comprimento de parte aérea não apresentaram tendência significativa pela análise de regressão em relação ao tempo de armazenamento, no entanto, foi observado que as sementes conservadas no ambiente de laboratório resultaram em crescimento superior, em relação ao local de câmara fria com o uso de embalagem plástica, apontando diminuição no comprimento dessa variável (Figura 4A). Assim como, as sementes da espécie *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Silva et al. 2014) que evidenciaram redução no comprimento de parte aérea, quando submetidas ao ambiente de refrigeração sob o uso de embalagem plástica, durante o período de armazenamento.

O comprimento médio da raiz no início do armazenamento foi de 5,8 e 3,4 cm para as plântulas do ambiente de laboratório e câmara fria, respectivamente, sendo verificada uma redução dessa variável aos 15 e 30 dias para as sementes armazenadas em ambos locais (Figura 4B). A partir dos 60 dias, houve um crescimento das raízes das plântulas, atingindo cerca de 6,3 cm, para os dois locais de armazenamento (Figura 4B). De modo semelhante, as sementes das espécies de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Silva et al. 2014) e *Apeiba tibourbou* AUBL. (Matos et al. 2008), acondicionadas em sacos de papel, apresentaram variações no comprimento de raiz das plântulas, conforme o armazenamento em local de ambiente, durante a realização do experimento e até os 90 dias, respectivamente.

Em suma, os resultados das variáveis analisadas durante o período de armazenamento, evidenciaram para a espécie nativa de *L. albescens*, que as condições de ambiente natural do laboratório e o uso de embalagem de saco de papel Kraft escuro foram os mais viáveis para a conservação das suas sementes. Do mesmo modo, as espécies de *Anadenanthera colubrina* (L.) Speg., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Lima et al. 2007), *Apeiba tibourbou* AUBL. (Matos et al. 2008), *Psidium cattleianum* Sabine (Silva et al. 2011) e *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Silva et al. 2014) demonstraram menor perda de viabilidade e vigor sob a condição de armazenamento em

ambiente natural laboratório, com o uso de embalagem de papel, sendo mais apropriados para a conservação das sementes.

O início do processo de deterioração das sementes caracteriza-se pela desestruturação do sistema de membranas celulares, desse modo, o teste de condutividade elétrica fornece conhecimentos em conjunto com as demais análises de vigor, durante o período de armazenamento (Santos et al. 2005). Os valores de condutividade elétrica para as sementes de *L. albescens*, após os tempos de 24 e 48 horas, não mostraram diferença significativa entre os locais de armazenamento sob temperatura ambiente de laboratório e câmara fria (Figura 5).

A condutividade elétrica das sementes em embebição por 72 horas apresentou diferença significativa entre os períodos de armazenamento avaliados, sendo os valores de CE diretamente proporcionais ao tempo de armazenamento, com tendência quadrática (Figura 5A). Neste período, a embebição promoveu maior taxa de lixiviação de solutos no período de 45 dias, posteriormente, demonstrando uma diminuição na presença de solutos, no decurso do teste de conservação.

Para o período de 96 horas, não houve regressão significativa para as sementes armazenadas em ambiente de laboratório, entretanto, o local de refrigerador apresentou uma redução linear, ao longo do período da análise (Figura 5B). Desse modo, houve interação entre os fatores tempo e local de armazenamento, observando-se para ambos os locais houve uma elevada condutividade elétrica aos 30 dias, sendo que após esse período, houve redução no conteúdo de lixiviados até o final das avaliações.

Posteriormente ao período de 120 e 144 horas, as análises do teste de condutividade elétrica registraram superioridade aos 15 dias, entretanto, a partir dos 30 dias, ocorreu diminuição nos teores de solutos lixiviados, para os locais de armazenamento em ambiente de laboratório e refrigeração (Figuras 5C e 5D).

De acordo com os resultados das análises de embebição das sementes durante o período de 96, 120 e 144 horas, o teste de condutividade elétrica demonstrou maior quantidade de solutos lixiviados no início do armazenamento das sementes em embalagem plástica de fechamento zip no ambiente de refrigerador. Segundo Rech et al. (1999), a alta quantidade de solutos lixiviados na solução das sementes e conseqüentemente, o valor elevado da condutividade elétrica, estão diretamente relacionados ao menor vigor das sementes. Por outro lado, a partir dos 30 dias, verificou-se o aumento do vigor das sementes armazenadas em ambiente de laboratório e refrigerador, conforme o decréscimo nos teores da condutividade elétrica. Entretanto, no teste de germinação, a espécie de *L. albescens* apresentou taxa germinativa superior para as sementes armazenadas em ambiente de laboratório, desse modo, a aplicação destes testes de vigor aliado ao teor de água constante para a espécie em estudo, demonstraram vigor mais elevado para as sementes armazenadas sob condições de ambiente de laboratório.

Um dos principais desafios durante a recuperação de áreas degradadas, principalmente em áreas arenizadas, como no sudoeste do Rio Grande do Sul, é a escolha de espécies vegetais promissoras na adaptabilidade a locais impactados, visando a busca por resultados satisfatórios. Nesse contexto, o uso de espécies nativas do local de origem torna-se uma alternativa para acelerar o processo de recuperação de áreas degradadas, associando com espécies que proporcionem maior estabilidade do solo e elevada relevância para o reajuste do ecossistema dos adubos verdes, constituindo práticas conservacionistas importantes na cobertura inicial do solo (Aguar et al. 2000).

A espécie nativa de *L. albescens* apresenta-se como uma possibilidade para ser utilizada na reabilitação de áreas degradadas por arenização, em virtude das suas potencialidades de boa cobertura do solo, produção de matéria seca e fixação de nitrogênio. Pinheiro and Miotto (2001) citam o seu desenvolvimento em locais com elevada radiação solar, adaptabilidade a solos com textura arenosa e inclusive, dunas litorâneas. Visto que, é

uma leguminosa localizada no domínio fitogeográfico do Bioma Pampa (Iganci and Miotto 2015), bem como na região sudoeste do RS e em algumas áreas atingidas pelo processo de arenização.

No entanto, essa espécie nativa ainda não foi submetida a técnicas de melhoramento genético, apresentando heterogeneidade em suas etapas de desenvolvimento, podendo ser encontradas plantas em diversas fases na mesma população. Desse modo, para a espécie de *L. albescens* há mínimos estudos sobre o comportamento e aspectos de seus frutos e sementes. Segundo Donadio and Demattê (2000), existe extrema relevância sobre o conhecimento dessas características, pois contribuem na interpretação e condução de testes de germinação em laboratório, visto que orientam na exploração das condições ideais e ainda, sobre os aspectos do armazenamento de sementes e a facilidade do reconhecimento das espécies em banco de sementes no solo. Além disso, fornecem subsídios para o estudo dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural das espécies (Silva et al. 1995; Melo et al. 2004).

## CONCLUSÕES

Os frutos da espécie de *Lupinus albescens* dispersam as suas sementes por autocoria, sendo abertos na forma de um helicoide. Os frutos maduros e sementes possuem coloração marrom e, algumas sementes apresentam listras claras. O número total de lócus por fruto varia de seis a oito, com tamanho médio do fruto de 5,89 cm e o número médio de sementes íntegras de 5,7 e de sementes por fruto de 6,69. As medidas biométricas das sementes apresentaram resultados intermediários de 4,59 mm de largura, 2,32 mm de espessura e 6,01 mm de comprimento.

O tratamento pré-germinativo mais adequado foi a escarificação mecânica entre lixas, no tempo de 40 segundos e sob a temperatura de 25 °C. As sementes foram

classificadas como fotoblásticas neutras e com ausência de dormência. As condições de ambiente de laboratório e em embalagem de saco de papel Kraft escuro é o mais indicado para o armazenamento das sementes em estudo.

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi descrever dispersão, coloração, tamanho e características morfológicas dos frutos e sementes de *L. albescens*, além de tratamentos pré-germinativos, aspectos de luminosidade e conservação das sementes. Uma população foi coletada em São Francisco de Assis/RS e duas em Alegrete/RS, para análise dos frutos e sementes. Os tratamentos pré-germinativos dividiram-se em três estudos: sete métodos pré-germinativos; tempos de escarificação e temperaturas. Na fotoblastia, as sementes foram escarificadas entre lixas e submetidas a 25 °C e 16 h de fotoperíodo, sob e luz branca e verde em BOD. Na curva de embebição, os tratamentos foram controle e escarificação entre lixas, monitorando o peso das sementes nos tempos definidos. Conservação das sementes: câmara fria em saco plástico e ambiente natural em saco de papel, avaliando-se umidade, germinação e condutividade elétrica em períodos estabelecidos. Avaliações consistiram na descrição de frutos, sementes e análises de viabilidade, utilizando-se delineamento inteiramente casualizado. Os resultados demonstraram dispersão por autocoria, coloração marrom de frutos e sementes e algumas sementes listradas. Tratamento pré-germinativo superior foi entre lixas, durante 40 segundos e sob 25 °C. Sementes classificam-se como fotoblásticas neutras e sem dormência. O ambiente natural e saco de papel foram adequados para o armazenamento.

Palavras-chave: Bioma Pampa, espécie nativa, fisiologia de sementes, morfologia de frutos, recuperação de áreas arenizadas.

