

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Lupinus albescens* PARA
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR
ARENIZAÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Fabiana de Oliveira Dorneles

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Lupinus albescens* PARA
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR
ARENIZAÇÃO**

por

Fabiana de Oliveira Dorneles

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Biodinâmica e Manejo do Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo

Orientador: Prof. Flávio Luiz Foletto Eltz

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

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

**PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Lupinus albus* PARA
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR
ARENIZAÇÃO**

elaborada por
Fabiana de Oliveira Dorneles

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo

COMISSÃO EXAMINADORA:

Flávio Luiz Foletto Eltz, PhD.
(Presidente/Orientador)

Zaida Inês Antonioli, PhD. (UFSM)

Ana Paula Moreira Rovedder, Dr. (UERGS)

Santa Maria, 28 de setembro de 2009.

Dedico aos meus pais, José Nilton e Vanda, pelos ensinamentos, pelo exemplo de honestidade e amor incondicional, coisas que levarei para minha vida; e pelo esforço, dedicação e incentivo na minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela bênção e proteção em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pelo conhecimento e formação.

Ao professor Flávio Eltz pela dedicação, confiança e orientação.

Ao meu irmão Rafael e “irmã” Luciana Adolpho pelo apoio, compreensão e companheirismo da vida toda.

Aos familiares e amigos, que próximos ou distantes, estiverem sempre presentes com seu afago.

À Ana Paula Rovedder pela amizade, ensinamentos e conselhos.

Às amigas e colegas de laboratório Marta Drescher (“meus dois braços direitos”), Simone Abrão, Katia Zardo, Elisandra Pokojeski, Fabiana Trevisan, Eduardo Lorensi de Souza pelo auxílio responsável nos trabalhos de campo, laboratório, análise estatística e, principalmente, pela grande amizade.

Aos colegas do laboratório de Manejo e Conservação do Solo, pela convivência e amizade.

À FUNDACEP, na pessoa do Dr. Jackson Fiorin, e também à Stora Enso, que gentilmente cederam espaço para executar parte dos experimentos.

Ao funcionário Luiz Finamor, pelo exemplo de companheirismo, disposição e pela energia maravilhosa que sua presença representa a todos que convivem com esse amigo.

A todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFSM, pelo tempo de amizade e parceria.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Lupinus albus* PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DREGRADADAS POR ARENIZAÇÃO

AUTOR: Fabiana de Oliveira Dorneles

ORIENTADOR: Flávio Luiz Foletto Eltz

Data e Local de Defesa: Santa Maria, 28 de setembro de 2009.