## REFERENCES

- Aguiar AV, Silva AM, Moraes MLT, Freitas MLM, Bortolozzo FR. 2000. Implantação de espécies nativas para recuperação de áreas degradadas em região de Cerrado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Anais, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, Fundação Universidade Regional de Blumenau, CD-ROM.
- Alves MM, Alves EU, Bruno RLA, Silva KRG, Barrozo LM, Moura SSS, Cardoso EA. 2013. Germinação e vigor de sementes de *Clitoria fairchildiana* Howard (Fabaceae) em função da coloração do tegumento e temperaturas. *Bioscience Journal* 29: 216-223.
- Andrade ACS, Cunha R, Souza AF, Reis RB, Almeida KJ. 2003. Physiological and morphological aspects of seed viability of a neotropical savannah tree, *Eugenia dysenterica* DC. *Seed Science & Technology* 31: 125-137.
- Baskin CC and Baskin JM. 2001. *Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. 1a ed. San Diego: Elsevier Science & Technology Books, 666 p.
- Baskin CC and Baskin JM. 2014. *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. 2a ed. San Diego: Elsevier Science & Technology Books, 1583 p.
- Basu RN. 1995. Seed viability. In: Basra AS. *Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications*. New York: Haworth Press, 42 p.
- Bertagnolli, C. M. et al. 2003. Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a estresses hídrico e térmico. *Revista Brasileira de Sementes* 25 (1): 7-13.
- Bewley JD and Black M. 1994. Development: regulation and maturation. In: \_\_\_\_\_. *Seeds: physiology and development and germination*. 2.ed. New York: Plenum Press, 117-145 p.
- Bezerra AM, Momenté VG, Araújo EC, Filho SM. 2002. Germinação e desenvolvimento de plântulas de melão-de-são-caetano em diferentes ambientes e substratos. *Ciência Agrônômica* 33: 39-44.
- Brasil. 2009. *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento. Brasília, 399 p.
- Borges EEL and Rena AB. 1993. Germinação de sementes. In: Aguiar IB; Piña-Rodrigues FCM; Figliolia MB (Coord.). *Sementes florestais tropicais*. Brasília: ABRATES 137-74.
- Byng JW, Chase MW, Christenhusz MJM, Fay MF, Judd WS, Mabberley DJ, Sennikov NA, Soltis DE, Soltis OS, Stevens PF. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.
- Carvalho NM and Nakagawa J. 2000. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4a ed. Jaboticabal: FUNEP, 588 p.



- Donadio NMM and Demattê MESP. 2000. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.) e jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) – Fabaceae. *Revista Brasileira de Sementes* 22: 64 -73.
- Eschiapati-Ferreira MS and Perez SCJGA. 1997. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Senna macranthera*. *Rev. Bras. de Sementes* 19: 231-237.
- Felippi M, Maffra CRB, Cantarelli EB, Araújo MM, Longhi SJ. 2012. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. *Ciência Florestal* 22: 631-641.
- Ferreira AG and Borghetti F. 2004. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre, Artmed, 324 p.
- Ferreira AG, Cassol B, Rosa SGT, Silveira TS, Stival AL, Silva AA. 2001. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 15: 231-242.
- Ferreira EGBS, Matos VP, Gonçalves EP, Ferreira RLC, Silva RB. 2014. Tratamentos pré-germinativos em sementes de duas espécies do gênero *Poincianella*. *Revista Ciência Agronômica* 45: 566-572.
- Figliolia MB, Oliveira EC, Piña-Rodrigues FCM. 1993. Análise de sementes. In: Aguiar IB, Piña-Rodrigues FCM, Figliolia MB (Ed.) *Sementes florestais tropicais*. Abrates 137-174.
- Fonseca NG, Jaconi CM. 2011. Desempenho germinativo da invasora *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. e comparação com *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. E *Caesalpinia pulcherrima* (L.) SW. (Fabaceae). *Acta Bot. Bras.* 25: 191-197.
- Freitas EM, Trevisan R, Schneider AA, Boldrini II. 2010. Floristic diversity in areas of sandy soil grasslands in Southwestern Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Biociências*, 8: 112-130.
- Freitas VLO, Alves THS, Lopes RMF, Filho JPL. 2009. Biometria de frutos e sementes e germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. e *Dimorphandra wilsonii* Rizz. (Fabaceae – Caesalpinioideae). *Sci. Forestalis* 37: 027-035.
- Gama JSN, Alves EU, Bruno RLA, Junior LRP, Junior JMB, Monte DMO. 2011. Superação de dormência em sementes de *Centrosema plumieri* Benth. *Rev. Bras. Sementes* 33: 643-651.
- Gama JSN, Monte DMO, Alves EU, Bruno RLA, Júnior JMB. 2010. Temperaturas e substratos para germinação e vigor de sementes de *Euterge oleracea* Mart. *Revista Ciência Agronômica* 41: 664-670.
- Garcia LC, Barros FV, Filho JPL. 2006. Comportamento germinativo de duas espécies de canga ferrífera: *Baccharis retusa* DC. (Asteraceae) e *Tibouchina multiflora* Cogn. (Melastomataceae). *Acta Botanica Brasileira* 20: 443-448.
- Gentil DFO and Ferreira SAN. 2005. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). *Acta Amazônica* 35: 337-342.

- Gladstones JS. 1998. Distribution, origin, taxonomy, history and importance. In: Gladstones JS, Atkins CA, Hamblin J (Eds.). *Lupinus as crop plants: biology, production and utilization*. Cambridge: CAB International 1- 39.
- Guedes RS, Alves EU, Costa EMT, Santos-Moura SS, Silva RS, Cruz RFS. 2013. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. *Bioscience Journal* 29 (4): 859-866.
- Hermansen LA, Duryea ML, West SH, Malavasi MM. 2000. Pretreatments to overcome seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis* Benth. *Seed Science and Technology* 28: 581-595.
- Holanda AER, Filho SM, Diogo IJS. 2015. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.- Fabaceae). *Gaia Scientia* 9: 22-27.
- Iganci JRV and Miotto STS. *Lupinus* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB29743>>. Access in: 13 Out. 2016.
- Koller O. 1972. Environmental control of seed germination. London: Academic.
- Lima VVF, Vieira DLM, Salomão NA, Mundim RC, Sevilha AC. 2007. Germinação de espécies de floresta decidual após armazenamento: implicações para restauração. *Rev. Bras. de Biociências* 5: 96-98.
- Lopes RMF, Freitas VLO, Filho JPL. 2010. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Plathymenia reticulata* Benth. e *Plathymenia foliolosa* Benth. (Fabaceae – Mimosoideae). *Revista Árvore* 34: 797-805.
- Maguire JD. 1962. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2: 176-177.
- Marcos Filho J. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq.
- Martins CC, Nakagawa J, Bovi MLA. 1999. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de Palmito-Vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes – Palmae). *Rev. Bras. de Sementes* 21: 164-173.
- Matos VP, Ferreira EGBS, Ferreira RLC, Sena LHM, Sales AGFA. 2008. Efeito do tipo de embalagem e do ambiente de armazenamento sobre a germinação e o vigor das sementes de *Apeiba tibourbou* AUBL. *Revista Árvore* 32: 617-625.
- Mayer AM and Poljakoff-Mayber A. 1989. The germination of seeds. Oxford: Pergamon, 270 p.
- Medeiros Filho S, França ED, Innecco R. 2002. Germinação de sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Farwel e *Operculina alata* (Ham.) Urban. *Rev. Bras. de Sementes* 24: 102-107.

- Melo MGG, Mendonça MS, Mendes AMS. 2004. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). *Acta Amazônica* 34: 9-14.
- Miranda PRM, Ferraz IDK. 1999. Efeitos da temperatura na germinação de sementes e morfologia da plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C. Berg. *Rev. Bras. de Botânica* 22: 303-307.
- Moussa H, Margolis HA, Dubé PA, Odongo J. 1998. Factores affecting the germination of doum palm (*Hyphaene thebaica* Mart.) seeds from the semi-arid of Nger, West Africa. *Forest Ecology and Management* 4: 27-34.
- Nakagawa, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanoski FC, Vieira RD, França Neto JB (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Abrates 2: 1-2.
- Oliveira AKM and Barbosa LA. 2014. Efeitos da temperatura na germinação de sementes e na formação de plântulas de *Cedrela fissilis*. *Floresta* 44: 441 – 450.
- Oliveira EC and Pereira TS. 1984. Morfologia dos frutos alados em Leguminosae - Caesalpinioideae - *Martiodendron Gleason*, *Peltophorum* (Vogel) Walpers, *Sclerolobium* Vogel, *Tachigalia* Aublet e *Schizolobium* Vogel. *Rodriguesia* 36: 35-42.
- Pereira MO, Souza-Leal T, Lagazzi G, Pedroso-de-Moraes C. 2011. Avaliação de métodos de escarificação na superação de dormência de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Fabaceae: Caesalpinioideae). *Rev. em Agronegócio e Meio Ambiente* 4: 119-129.
- Pereira DS, Pereira MS, Bezerra AME. 2013. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Cochlospermum vitifolium* (Will.) Sprengel. *Revista Floresta e ambiente* 20: 391-397.
- Pillar VP, Muller SC, Castilhos ZMS, Jacques AV. 2009. Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. Publicação do Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais. Seropédica: UFRRJ, 403 p.
- Pinheiro M and Miotto STS. 2001 Flora ilustrada do Rio Grande do Sul. Leguminosae: Faboideae, gênero *Lupinus* L. *Boletim do Instituto de Biociências*, n.60. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 100 p.
- Rech EG, Villela FA, Tillmann MAA. 1999. Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. *Rev. Bras. de Sementes* 21: 1-9.
- Rosseto J, Albuquerque MCF, Neto RMR, Silva ICO. 2009. Germinação de sementes de *Parkia pendula* (willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae) em diferentes temperaturas. *R. Árvore* 33: 47-55.
- Santarém ER and Aquila MEA. 1995. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de *Senna macranthera*. *Rev. Bras. de Sementes* 17: 205-209.
- Santos CMR, Menezes NL, Villela FA. 2005. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. *Rev. Bras. de Sementes* 27: 104-114.

- Santos TO, Morais TGO, Matos VP. 2004. Escarificação mecânica em sementes de Chichá (*Sterculia Foetida* L.). *Revista Árvore* 28: 1-6.
- Shimizu ESC, Pinheiro HA, Costa MA, Filho BGS. 2011. Aspectos fisiológicos da germinação e da qualidade de plântulas de *Schizolobium amazonicum* em resposta à escarificação das sementes em lixa e água quente. *Revista Árvore* 35: 791-800.
- Silva A, Perez SCJGA, Paula RC. 2011. Qualidade fisiológica de sementes de *Psidium cattleianum* sabine acondicionadas e armazenadas em diferentes condições. *Rev. Bras. de Sementes* 33: 197 – 206.
- Silva JB, Nakagawa J. 1995. Estudos de fórmulas para cálculo de velocidade de germinação. *Informativo Abrates* 5: (1) 62-73.
- Silva JRO, Albuquerque MCF, Silva ICO. 2014. Armazenamento de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae) em diferentes embalagens e ambientes. *Floresta e Ambiente* 21: 457- 467.
- Silva LMM, Matos VP, Pereira DD, Lima AA. 1995. Morfologia de frutos, sementes, e plântulas de *Luetzelburgia auriculata* Ducke (pau-serrote) e *Pterogyne nitens* Tul. (madeira-nova-do-brejo) – Leguminosae. *Revista Brasileira de Sementes* 17: 154-159.
- Takaki M. 2001. New proposal of classification of seed based on forms of phytochrome insted of photoblastism. *R. Bras. Fisiol. Veg.* 13: 103-107.
- Valadares J, Paula RC. 2008. Temperaturas para germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae - Faboideae). *Rev. Bras. de Sementes* 30: 164-170.
- Warhm EJA. 1996. Comparison of packing materials for seed with particular reference to humid environments. *Seed Science and Technology* 14: 191-211.
- Wolko B and Weeden NF. 1990. Relationships among lupin species as reflected be isozyme phenotype. *Genetica Polonica* 31: 189-197.
- Zaidan LBP and Barbedo CJ. 2004. Quebra de dormência em sementes. In: Ferreira FG, Borghetti F. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 135-146 p.

TABELA 1. Transformação e análise das variáveis dos testes avaliados que não atenderam aos pressupostos da ANOVA, Porto Alegre/RS, 2016.

Testes analisados	Variável	Transformação/Análise
Análise dos frutos	Sementes malformadas	*Kruskal-Wallis
	Nº de lócus vazios	*Kruskal-Wallis
	Sementes vivíparas	*Kruskal-Wallis
TPG Experimento 1	Comp. PA (cm)	Log x/10
	G (%)	*Kruskal-Wallis
	FP (%)	*Kruskal-Wallis
TPG Experimento 2	G (%)	$\sqrt{x}$
	FP (%)	$\sqrt{x}$
	IVG	$\sqrt{x}$
TPG Experimento 3	IVG	$x^2$
	TMG (dias)	Inverso $x^2$
	TMP (dias)	$x^2$
Fotoblastia	Comp. PA (cm)	Inverso de $x^2$
	MSP (g)	$\sqrt{x}$
Conservação	FPN (%)	$x/5$

TPG = tratamento pré-germinativo; Nº de lócus vazios = número de lócus vazios; Comp. PA (cm) = comprimento de parte aérea; G (%) = porcentagem de germinação; FP (%) = porcentagem de formação de plântula; IVG = índice de velocidade de germinação; TMG (dias) = tempo médio de germinação; TMP (dias) = tempo médio de plântula; MSP (g) = massa seca de plântula; FPN (%) = formação de plântulas normais; \*Teste de Krukall-Wallis para análise de variância não paramétrica.

TABELA 2. Dados médios do número total de lócus (Nº Total Lócus), tamanho do fruto (TF), número de sementes íntegras (Nº SI), número de sementes por fruto (Nº SF) e das medidas biométricas de comprimento (Comp.), largura (Larg.) e espessura (Esp.) referente aos três locais de coleta para as sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2015.

População	Nº Total Lócus	TF (cm)	Nº SI	Nº SF	Comp. (mm)	Larg. (mm)	Esp. (mm)
1	7,08 a	6,64 a	6,06 a	6,99 a	5,97 <sup>ns</sup>	4,72 a	2,43 a
2	6,55 b	5,48 b	5,39 b	6,43 b	5,99	4,58 b	2,23 b
3	6,64 b	5,55 b	5,64 b	6,64 ab	6,08	4,48 b	2,3 b
CV (%)	2,62	2,29	3,72	3,84	1,18	1,35	2,49

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade de erro; Nº Total Lócus = número total de lócus por fruto; TF (cm) = tamanho do fruto; Nº SI = número de sementes íntegras; Nº SF = número de sementes por fruto; Comp. (mm) = comprimento; Larg. (mm) = largura; Esp. (mm) = espessura; CV = coeficiente de variação. Na coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste DMS (5%).

TABELA 3. Análise de variância da morfologia dos frutos de *L. albescens* de acordo com as populações coletadas, Porto Alegre/RS, 2016.

	População	Média Geral	CV (%)	GL
N° SD	p=0,5486 <sup>ns</sup>	0,425	*	2
N° SMF	p=0,6272 <sup>ns</sup>	0,945	14,55	2
N° LV	p=0,0509 <sup>ns</sup>	0,085	*	2
N° SV	p=0,5730 <sup>ns</sup>	0,017	*	2

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade de erro; N° SD = número de sementes deterioradas; N° SMF = número de sementes mal formadas; N° LV = número de lócus vazios; N° SV = número de sementes vivíparas; CV = coeficiente de variação; GL = grau de liberdade do erro.

TABELA 4. Características físicas do teor de água, peso de mil sementes (PS 1000) e número total de sementes por quilo (NTS kg<sup>-1</sup>) da espécie de *L. albescens* para as três populações, Porto Alegre/RS, 2016.

População	Teor de água (%)	PS 1000 (g)	NTS (kg <sup>-1</sup> )
1	8,48 b	54,64 a	18.301
2	8,2 b	45,95 c	21.762
3	9,9 a	48,66 b	20.550
CV (%)	4,93	2,12	-

PS 1000 (g) = peso de mil sementes; NTS (kg<sup>-1</sup>) = número total de sementes por kg<sup>-1</sup>; CV = coeficiente de variação. Na coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste DMS (5%).

TABELA 5. Análise de variância referente aos dados de porcentagem de germinação e de formação de plântulas, massa seca (MSP) e fresca de plântulas (MFP) e tempo médio de plântulas (TMP), sob sete tratamentos pré-germinativos para as sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016.

Variáveis analisadas	TPG Experimento 1	Média Geral	CV (%)	GL
Germinação (%)	p= 0,0188	84,57	*	6
Formação de plântula (%)	p= 0,0301	84,57	*	6
MSP (g)	p=0,1383 <sup>ns</sup>	0,5803	16,44	6
MFP (g)	p=0,1298 <sup>ns</sup>	8,79	18,94	6
TMP (dias)	p=0,8281 <sup>ns</sup>	4,08	9,36	6

\*Análise não paramétrica, Teste de Kruskal-Wallis; <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade de erro; TGP Experimento 1 = tratamento pré-germinativo do experimento 1; MSP (g) = massa seca de plântula; MFP (g) = massa fresca de plântula; TMP (dias) = tempo médio de plântulas; CV = coeficiente de variação; GL = grau de liberdade do erro.

TABELA 6. Dados médios de porcentagem de germinação (G) e de formação de plântulas (FP), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (Comp. PA), comprimento de raiz (Comp. Raiz) e tempo médio de germinação (TMG), sob sete tratamentos pré-germinativos para acelerar o processo de germinação das sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016.

Trat.	G (%)	FP (%)	IVG	Comp. PA (cm)	Comp. Raiz (cm)	TMG (dias)
T1	84bc	84 bc	11,47 b	7,82 a	4,48 d	2,23 ab
T2	90 ab	89 ab	11,22 b	5,24 ab	7,71 ab	2,3 ab
T3	99 a	99 a	15,02 a	3,7 b	6,58 c	2,02 a
T4	77 bc	78 bc	8,32 c	3,9 b	6,84 bc	2,81 c
T5	78 bc	78 bc	9,3bc	4,09 b	7,69 ab	2,54 bc
T6	90 ab	90 ab	10,9 bc	4,77 b	8,25 a	2,53 bc
T7	74 c	74 c	8,36 c	4,02 b	7,37 abc	2,5 bc
CV (%)	14,21	14,37	16,11	36,79	10,73	12,10

Trat. = tratamentos; T1 =testemunha; T2 =escarificação mecânica entre lixas nº120 durante 20s; T3 = escarificação mecânica com lixa nº120 na região oposta ao embrião; T4 = imersão em água a 80°C por 30s; T5 = imersão em água a 80°C até o resfriamento; T6 = imersão em solução química com soda cáustica; T7 = imersão em água a 60°C até o resfriamento; G (%) = porcentagem de germinação; FP (%) = porcentagem de formação de plântula; IVG = índice de velocidade de germinação; Comp. PA (cm) = comprimento de parte aérea; Comp. Raiz (cm) = comprimento de raiz; TMG (dias) = tempo médio de germinação; CV= coeficiente de variação. Na coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste DMS (5%).

TABELA 7. Dados médios de porcentagem de germinação (G), de formação de plântulas (FP), índice de velocidade de germinação (IVG), massa fresca (MF) e massa seca de plântulas (MS) para as três populações, sob diferentes tempos de escarificação mecânica entre lixas nas sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016.

População	TE (s)	G (%)	FP (%)	IVG	MFP (g)	MSP (g)
1	0	19 aA	19 aA	0,80 aA	0,35 <sup>ns</sup>	0,037 aA
	20	16 aB	16 aB	0,63 aB	0,36	0,048 aA
	40	17 aC	17 aC	1,10 aC	0,39	0,040 aB
2	0	8 cB	8 cB	0,54 bA	0,34	0,031 bA
	20	69 bA	69 bA	7,47 aA	0,36	0,038 abAB
	40	87 aA	87 aA	8,02 aA	0,39	0,065 aA
3	0	13 bA	13 bA	0,70 bA	0,34	0,041 aA
	20	57 aA	57 aA	5,88 aA	0,35	0,026 aB
	40	50 aB	50 aB	6,25 aB	0,36	0,018 aB

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade de erro; TE = tempo de escarificação; G (%) = porcentagem de germinação; FP (%) = porcentagem de formação de plântula; IVG = índice de velocidade de germinação; MFP (g) = massa fresca de plântula; MSP (g) = massa seca de plântula; Na coluna, comparação das médias dos tempos de escarificação com letras minúsculas e comparação das médias com letras maiúsculas para os pontos de coleta, em que as letras iguais não diferem entre si pelo teste DMS (5%).