O objetivo deste trabalho foi indicar a melhor época de semeadura aliada à dose adequada de fertilizantes para o desenvolvimento de *Lupinus albus*, visando à produção de sementes, em área arenizada. Avaliou-se também a adaptação desta espécie em solos com teores de argila distintos do local de origem da obtenção das sementes nativas de *L. albus*. Um experimento foi conduzido no município de São Francisco de Assis, sobre NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Distrófico típico. As unidades experimentais foram distribuídas em Delineamento Blocos ao Acaso com parcelas subdivididas, constituído de três épocas de semeadura, sete doses de adubação e quatro repetições. O manejo da adubação foi realizado com base na recomendação estipulada para o cultivo de *Lupinus* spp. Sendo testadas frações da dose calculada para suprir as necessidades nutricionais (fósforo e potássio) da cultura no local, sendo aplicadas 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose recomendada. A semeadura sendo realizada nos meses de maio, junho e julho de 2008. Para testar o efeito do teor de argila sobre o desenvolvimento de *L. albus*, foram conduzidas unidades experimentais em Delineamento Blocos ao Acaso em 3 locais diferentes, com 4 repetições, sendo os tratamentos representados pelos tipos de solos distintos: NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Distrófico típico (6% de argila), ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico (16% de argila) e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (48% de argila). Aos 150 dias após a semeadura verificou-se índices de sobrevivência de plantas, altura de plantas e número de vagens por planta. Após a colheita das sementes, foi avaliado o rendimento de sementes e o peso médio de 100 sementes. As observações dos resultados foram restritas aos experimentos implantados nos meses de maio e junho, desenvolvidos sobre solo arenizado, pois não houve desenvolvimento completo da cultura semeada no mês de julho, fato que também ocorreu no experimento implantado sobre Latossolo e Argissolo, sendo que neste último tão pouco houve germinação da semente. Houve baixa população de plantas sobreviventes, entretanto a semeadura no mês de maio apresentou maior média de plantas sobreviventes do que a semeadura realizada em junho, não havendo diferença estatística entre as doses de adubação aplicadas na mesma época. A maior média de altura de plantas foi verificada no tratamento de 75% da dose de adubação recomendada para *Lupinus* spp, com a semeadura da cultura no mês de maio. Neste período, os resultados de número de vagens por planta e rendimento de sementes, referente a 27, 9 vagens por planta e 351,33 kg ha⁻¹ de sementes sobre solo arenizado. O desenvolvimento de *L. albus* sobre solos com diferentes teores de argila mostrou que a cultura se adapta a solos com elevados teores de areia, pois foram obtidos 31,65 kg ha⁻¹ de sementes sobre cultivo em solo arenizado, diferenciando-se estatisticamente da produção nula sobre os demais tipos de solo. Além disto, conclui-se que o mês de maio é a época mais adequada à semeadura de *L. albus* aliada à aplicação de 75% da dose de adubação recomendada para o cultivo de *Lupinus* spp, visando à produção de sementes.

Palavras-chave: fertilização, tremoço, Neossolo Quartzarênico

ABSTRACT

Master Dissertation in Soil Science
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

***Lupinus albescens* SEEDS PRODUCTION FOR RECLAMATION OF SAND DEGRADED AREAS**

Author: Fabiana de Oliveira Dorneles

Advisor: Flávio Luiz Foletto Eltz

Date and place of defense: 28, September, 2009, Santa Maria.

The objective of this work was to evaluate the best sowing time allied to appropriate fertilization levels for the development of *Lupinus albescens*, seeking seeds production, in sandy area, and also to verify the adaptation of this specie in soils with different clay content from the place of origin. For this, an experiment was carried out in São Francisco de Assis county, on Typic Quartzipsamments soil with experimental units distributed in random blocks design, with subdivided plots, constituted of three seeding times, seven fertilization levels and four replications. Fertilizing management was accomplished with base in the recommendation stipulated for the cultivation of *Lupinus* spp, according to SBCS (2004), being tested fractions of the dose to supply the crop nutritional needs (phosphorus and potassium) for the place, being applied 0, 25, 50, 75, 100, 125 and 150% of the recommended dose, with the sowing performed in May, June and July of 2008. To test the effect of the clay content on the growing of *L. albescens*, experimental units were carried out in random blocks design in three different places, with four replications, being the treatments the different soils types: Typic Quartzipsamments (6% of clay), Paleudalf (16% of clay) and Haplortox (48% of clay). At 150 days after seeding, were verified the plants survival index, height of plants and number of legumes per plant. After harvesting, were determined seeds yield and medium weight of 100 seeds. The observation of the results were restricted to the experiments implanted in the months of May and June, developed on sandy soil (degraded area), because *L. albescens* seeded in July didn't complete its development, fact that also happened in the experiment implanted on Haplortox and Paleudalf, and in this last there wasn't seeds germination. For the plants survival results, it was verified that there was low population of surviving plants, however the seeding in May showed higher medium of survival plants than the seeding done in June, with no statistical differences among the doses of applied fertilizer in the same time. The largest average of height of plants was verified in the treatment of 75% of the fertilizer dose recommended for *Lupinus* spp, with the crop seeding in May, as well as the results of number of legumes per plant and grain yield, regarding 27,9 legumes for plant and 351,33 kg ha⁻¹ of grains on soil degraded. The verification of the development of *L. albescens* on soils with different clay content showed that this plant only adapts to sandy soils, with high content of sand, because were obtained 31,65 kg ha⁻¹ of grains on cultivation in degraded soil, differing statistically of the null production on the other soil types. Besides, is concluded that May is the most appropriate time to seed *L. albescens*, allied to the application of 75% of the fertilizer dose recommended for the cultivation of *Lupinus* spp, seeking seeds production.