TABELA 8. Comprimento de parte aérea (Comp. PA), comprimento de raiz (Comp. Raiz) e tempo médio de plântula (TMP), submetidos as três populações das sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016.

População	Comp. PA (cm)	Comp. Raiz (cm)	TMP (dias)
1	2,62 b	7,61 a	10,48 b
2	5,08 a	6,28 b	8,92 a
3	4,86 a	6,01 b	9,61 ab

Comp. PA (cm) = comprimento de parte aérea; Comp. Raiz (cm) = comprimento de raiz; TMP (dias) = tempo médio de plântula; Na coluna, médias seguidas de letras iguais minúsculas, não diferem entre si pelo teste DMS (5%).

TABELA 9. Dados médios do tempo médio de germinação (TMG), conforme as três populações coletadas e os tempos de escarificação mecânica entre lixas nas sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016.

População	TMG (dias)	TE (s)	TMG (dias)
1	6,21 b	0	6,24 b
2	4,75 a	20	5,16 ab
3	4,84 a	40	4,31 a

TE = tempo de escarificação; TMG (dias) = tempo médio de germinação; Na coluna, médias seguidas de letras iguais minúsculas, não diferem entre si pelo teste DMS (5%).

TABELA 10. Porcentagem de germinação (G), de formação de plântulas (FP), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e tempo médio de plântula (TMP), sob diferentes temperaturas nas sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016.

Temp.	G (%)	FP (%)	IVG	TMG (dias)	TMP (dias)
20 °C	78 a	78 a	7,64 b	3,36 <sup>ns</sup>	10,05 c
25 °C	87 a	87 a	8,02 a	4,45	8,70 b
30 °C	63 b	63 b	7,23 c	4,05	7,06 a

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade de erro; Temp. = temperaturas; G (%) = porcentagem de germinação; FP (%) = porcentagem de formação de plântula; IVG = índice de velocidade de germinação; TMG (dias) = tempo médio de germinação; TMP (dias) = tempo médio de plântula; Na coluna, médias seguidas de letras iguais minúsculas, não diferem entre si pelo teste DMS (5%).



TABELA 11. Comprimento de parte aérea (Comp. PA), comprimento de raiz (Comp. Raiz), massa fresca (MF) e massa seca de plântulas (MS), submetidos a diferentes temperaturas nas sementes de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016.

Temp.	Comp. PA (cm)	Comp. Raiz (cm)	MFP (g)	MSP (g)
20 °C	3,3 b	7,0 a	0,410 a	0,034 a
25 °C	5,2 a	6,3 a	0,295 b	0,018 b
30 °C	4,6 c	4,8 b	0,053 c	0,004 c

Temp. = temperaturas; Comp. PA (cm) = comprimento de parte aérea; Comp. Raiz (cm) = comprimento de raiz; MFP (g) = massa fresca de plântula; MSP (g) = massa seca de plântula; Na coluna, médias seguidas de letras iguais minúsculas, não diferem entre si pelo teste DMS (5%).

TABELA 12. Análise de variância referente aos dados analisados no teste de fotoblastia para as sementes da espécie de *L. albescens*, Porto Alegre/RS, 2016.

Variáveis analisadas	Teste de fotoblastia	Média geral	CV (%)	GL
G (%)	p=0,4559 <sup>ns</sup>	78,85	8,91	5
FP (%)	p=0,5385 <sup>ns</sup>	68,57	9,65	5
FPA (%)	p=0,6606 <sup>ns</sup>	4	163,8	5
IVG	p=0,6722 <sup>ns</sup>	10,47	23,14	5
TMG (dias)	p=0,6028 <sup>ns</sup>	3,04	20,8	5
TMP (dias)	p=0,3001 <sup>ns</sup>	9,11	14,10	5
Comp. Raiz (cm)	p=0,3603 <sup>ns</sup>	3,80	29,37	5
Comp. PA (cm)	p=0,2002 <sup>ns</sup>	4,7	41,21	5
MFP (g)	p=0,6435 <sup>ns</sup>	4,95	26,74	5
MSP (g)	p=0,5064 <sup>ns</sup>	0,41	9,52	5
VR (mL)	p=0,2108 <sup>ns</sup>	1	5,32	5

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade de erro; G (%) = porcentagem de germinação; FP (%) = porcentagem de formação de plântula; FPA (%) = porcentagem de formação de plântula anormal; IVG = índice de velocidade de germinação; TMG (dias) = tempo médio de germinação; TMP (dias) = tempo médio de plântula; Comp. Raiz (cm) = comprimento de raiz; Comp. PA (cm) = comprimento de parte aérea; MFP (g) = massa fresca de plântula; MSP (g) = massa seca de plântula; VR (mL) = volume de raízes; CV = coeficiente de variação; GL = grau de liberdade do erro.

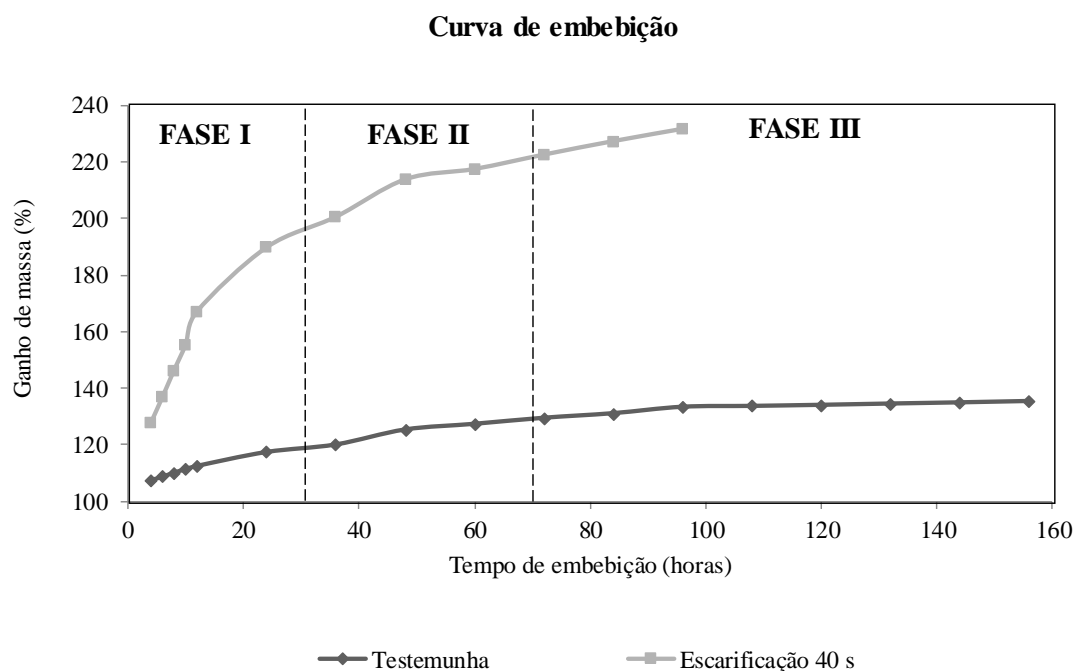


FIGURA 1. Curva de embebição das sementes de *L. albescens*, escarificação no tempo de 40 segundos, Porto Alegre/RS, 2016.

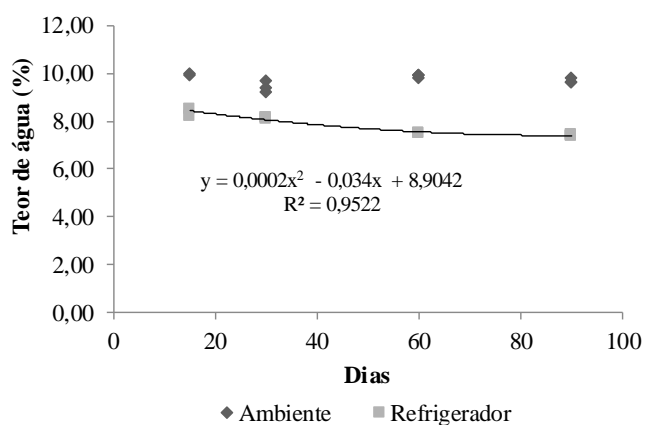


FIGURA 2. Equações representativas do teor de água (%) das sementes de *L. albescens*, submetidas ao período de armazenamento nos locais de ambiente e refrigerador, Porto Alegre/RS, 2016.

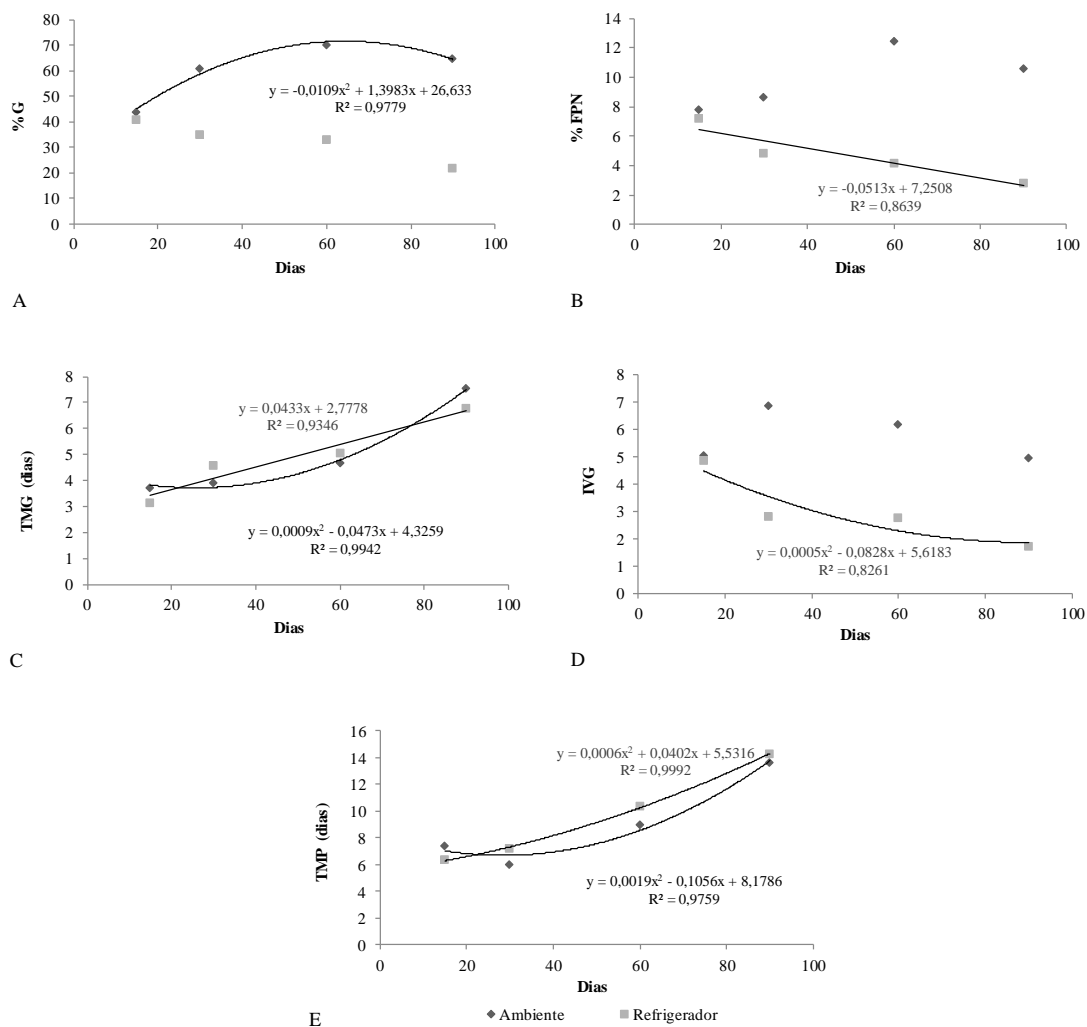


FIGURA 3. Porcentagem de germinação (A), porcentagem de formação de plântulas normais (B), tempo médio de germinação (C), índice de velocidade de germinação (D) e tempo médio de plântula (E) das sementes de *L. albescens* durante o período de armazenamento nos locais de ambiente e refrigerador, Porto Alegre/RS, 2016.

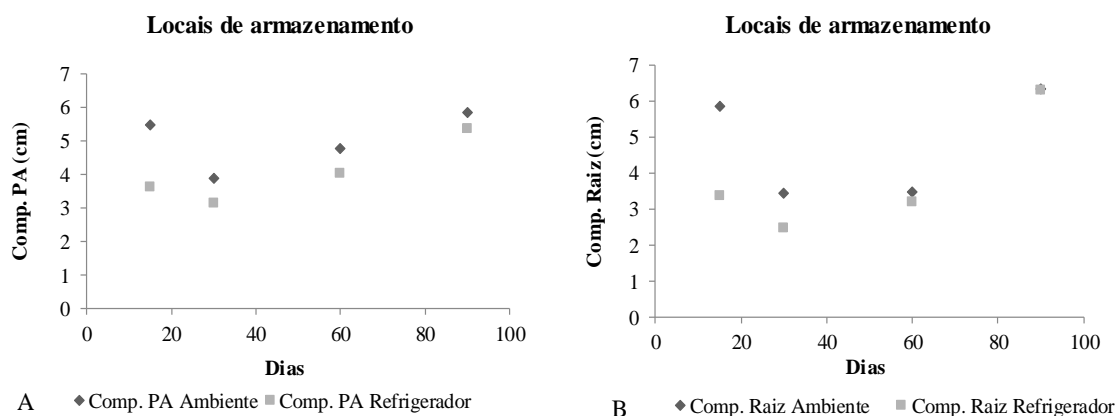


FIGURA 4. Comprimento de parte aérea (A), comprimento de raiz (B) das sementes de *L. albescens* durante o período de armazenamento nos locais de ambiente e refrigerador, Porto Alegre/RS, 2016.

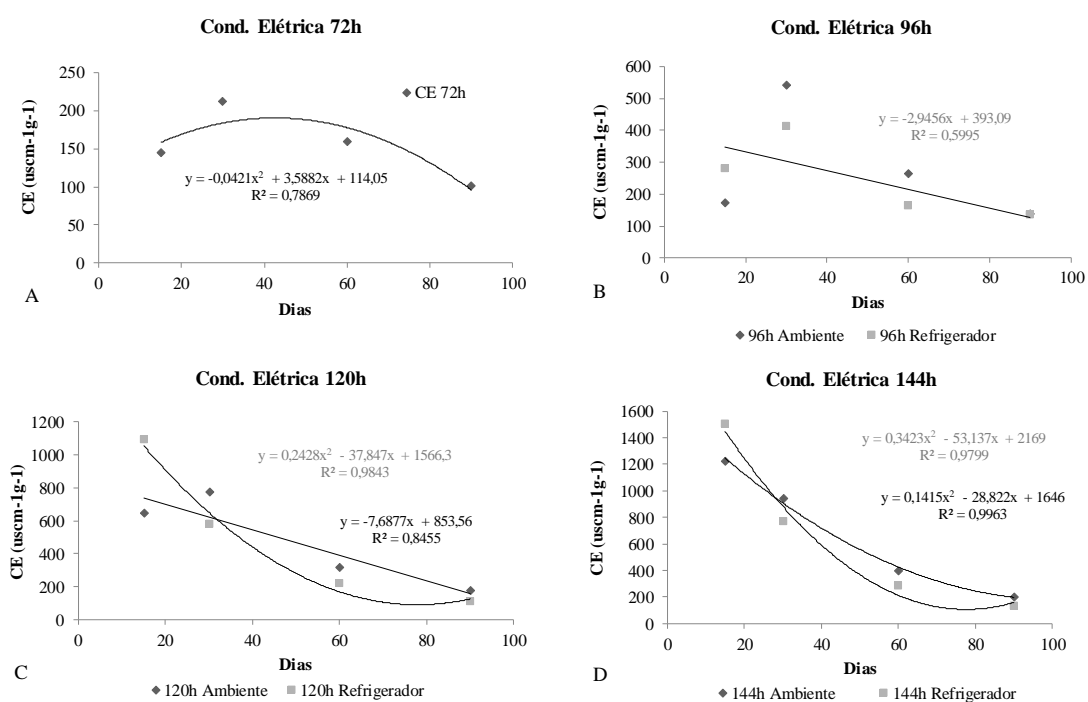


FIGURA 5. Determinação da condutividade elétrica das sementes de *L. albescens*, sob os tempos de embebição de 72 h (A), 96 h (B), 120 h (C) e 144 h (D), durante o período de armazenamento de 90 dias, nos locais de ambiente e refrigerador, Porto Alegre/RS, 2016.

## **7 CAPÍTULO 4**

### **Semeadura de *Lupinus albescens* Hook. & Arn. em área degradada por arenização**

(manuscrito formatado segundo normas da Revista Acta Amazônica)

Sowing of *Lupinus albescens* Hook. & Arn. in an area degraded by arenização

Abstract: Sandblasted soils damage vegetation and expose it to erosive agents. *Lupinus albescens* presents biological nitrogen fixation (BNF) and good soil cover to soften these processes. The objective of this work was to evaluate the emergence and development of *L. albescens* plants, with and without the application of mineral fertilizer, in a consortium with *Butia lallemantii* seedlings. Seeds were collected in three populations (São Francisco de Assis/RS - Pop.1 and Alegrete/RS - Pop. 2 and 3) and scarified between sands for 40 seconds. Sowing was performed between the nine rows (2 m distance between each) of the *B. lallemantii* seedlings, applying doses 0 and 30 g NPK (5-20-20). The variables evaluated were: number of plants per hole (NPC), height (cm), neck diameter (mm), visual appearance of leaf color (at 30 and 60 days), percentage of accumulated plants (PAP), number Total of emerged plants (NTPE), during 240 days, using a randomized block design. The results evidenced superior PAP and height (30 days) of the plants in block 2 and the absence of fertilizer allowed higher NPC. Therefore, sowing in consortium with *B. lallemantii* demonstrated a higher PAP in block 2 and mineral fertilization impaired the emergence of plants, inhibiting the BNF process of the species.

Keywords: sandy soil, seed, erosive processes, recovery of areas.

Semeadura de *Lupinus albescens* Hook. & Arn. em área degradada por arenização

Resumo: Solos arenizados prejudicam a vegetação e a expõem a agentes erosivos. O *Lupinus albescens* apresenta fixação biológica de nitrogênio (FBN) e boa cobertura do solo para amenizar esses processos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a emergência e o desenvolvimento de plantas de *L. albescens*, com e sem aplicação de fertilizante mineral, em consórcio com mudas de *Butia lallemantii*. Sementes foram coletadas em três populações (São Francisco de Assis/RS – Pop.1 e Alegrete/RS – Pop. 2 e 3) e escarificadas entre lixas durante 40 segundos. Realizou-se a semeadura entre as nove fileiras (2 m de distância entre cada uma) das mudas de *B. lallemantii*, aplicando-se as doses 0 e 30 g NPK (5-20-20). As variáveis avaliadas foram: número de plantas por cova (NPC), altura (cm), diâmetro do colo (mm), aspecto visual da coloração das folhas (aos 30 e 60 dias), percentual do acumulado de plantas (PAP), número total de plantas emergidas (NTPE), durante 240 dias, utilizando delineamento em blocos casualizado. Os resultados evidenciaram superior PAP e altura (30 dias) das plantas no bloco 2 e a ausência de adubo permitiu maior NPC. Portanto, a semeadura em consórcio com o *B. lallemantii* demonstrou maior PAP no bloco 2 e a adubação mineral prejudicou a emergência de plantas, inibindo o processo de FBN da espécie.

Palavras-chave: solo arenoso, sementes, processos erosivos, recuperação de áreas.