Key-words: fertilization, lupin, Quartzipsamments.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - (a) Aspecto do areal na área de estudo: Fazenda das Oliveiras, São Francisco de Assis; (b) área experimental do Departamento de Solos – UFSM, Santa Maria e (c) área experimental da FUNDACEP – Cruz Alta. (Fotos: Fabiana de O. Dorneles e Jackson Fiorin).....	25
FIGURA 2 - Percentuais de sobrevivência de <i>Lupinus albescens</i> aos 150 dias após a semeadura em solo arenizado. (a) Plantas semeadas no mês de maio; (b) Plantas semeadas no mês de junho	32
FIGURA 3 - (a) Germinação de <i>Lupinus albescens</i> e (b) efeito da abrasão do vento observada aos 30 dias após a semeadura em Neossolo Quartzarênico. (Fotos: Fabiana de O. Dorneles e Simone F. Abrão).....	33
FIGURA 4 – Altura de plantas de <i>Lupinus albescens</i> aos 150 dias após a semeadura no mês de maio/08, em relação à aplicação de 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose de adubação recomendada para o cultivo de <i>Lupinus</i> spp.....	35
FIGURA 5 - Número de vagens por planta de <i>Lupinus albescens</i> aos 150 dias após a semeadura no mês de maio/08, em relação à aplicação de 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose de adubação recomendada para o cultivo de <i>Lupinus</i> spp	37
FIGURA 6 – Rendimento de sementes de <i>Lupinus albescens</i> com semeadura no mês de maio/08, em relação à aplicação de 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose de adubação recomendada para o cultivo de <i>Lupinus</i> spp	40
FIGURA 7 – Rendimento de sementes de <i>Lupinus albescens</i> em solos com diferentes conteúdos de argila	42
FIGURA 8 – Peso médio de 100 sementes (g) de <i>Lupinus albescens</i> em solo arenizado com semeadura realizada em maio de 2008, em relação à aplicação de 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose de adubação recomendada para o cultivo de <i>Lupinus</i> spp.....	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Caracterização química do solo nas áreas de estudo. Santa Maria, 2008.	26
TABELA 2 – Altura de plantas de <i>Lupinus albescens</i> (cm) aos 150 dias após a semeadura, tratadas com diferentes doses de adubação, semeadas em três épocas distintas.....	34
TABELA 3 – Número de vagens por planta de <i>Lupinus albescens</i> aos 150 dias após a semeadura, tratadas com diferentes doses de adubação, semeadas em três épocas distintas...	37
TABELA 4 – Rendimento de sementes (kg ha^{-1}) de <i>Lupinus albescens</i> aos 150 dias após a semeadura, tratadas com diferentes doses de adubação, semeadas em três épocas distintas...	39
TABELA 5 – Peso médio de 100 sementes (g) de <i>Lupinus albescens</i> sob tratamento de diferentes doses de adubação, semeadas em três épocas distintas, sobre solo arenizado.	43