## Introdução

Na região sudoeste do Rio Grande do Sul, há o desenvolvimento da vegetação de pradarias mistas sobre solos com textura arenosa, os quais estão vulneráveis ao processo de arenização, que atua minimizando a cobertura vegetal em virtude da exposição aos processos erosivos, hídrico e eólico (Ab'saber 1995). Conforme Vieira and Verdum (2015), este fenômeno deposita sedimentos inconsolidados sobre a superfície das áreas, ocasionando o predomínio de partículas arenosas e escassez de vegetação, uma vez que, são campos habitados por espécies vegetais de porte herbáceo e arbustivo.

As práticas para recuperação de solos de áreas degradadas visam obter o retorno das condições favoráveis possíveis, envolvendo a composição original de espécies e a estrutura da comunidade (D'Antonio and Meyerson 2002). A seleção de espécies com rápido estabelecimento e crescimento em áreas adversas são de fundamental importância para obtenção de resultados satisfatórios (Schneider *et al.* 2014). No entanto, são poucos os estudos sobre práticas que contribuam na recuperação de solos arenizados, por meio do uso de espécies vegetais nativas, as quais denotem características de adaptabilidade aos efeitos dos processos erosivos.

A espécie de *Lupinus albescens* apresenta ambientação a solos de textura arenosa e locais ensolarados (Pinheiro and Miotto 2001), denotando um sistema radicular pivotante, com até 150 cm de profundidade, além disso, apresenta associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, com nódulos ativos no colo da raiz e próximo a coifa (Rovedder 2007). Desse modo, uma planta com potencialidades para redução dos processos erosivos que ocorrem nos solos arenizados, proporcionando estabilidade da área perturbada e possível recolonização de espécies nativas (Rovedder and Eltz 2008).

Nesse sentido, as características de adaptabilidade a solos arenizados sob intensa ação dos processos eólico e hídrico, apontam para a possibilidade do uso da espécie de *L.*



*albescens* para a recuperação desses locais. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a emergência e o crescimento de plantas de *L. albescens*, com e sem aplicação de fertilizante químico, em consórcio com mudas da espécie *Butia lallemantii*.

## Material e Métodos

### Local de coleta e área experimental de estudo

O presente estudo teve início em dezembro de 2015, por meio da coleta dos frutos de *L. albescens* em plantas matrizes *in situ*, em três populações diferentes. A população 1 (Pop. 1) foi coletada em um talude de estrada, adjacente a uma área arenizada, no município de São Francisco de Assis/RS (29°35'02,65" S de latitude e 55°21'49.40" W de longitude). A segunda população (Pop. 2) foi encontrada em um talude de estrada, próximo a ponte do Cerro do Tigre (29°39'56" S de latitude e 55°23'31" W de longitude). A terceira população (Pop. 3) estava situada em um foco de arenização na Fazenda Cerro do Tigre (29°39'29.83" S latitude e 55°24'02.40" W de longitude) (Pop. 3), sendo que, ambas as populações 2 e 3, foram localizadas no município de Alegrete/RS, a uma distância de 1,5 km em linha reta.

Posteriormente à coleta, os frutos foram transferidos para o Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, sendo dispostos sobre bancadas para a secagem e término da deiscência. Após, realizou-se o processo de beneficiamento, por meio do recolhimento manual das sementes e a homogeneização das três populações em apenas um lote.

A área experimental do estudo localiza-se na propriedade rural Duas Guias, situada no município de Alegrete/RS (29°47'48" S de latitude e 55°24'20" W de longitude), com 94 ha de área total e aproximadamente 19 ha impactados pelo processo de arenização. A área apresenta tamanho de 0,5 ha e declive em torno de 3 %, sendo isolada com cerca elétrica

para impedir o acesso de herbívoros domésticos. A região de coleta e da área de estudo apresentam um clima caracterizado como subtropical medianamente úmido a úmido, com regime pluviométrico em torno de 1.500 a 1.800 mm anuais distribuídos em 90 a 120 dias de chuva. Além disso, a temperatura média anual, evidencia uma variação entre 17 a 20 °C, sendo que a temperatura média do mês mais frio oscila entre 11 a 14 °C e a do mês mais quente varia entre 23 a 26 °C (Rossato, 2011).

Previamente à instalação do experimento, em dezembro de 2015, mudas de *B. lallemantii* foram organizadas na área experimental do estudo em três blocos com 200 m<sup>2</sup> cada um, nos quais transplantaram-se 100 mudas em cada bloco, sob o espaçamento de 2 x 1 m. No bloco 1 foram transplantadas as mudas com maior diâmetro de estipe, no bloco 2 as mudas com mediano diâmetro de estipe e no bloco 3 as mudas com menor diâmetro de estipe.

#### Semeadura e procedimentos na área de estudo

Anteriormente ao processo de semeadura, as sementes das três populações foram organizadas em um lote, as quais foram submetidas ao tratamento pré-germinativo de escarificação mecânica entre lixas nº 120, durante 40 segundos. Nesse tempo de escarificação, foram cerca de dois movimentos de fricção por segundo, ocupando o comprimento (ou largura) total da lixa, com pressão não superior ao peso da mão solta sobre o material, para cada amostra de 25 sementes.

O processo de semeadura direta das sementes de *L. albescens* foi realizado no mês de fevereiro de 2016 na área de estudo, aproximadamente 60 dias após o transplante das mudas de *B. lallemantii*. A semeadura foi realizada no interior dos três blocos, entre as nove fileiras (2 m de distância entre cada fileira) de mudas de *B. lallemantii* de cada bloco (Figura 1), em que cada fileira apresentou 56 covas, na composição de três a cinco sementes por cova e profundidade de 5 cm, totalizando 7560 sementes para os três blocos,

aproximadamente 350 g. O espaçamento foi sistematizado para a distância de 2 m entre fileira, com o objetivo de favorecer a contenção do processo de erosão eólica de partículas de areia entre as plantas de *B. lallemantii* no local de estudo, conforme ilustrado na Figura 2. Além do mais, a fim de testar a presença de fertilizante químico no desenvolvimento das plantas, foram utilizadas doses de zero e 30 g de N-P-K (5-20-20), aplicados ao lado de cada cova com as sementes (cerca de 10 cm de distância), em que as fileiras ímpares receberam a dose de 30 g e as pares, a dose zero (Figura 3).

### Avaliações

As avaliações foram realizadas aos 30 e 60 dias após a semeadura, por meio das variáveis: número de plantas por cova, altura (cm), diâmetro do colo (mm), com auxílio de paquímetro digital e análise visual da coloração das folhas, observando se houve variabilidade nas cores dos tecidos foliares das plantas. Para essas avaliações foi utilizado um gabarito de madeira de 100 x 100 cm (1 m<sup>2</sup>), sendo posicionado de forma aleatória entre as linhas de plantas de *B. lallemantii*, sendo contabilizadas todas as plantas encontradas em seu interior. Foram avaliados um total de 36 pontos por bloco. Além do que, monitorou-se mensalmente o percentual acumulado de plantas/m<sup>2</sup> e o número total de plantas emergidas, durante o período de 240 dias.

### Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, por meio da semeadura entre as fileiras de *B. lallemantii* nos três blocos, em que as fileiras ímpares foram adubadas com a dose 30 g e as pares com a dose zero. A análise estatística consistiu de teste de normalidade de Bartlett's, e, após atendidos aos pressupostos da análise de variância, executou-se (ANOVA), realizou-se a comparação das médias, por meio do teste DMS

(Diferença Mínima Significativa), empregando-se os recursos do *software* Costat 6.4 e regressão polinomial pelo *software* SigmaPlot 11.0. Com exceção para as variáveis de número de plantas por cova e diâmetro do colo, as quais não atenderam aos pressupostos da ANOVA e foram submetidas à transformação de  $\sqrt{x}$ .

## Resultados

A emergência de plantas/m<sup>2</sup> ao longo dos meses avaliados foi elevada no bloco dois (central), apesar disso, as avaliações nos três blocos revelaram uma média inferior a quatro plantas/m<sup>2</sup> (Figura 4).

As plantas de *L. albescens* apresentaram maior crescimento em altura no bloco dois, na avaliação dos 30 dias, no entanto, o diâmetro do colo das plantas e o número de plantas por cova não apresentaram resultados significativos dentre os três blocos analisados. Na avaliação aos 60 dias, a altura, o diâmetro do colo e o número de plantas por cova não diferiram estatisticamente nos três blocos (Tabela 1).

Os tratamentos com adubação mineral demonstraram superioridade na emergência de plantas aos 30 dias, para a dose zero de NPK, entretanto, a partir dos 60 dias, ocorreu uma diminuição no número de plantas emergidas para as duas doses de adubo aplicadas (Figura 5).

Além do mais, o uso de adubação química não proporcionou maior desenvolvimento das plantas para as variáveis altura e diâmetro do colo, entretanto, a ausência de adubo apresentou superior número de plantas por cova, na avaliação realizada aos 30 dias (Tabela 2). No entanto, na avaliação aos 60 dias, não foi identificada diferença significativa para altura, diâmetro do colo e número de plantas por cova em relação à presença de adubação (Tabela 2).

## Discussão

As características litológicas das áreas arenizadas e os aspectos da estrutura superficial do solo contribuem para o suscetível aumento do agente de erosão eólica (Rovedder *et al.* 2005). Além do mais, os fatores de vulnerabilidade relacionados à extensão das áreas, velocidade e intensidade dos ventos e o grau de umidade do solo, favorecem a força do processo de erosão de eólica sobre os solos arenizados (Souto 1984). A intensidade dos processos erosivos, especialmente a erosão eólica, propicia a retirada da cobertura vegetal nativa, contribuindo para a formação de campos de areia e dunas com pequena altura em áreas arenizadas (Eltz and Rovedder 2005). Desse modo, a ação intensa dos ventos na área de estudo pode ter influenciado negativamente no estabelecimento das plantas de *L. albescens*, principalmente para as plântulas recém emergidas do solo (Figura 4). Os autores Rovedder and Eltz (2008) citam as consequências do processo de erosão eólica, o qual ocasiona um efeito abrasivo das partículas de areia sobre as plantas, soterramento das plantas pela deposição das partículas, supressão de solo e, conseqüentemente, a exposição das raízes, sendo características que resultam na morte das plantas ou em prejuízos durante o crescimento.

As plantas de *L. albescens* demonstraram maiores médias de crescimento em altura no bloco dois, o qual situa-se na parte central da área arenizada de estudo (Tabela 1). Possivelmente, as plantas avaliadas aos 30 dias, durante a estação de verão, foram protegidas da ação erosiva do vento nesse bloco, em virtude da sua localização entre os demais blocos. Uma vez que, a movimentação de partículas de areia ocorre com maior volume nos meses de primavera-verão, os quais correspondem aos períodos de maior intensidade dos ventos na região dos solos arenizados, sendo dados obtidos pela quantificação de areia deslocada em um areal, durante um estudo de dezesseis meses (Rovedder 2003). Mesmo que plantas com função de cobertura sejam utilizadas em áreas arenizadas, ainda há um acentuado deslocamento de partículas de areia nas estações de primavera-verão nesses locais. Assim

como, os autores Rovedder and Eltz (2008) verificaram em área degradada por arenização, que no período de primavera-verão houve maior intensidade de ventos e, por conseguinte, maior movimentação de partículas de areia, mesmo com a semeadura de plantas de cobertura como a *Avena strigosa* Schieb. e *L. albescens*.

O uso de adubação mineral proporcionou um menor número de plantas emergidas de *L. albescens*, desse modo, o adubo pode ter ocasionado um efeito negativo nessa espécie de leguminosa, inibindo os processos de fixação biológica de nitrogênio (Figura 5, Tabela 2). De modo semelhante, as espécies de leguminosas *Swartzia argentea* Benth. e *S. laevicarpa* Amshoff. foram submetidas ao tratamento com N-mineral e o controle (sem adubo mineral), em que foi atribuído um efeito inibidor do N-mineral sobre a formação de nódulos, desfavorecendo o processo simbiótico das plantas (Vieira and Souza, 2011). Uma vez que, o nitrogênio (N) é um dos nutrientes essenciais que mais limita o crescimento e a produção das plantas, geralmente, sendo adicionado ao solo via fertilizantes nitrogenados, todavia, uma prática com elevados custos (Eiras and Coelho, 2011), que pode inibir a eficiência simbiótica de espécies de leguminosas.

As espécies com capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) merecem atenção, segundo Hungria *et al.* (2007) essa habilidade tem se mostrado indispensável para a sustentabilidade da agricultura brasileira, sendo que há o fornecimento de nitrogênio às culturas com baixo custo econômico e reduzido impacto ambiental. A FBN é caracterizada como uma prática ecológica que contribui para a recuperação de solos degradados, sendo que as plantas podem favorecer efetivamente a reciclagem de nutrientes (Franco and Campelo, 2005). Além disso, as leguminosas com potencialidade de FBN e recuperação da fertilidade do solo, atuam como uma alternativa ao suprimento, substituição ou complementação da adubação mineral (Scivittaro *et al.* 2000).

Nas áreas em processo de arenização há diversos fatores que intensificam a ação dos processos erosivos, como a fragilidade da composição dos solos arenosos, a declividade do terreno e o manejo inadequado (Rovedder *et al.* 2005; Binda and Verдум 2015). A alta intensidade dos processos erosivos eólico e hídrico ocasionam retrabalhamento dos sedimentos areníticos e exposição desses solos, dificultando a fixação de espécies vegetais (Suertegaray *et al.* 2001). Dessa forma, a ausência da vegetação nativa altera a composição do ambiente e os componentes fundamentais para a garantia da qualidade do solo, como a sua estrutura, matéria orgânica, fertilidade e a comunidade microbiana (Entry *et al.* 2002; Hendrix *et al.* 1990).

Desse modo, há necessidade de estudos sobre práticas para a amenização do efeito de agentes erosivos nessas áreas, para facilitar a fixação e permanência de espécies nativas, as quais demonstram características de adaptação a essas áreas com baixa fertilidade. Uma vez que, as plantas com função de cobertura contribuem para a redução das variações de temperatura do solo, limitam as perdas por erosão e retêm maior quantidade de água, diminuindo a evaporação e o escoamento superficial, cabe destacar as leguminosas e gramíneas, principalmente as nativas (Nogueira *et al.* 2012). Espécies com as características mais importantes para a recuperação de áreas degradadas, pois apresentam a capacidade de fixação biológica de nitrogênio, por meio de processos simbióticos (Rovedder, 2007), os quais podem suprir a utilização do adubo mineral. Além do mais, a presença de vegetação nas áreas arenizadas auxilia na proteção do solo contra a ação de agentes erosivos (Okin *et al.* 2001).

## Conclusão

A semeadura da espécie de *L. albescens* em consórcio com o *B. lallemantii* no solo arenizado demonstrou maior emergência de plantas/m<sup>2</sup> no bloco central e sem o uso de adubação mineral NPK no período de 30 dias.

O crescimento das plantas em altura foi superior no bloco central e a ausência da adubação mineral NPK apresentou elevado número de plantas por cova, para as avaliações aos 30 dias.

## Referências

- Ab'saber, N.A. 1995. A revanche dos ventos. Destruição dos solos areníticos e formação de areais na Campanha Gaúcha. *Ciência & Ambiente*, 11: 7-31.
- Binda, A.L.; Verdum, R. 2015. Reflexões interpretativas sobre as manchas de areia do sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil: da desertificação à arenização. *Boletim Goiano de Geografia*, 35: 276-288.
- D'Antonio, C.; Meyerson, L.A. 2002. Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: a synthesis. *Restoration Ecology*, 10: 703-713.
- Eiras, P. P.; Coelho, F. C. 2011. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. *Revista Científica Internacional*, 17: 96-124.
- Eltz, F. L.; Rovedder, A. P. M. 2005. Revegetação e temperatura do solo em áreas degradadas no sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, 11: 193-200.
- Entry, J.A.; Rygielwicz, P.T.; Watrud, L.S.; Donnelly, P.K. 2002. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of arbuscular mycorrhizas. *Advances in Environmental Research*, 7: 123-138.
- Franco, A. A.; Campello, E. F. C. 2005. Manejo nutricional integrado na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade dos sistemas produtivos utilizando a fixação biológica de nitrogênio como fonte de nitrogênio. In: Aquino, A. M.; Assis, R. L. Processos biológicos no sistema solo-planta. Ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, p: 201-220.
- Hendrix, P.F.; Crosley, J.R. D.A.; Blair, J.M.; Coleman, D.C. 1990. Soil biota as component of sustainable agroecosystems. In: Edwards, C.A.; Lal, R.; Madden, P.; Miller, R.H.; House, G. (Ed.) *Sustainable Agricultural Systems*. Ankey: Soil and Water Conservation Society, p. 637-654.



- Hungria, M.; Campo, R. J.; Mendes, I. C. 2007. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 80 p.
- Nogueira, N.O.; Oliveira, O. M.; Martins, C.A.S.; Bernardes, C. O. 2012. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. *Enciclopédia Biosfera*, 8: 2121-2131.
- Okin, G.S.; Murray, B.; Schlesinger, W.H. 2001. Degradation of sandy arid shrubland environments: observations, process modelling, and management implications. *Journal of Arid Environments*, 47: 123-144.
- Pinheiro, M.; Miotto, STS. 2001. Flora ilustrada do Rio Grande do Sul. Fasc. 27. Legumonisae: Faboideae, gênero *Lupinus* L. *Boletim do Instituto de Biociências*, 60: 100p.
- Rossato, M.S. 2011. Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 253 p.
- Rovedder, A.P.M. 2003. *Revegetação com culturas de cobertura e espécies florestais para a contenção do processo de arenização em solos areníticos no sudoeste do Rio Grande do Sul*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 120 f.
- Rovedder, A.P.M. 2007. *Potencial do *Lupinus albescens* Hook. & Arn. para recuperação de solos arenizados do Bioma Pampa*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 145 f.
- Rovedder, A.P.M.; Eltz, F.L.F.; Giradi-deiro, A.M.; Deble, L. 2005. Análise da composição florística do campo nativo afetado pelo fenômeno da arenização no sudoeste do rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, 11: 501-503.
- Rovedder, A.P.M.; Eltz, F.L.F. 2008. Revegetação com plantas de cobertura em solos arenizados sob erosão eólica no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 315-321.
- Schneider, P.R.; Elesbão, L.E.G.; Schneider, P.S.P.; Longhi, R.V. 2014. Crescimento em volume de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em áreas arenizadas e degradadas no Oeste do Rio Grande do Sul, *Scientia Forestalis*, 42:181-189.
- Scivittaro, W.B.; Muraoka, T.; Boaretto, A.E.; Trivelin, P.C.O. 2000. Utilização de nitrogênio de adubos verdes e mineral pelo milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24: 917-926.
- Souto, J.J. 1984. *Deserto, uma ameaça?* Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 169p.
- Suertegaray, D.M.A.; Guasselli, L.A.; Verdum, R.; Basso, L.A.; Medeiros, R.M.V.; Bellanca, E.T.; Betê, A.M.A. 2001. Projeto arenização no Rio Grande do Sul, Brasil: gênese, dinâmica e espacialização. *Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, (7) 287.
- Vieira, C.L.; Verdum, R. 2015. Arenização e erosão hídrica no Sudoeste do Rio Grande do Sul: análise dos agentes condicionantes e considerações básicas para intervenções mecânico-vegetativas. *Revista de Geografia*, 32: 41-65.