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Modelo de regressão ajustado para variável Percentual de sobrevivência (%) de <i>Lupinus albescens</i> sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.	51
APÊNDICE B – Modelo de regressão ajustado para variável Altura de plantas (cm), Número de vagens por planta, Rendimento de sementes (kg ha ⁻¹) e Peso médio de 100 sementes de <i>Lupinus albescens</i> sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.	52
APÊNDICE C – Análise da variância para Percentuais de sobrevivência (%) de <i>Lupinus albescens</i> adubado com 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 % da dose recomendada para <i>Lupinus</i> spp, resultados obtidos 150 dias após a semeadura nos meses de maio e junho de 2008 sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.	53
APÊNDICE D – Análise da variância para altura de plantas (cm) de <i>Lupinus albescens</i> adubadas com 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 % da dose recomendada para <i>Lupinus</i> spp, resultados obtidos 150 dias após a semeadura nos meses de maio e junho de 2008 sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.	54
APÊNDICE E - Análise da variância para número de vagens por planta de <i>Lupinus albescens</i> adubada com 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 % da dose recomendada para <i>Lupinus</i> spp, resultados obtidos 150 dias após a semeadura nos meses de maio e junho de 2008 sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.	55
APÊNDICE F - Análise da variância para rendimento de sementes (kg ha ⁻¹) de <i>Lupinus albescens</i> adubados com 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 % da dose recomendada para <i>Lupinus</i> spp, resultados obtidos 150 dias após a semeadura nos meses de maio e junho de 2008 sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.	56
APÊNDICE G - Análise da variância para Peso médio de 100 de sementes (g) de <i>Lupinus albescens</i> adubados com 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 % da dose recomendada para <i>Lupinus</i> spp, resultados obtidos 150 dias após a semeadura nos meses de maio e junho de 2008 sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	AS ÁREAS ARENIZADAS DO SUDOESTE GAÚCHO	14
2.2	AS MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS	16
2.3	<i>LUPINUS ALBESCENS</i> : UMA ALTERNATIVA RECENTE	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO	22
3.1.1	São Francisco de Assis	22
3.1.2	Santa Maria	23
3.1.3	Cruz Alta	24
3.2	CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DOS SOLOS	25
3.3	INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	27
3.3.1	Produção de sementes de <i>Lupinus albescens</i> em épocas distintas de semeadura sob diferentes doses de adubação em solo arenizado.....	27
3.3.2	Potencial de produção de sementes de <i>Lupinus albescens</i> em solos com diferentes teores de argila.	28
3.4	DETERMINAÇÕES	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	DESENVOLVIMENTO DE <i>LUPINUS ALBESCENS</i> AOS 150 DIAS APÓS A SEMEADURA EM SOLO ARENIZADO	31
4.1.1	Percentuais de sobrevivência de plantas	31
4.1.2	Altura de plantas.....	34
4.1.3	Número de vagens por planta.....	36
4.2	RENDIMENTO DE SEMENTES DE <i>LUPINUS ALBESCENS</i>	37
4.2.1	Efeito da época de semeadura sobre solo arenizado	37
4.2.2	Efeito do conteúdo de argila no solo	40
4.3	PESO MÉDIO DE SEMENTES	42
5	CONCLUSÕES	44
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1 INTRODUÇÃO

A necessidade cada vez maior de alimentos, espaço e condições de sobrevivência diante do aumento da população mundial torna-se um desafio ao sistema sustentável de produção agrícola. Os recursos naturais básicos têm sido utilizados sem respeito algum aos limites ambientais e, lamentavelmente, o solo é o que mais tem sofrido com essa exploração inadequada. Estudos da FAO (2008) apontam que a degradação do solo em nível mundial está aumentando em gravidade e extensão, sendo a má gestão da terra a principal causa.

A degradação do solo está ocorrendo em muitas partes do mundo. Segundo a ONU há 2 bilhões de hectares de solos degradados no planeta e, de acordo com a EMBRAPA (2002), 200 milhões estão no Brasil, sofrendo ações como cultivo de solos sem aptidão agrícola, mineração, construção de estradas, represas e áreas industriais. Segundo a FAO (2008), as conseqüências desse fenômeno incluem diminuição da produtividade agrícola, migração, insegurança alimentar, prejuízos a recursos e ecossistemas básicos e a perda de biodiversidade genética e de espécies, devido a mudanças nos habitats. Um exemplo deste efeito é vivido na China, que sofre a degradação de terra mais séria do mundo, com mais que 40%, de sua área afetada crescentemente por erosão de terra, salinização e desertificação (CHEN, 2006).