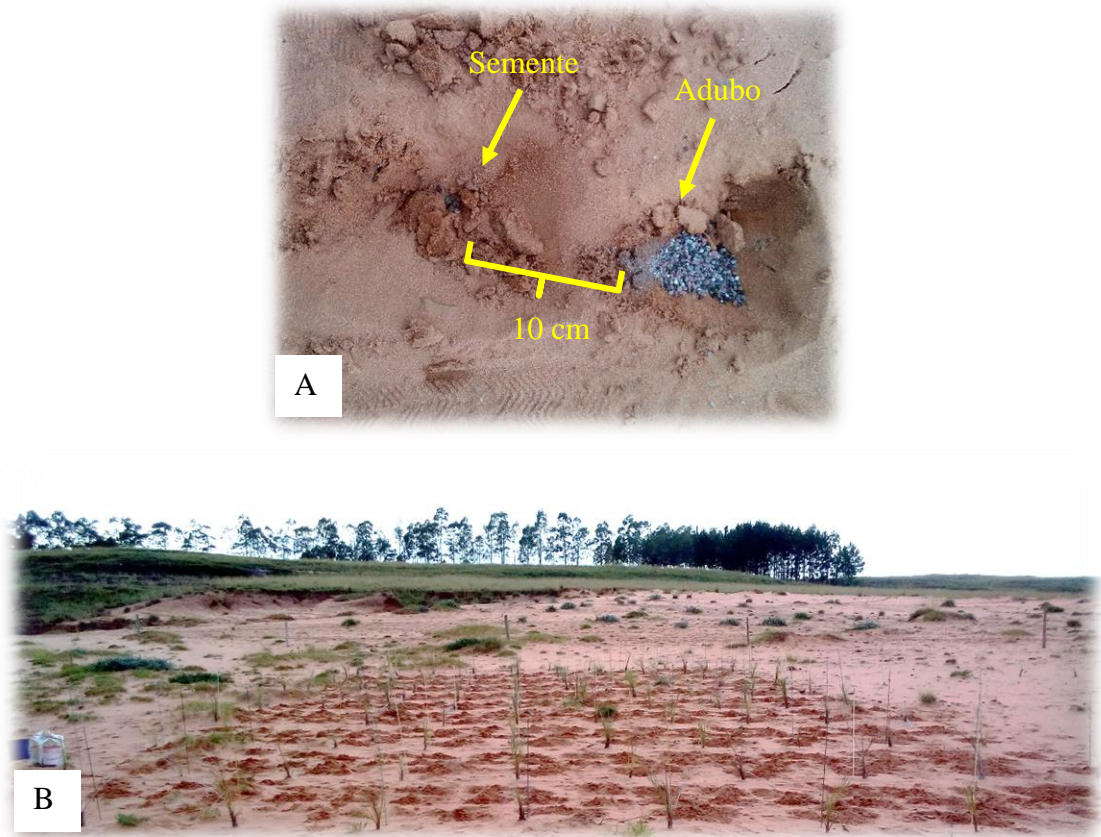


FIGURA 3. Ilustração das covas com a disposição do adubo mineral e sementes na distância de 10 cm (A) e o bloco com as mudas de *B. lallemantii*, após a semeadura do *L. albescens* (B), Alegrete/RS, 2016.

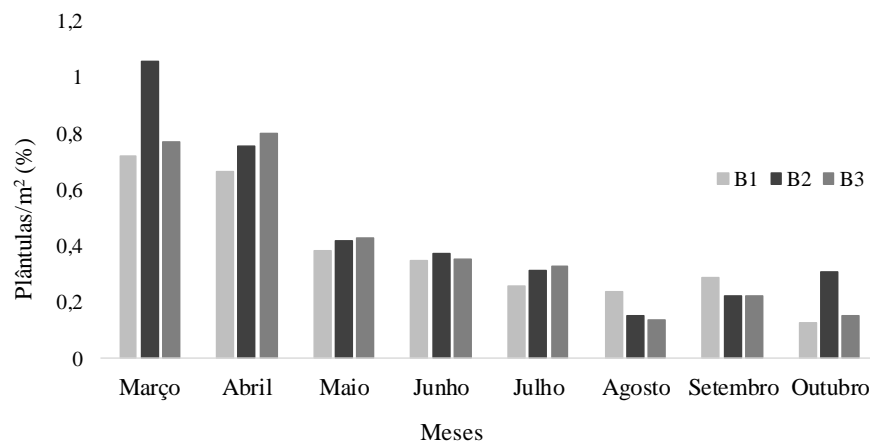


FIGURA 4. Avaliação mensal da emergência de plantas/m<sup>2</sup>, nos blocos 1, 2 e 3, durante 240 dias, Alegrete/RS, 2016.

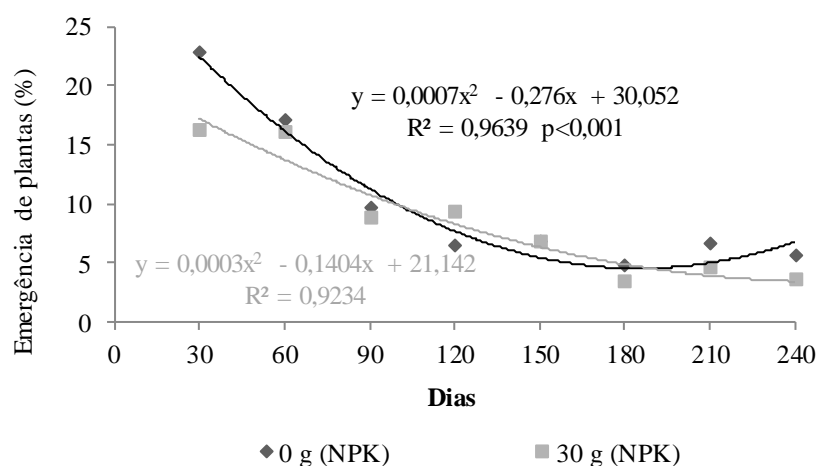


FIGURA 5. Emergência de plantas nos tratamentos com as doses 0 e 30 g do adubo mineral NPK, durante 240 dias, Alegrete/RS, 2016.

TABELA 1. Dados médios de altura (A), diâmetro do colo (Dc) e número de plantas por cova (NPC) para cada bloco, no período de 30 e 60 dias após a semeadura de *L. albescens*, Alegrete/RS, 2016.

Blocos	A (cm)	Dc (mm)	NPC	A (cm)	Dc (mm)	NPC
	30 dias			60 dias		
	1	1,49 b	1,29 <sup>ns</sup>	2,25 <sup>ns</sup>	3,37 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>
2	2,13 a	1,34	2,89	3,67	1,85	1,88
3	1,98 ab	1,59	2,17	4,05	1,95	1,86

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade de erro; A = altura (cm); Dc = diâmetro do colo (mm); NPC = número de plantas por cova.

TABELA 2. Dados médios de altura (A), diâmetro do colo (Dc) e número de plantas por cova (NPC) para cada dose de adubação (DA), no período de 30 e 60 dias após a semeadura de *L. albescens*, Alegrete/RS, 2016.

DA (g/L)	30 dias			60 dias		
	A (cm)	Dc (mm)	NPC	A (cm)	Dc (mm)	NPC
0	2,01 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	2,65 a	3,80 <sup>ns</sup>	1,90 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>ns</sup>
30	1,76	1,29	1,92 b	3,61	1,92	1,72

<sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade de erro; DA = dose de adubação (g/L); A = altura (cm); Dc = diâmetro do colo (mm); NPC = número de plantas por cova.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo apresentam as características promissoras das espécies de *Butia lallemantii* e do *Lupinus albescens*, pois são plantas encontradas naturalmente nas áreas atingidas pelo processo de arenização. Além disso, esse trabalho também mostrou dados fitotécnicos importantes sobre métodos de coleta, manejo e posterior condicionamento das mudas de *B. lallemantii* em substrato e informações mais aprofundadas sobre os aspectos morfológicos da espécie de *L. albescens* e testes para aprimorar a sua propagação.

Desta maneira, os estudos sobre essas espécies são de extrema importância, pois apresentam potencialidades para sua exploração econômica, no caso do *B. lallemantii*, os seus frutos podem ser consumidos na forma *in natura*, doces, geleias e licores, e ainda suas folhas para a produção de artesanato. O *L. albescens* é uma espécie nativa com potencial ornamental, em virtude da beleza das suas flores, desse modo, a sua comercialização pode representar um diferencial no mercado, colaborar para a preservação da flora local, sendo capaz de reforçar identidades regionais.

Além do mais, são espécies que podem ser utilizadas para o cultivo em locais de solos atingidos pela arenização, com o objetivo de incrementar em matéria orgânica do solo, fixação de nitrogênio (no caso de *L. albescens*) elevação da CTC, aumento da retenção de água, recuperação da fertilidade e ciclagem de nutrientes e, principalmente, proteção do solo contra agentes erosivos (eólico e hídrico). A facilidade de obtenção de propágulos dessas espécies na região, aliado à elevada rusticidade e adaptação às condições extremas desses

locais, as tornam alternativas viáveis para a redução da pressão exercida sobre os campos nativos do Bioma Pampa.

O transplante das mudas de *B. lallemantii* para o solo arenizado ocorreu de forma satisfatória para as plantas que possuíam maior porte de diâmetro de estipe, sob as práticas de manejo com adubação e o produto hidrogel. A semeadura de *L. albescens* sob as condições dos fertilizantes minerais aplicados e a intensa atividade dos processos erosivos não foram benéficos para o desenvolvimento da espécie na área arenizada. Desse modo, é necessário considerar estudos futuros verificando a possibilidade de utilização de outras metodologias, níveis de adubação e técnicas para essas plantas, já que existe uma alta demanda por conhecimento sobre espécies nativas, em função das suas significativas características ambientais e econômicas.

As informações referentes ao deslocamento de areia pelos agentes erosivos, demonstraram que no período da primavera isso ocorre com maior intensidade. Dessa forma, há necessidade de estudar o uso de procedimentos em épocas com menor incidência desses processos erosivos, para a amenização dos seus efeitos sobre as plantas, facilitando o estabelecimento e a longevidade das espécies exploradas. Em trabalhos futuros devem também ser consideradas possíveis técnicas de cobertura do solo com materiais biodegradáveis encontrados na região, pois isto pode favorecer o desenvolvimento das plantas e diminuir a movimentação de partículas de areia nas áreas arenizadas.