No Brasil, na década de 50, iniciou-se o processo de modernização do campo, que se acentuou a partir da década de 60, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, e expandiu para outras regiões, sobretudo a partir da década de 70 (TEIXEIRA, 2005). No Rio Grande do Sul, essa modernização trouxe consigo graves conseqüências em termos de degradação ambiental, tendo na introdução do cultivo da soja e no pisoteio do gado os principais responsáveis pela intensificação dos processos erosivos do solo (SUERTEGARAY, 2001).

Quando a vegetação é destruída e a camada de solo fértil é perdida os processos erosivos são evidenciados e o resultado é a perda da capacidade produtiva dos solos. Fato que é possível observar na região sudoeste do Rio Grande do Sul vivenciado pela problemática dos chamados “desertos”, nome pelo qual popularmente se denominam focos de arenização. Com isso, deve-se proceder a práticas conservacionistas antes de qualquer atividade sobre o solo desta região.

O *Lupinus albus* é uma espécie de tremoço nativo, que vem sendo estudada no sentido de reduzir os efeitos da erosão eólica, diminuição dos danos por abrasão e aumento na

retenção de umidade e de nutrientes (DRESCHER et al., 2006; DORNELES et al., 2007; ROVEDDER et al., 2007). As características de rusticidade e adaptabilidade à baixa fertilidade e baixa retenção de umidade de solos arenosos, além de possuir alto potencial de simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio indicam a espécie como planta com possível para recuperação de solos arenizados, uma vez que o aporte de biomassa e a elevação do percentual de matéria orgânica são empregados como forma de aumentar a CTC destes solos.

Desta forma, percebe-se a importância do manejo adequado visando à multiplicação de *Lupinus albus*. A prática da semeadura em época correta e o fornecimento ideal de nutrientes à cultura podem influenciar o bom desenvolvimento das plantas e, assim, potencializar seus efeitos nas condições químicas, físicas e biológicas dos solos atingidos pelo fenômeno de arenização.

O objetivo deste trabalho é caracterizar a germinação, crescimento e produção de sementes de tremoço nativo relacionado com adubação e época de semeadura. Os objetivos específicos são: a) avaliar a época de plantio mais indicada para produção de sementes de *L. albus* em solo arenizado; b) determinar o nível de adubação mais adequado para a produção de sementes de *L. albus* em solo arenizado c) verificação de sua adaptação em solos com diferentes teores de argila, com a finalidade de recuperação de áreas degradadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 As áreas arenizadas do sudoeste gaúcho

A região sudoeste do Rio Grande do Sul vivencia um processo que vem ocorrendo ao longo dos anos devido à fragilidade natural do ecossistema, associada à erosão eólica e intensificada pelas práticas inadequadas de manejo do solo. A formação dos areais, interpretada a partir de estudos geomorfológicos, somada à dinâmica hídrica e eólica indica que os areais resultam inicialmente de processos hídricos. A partir de uma topografia favorável ocorre a formação de ravinas e voçorocas e assim, pela erosão sucede-se a origem dos areais (SUERTEGARAY, 2001).

O termo arenização foi sugerido por Suertegaray (1987) para definir o processo de retrabalhamento de depósitos areníticos pouco ou não consolidados, conferindo mobilidade aos sedimentos não protegidos pela vegetação, através da água e dos ventos, assim distinguindo-o do fenômeno de formação de desertos. O termo desertificação tem sido muito utilizado para indicar a perda da capacidade produtiva dos ecossistemas causada pela atividade antrópica. As regiões desérticas são áridas e apresentam precipitação, na maioria dos casos, inferior a 50 mm anuais, diferentemente das áreas da região gaúcha onde são observados em média 1400 mm de chuva anuais (SOUTO, 1985).

A gênese da arenização ocorre pela influência de fatores edáficos, geomorfológicos e climáticos incidindo sobre o material de origem, ocasionando, primeiramente, na formação de ravinas e, posteriormente, pela erosão lateral e regressiva, originando voçorocas (SUERTEGARAY, 1987). A ocorrência de chuvas possibilita o transporte de sedimentos arenosos, desta forma iniciando o processo de arenização, em condições de declividade e posição no relevo favoráveis. A erosão eólica, entretanto, interfere remobilizando o sedimento arenoso inconsolidado transportado na erosão hídrica. Rovedder et al. (2005) observaram que a dinâmica de formação dos areais em áreas planas, ocorre principalmente pela atividade agropecuária executada sem práticas conservacionistas. Já em relevo elevado, a incidência das chuvas, atuando na movimentação de sedimentos descendentes, resulta em depósitos nas bases destas formações, os quais dão origem aos areais.

O fenômeno da arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul é notado desde os

tempos da ocupação luso-espanhola, no século XIX. Avé-Lallemant, um famoso naturalista em incursões pelo estado em 1858 descreveu, com grande espanto, uma paisagem semelhante a um deserto africano contrastando com as demais regiões do sul do país:

“A lua um pouco velada deitava um clarão turvo sobre a região. Subitamente em torno de nós, tudo parecia branco. Crer-se-ia viajar num campo de neve. Em volta, a areia pura, limpa, sem nenhuma vegetação, verdadeiro deserto africano, embora de pouca extensão. Dava-me uma impressão particularmente melancólica. Viajávamos juntos, em silêncio. Encontramos um pequeno lago e tivemos de contorná-lo fazendo um grande arco. Pareciam extintos quaisquer vestígios de vida, qualquer vegetação. Colhera-nos inesperadamente a mais estranha solidão. Tornou-se-me quase penosa a turva noite de luar” (AVÉ-LALLEMANT, R. apud MARCHIORI, 2002).

Rambo (1960) também faz um registro sobre a paisagem e a existência de areais na região da campanha gaúcha:

Em alguns lugares mais altos e planos, depara-se-nos um fenômeno único em todo o Rio Grande do Sul: areais de muitos hectares de superfície no meio do campo, com verdadeiras dunas continentais; é como se a paisagem quisesse conservar uma lembrança do que foi toda essa região nas longínquas eras do triássico, quando ainda não existia a valente flora do campo para subjugar as areias.

Tais relatos históricos da presença de núcleos de arenização no sudoeste gaúcho atestam que os areais decorrem da dinâmica da natureza na sua origem, ou seja, é possível concluir que o fenômeno de arenização é um produto da atuação dos agentes climáticos sobre a geomorfologia da região, ainda que a ação do homem possa intensificar este processo (SUERTEGARAY et al., 2001). Azevedo e Kaminski (1995) ressaltam que a fragilidade natural é atrelada à dificuldade de retorno da cobertura vegetal após distúrbio, ao baixo poder tampão do solo e à alta susceptibilidade à erosão. O arenito da Formação Botucatu é uma fonte de sedimentos arenosos de origem hídrica e eólica com significativa abrangência na região. Trata-se de um substrato que origina solos extremamente arenosos, de baixa agregação e alta friabilidade, facilmente afetados por processos erosivos, reforçados por práticas de manejo erroneamente conduzidas. Ab'Saber (1995), observando areais da região, constatou que não apresentavam componentes argilosos nem estratificação.

Além da fragilidade natural do material geológico e da atuação dos agentes erosivos, a ação antrópica interfere significativamente na degradação do solo. O desenvolvimento do setor agrícola ocasionou um acentuado prejuízo associado ao aumento de áreas degradadas no

Rio Grande do Sul. O avanço industrial através de uma política de farta distribuição de crédito às atividades primárias nos anos 60 alavancou a exploração excessiva e sem qualquer compromisso com a manutenção da sustentabilidade dos recursos naturais existentes (FREITAS et al, 2002). Atividades como a derrubada e queimada de grandes extensões de mata nativa, o cultivo de solos sem aptidão agrícola e o excessivo pastoreio do gado causaram ao cenário agropecuário grande impacto ambiental. A consequência imediata da retirada da cobertura vegetal foi a maior fragmentação dos ecossistemas e a exposição do substrato arenoso à ação da erosão, refletindo na perda da capacidade produtiva das terras, redução nas colheitas, degradação física, química e biológica dos solos e aumento no custo de produção, impulsionando a formação de areais.

Em levantamento realizado no final da década de 80 por Suertegaray et al. (2001) foi possível quantificar a abrangência dos areais na região sudoeste, compreendendo os municípios de Alegrete, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manoel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Francisco de Assis e Unistalda, totalizando A soma desta área arenizada totalizou aproximadamente 36,7 km², ou seja, 0,26% da área total da região sudoeste. O município que apresentou maior área de seu território em areais é Manoel Viana, com 0,33% do total. Já o município de Alegrete é aquele que apresenta a mais expressiva extensão deste processo, com uma área em torno de 11,2 km² de areais.

Em 2004 novos levantamentos na região foram realizados por Andrades F^o et al. (2005), verificando através de imagens LANDSAT TM, a atualização do mapeamento e quantificação dos areais. Neste estudo foi constatado o avanço do alcance dos areais em municípios como Alegrete, Rosário do Sul, São Borja e Cacequi, tendo este último aumentado sua área de ocorrência de 9,38 ha em 1989, para 18 ha, em 2004. Já municípios como Itaqui e São Francisco de Assis tiveram o percentual de suas áreas diminuídas, possivelmente pelo fato de haver vários trabalhos envolvendo a contenção dos efeitos erosivos sobre os areais dessas áreas. No caso dos demais municípios estudados, as extensões atingidas pelo problema foram mantidas estáveis.

2.2 As medidas de recuperação das áreas degradadas

A década de 60 marcou a intensificação do processo de degradação dos solos da região da Campanha Gaúcha. O estímulo à modernização do setor agrícola, orientada com o exclusivo propósito de viabilizar o desenvolvimento da indústria no país, proporcionou

facilidades para a aquisição de insumos e equipamentos agrários, através de linhas de crédito oferecidas pelo governo para as atividades agropecuárias. Com o estado subsidiando a expansão da fronteira agrícola, várias áreas propícias à ocorrência do processo de arenização foram ocupadas, o que fez com que o fenômeno aumentasse e expandisse por novas áreas (DUARTE; PALMEIRA, 2008).

De acordo com Azevedo e Kaminski (1995), o ecossistema degradado pode ser resultado da perturbação nos fluxos de troca, as quais se ampliam por todo sistema, alterando seu funcionamento e produzindo uma nova realidade. Devido às condições precárias dos solos areníticos do sudoeste gaúcho, principalmente à fragilidade tanto do solo quanto da cobertura vegetal, o emprego de práticas conservacionistas deve ser priorizado na intenção de proteger a instabilidade deste ecossistema.

O objetivo da recuperação destas áreas é o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização do solo visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente. Para a recuperação, é preciso selecionar e identificar espécies aptas às novas condições edáficas e que, de forma rápida, acelere a estruturação e formação dos horizontes mais superficiais do solo (CARPANEZZI et al., 1994). A adaptação e o desenvolvimento dessas espécies dependerão das condições físicas, químicas, biológicas e hídricas do solo e também das condições do microclima local. Qualquer interferência visando à restauração de ecossistemas deve partir de dois pressupostos: de que exista um ecossistema original, em equilíbrio dinâmico, cujas características têm de ser respeitadas no processo de restauração como ideal a ser atingido, e de que existem instrumentos legais que regulamentam interferências sobre os recursos naturais (CAMPOS; ALVES, 2006).

Os trabalhos na tentativa de reverter o processo de degradação do solo começaram na década de 70, através de políticas educacionais para recuperação de areais. Uma das alternativas de estudar o problema foi o Plano Piloto de Alegrete, iniciativa da Secretaria Estadual da Agricultura, incentivando o plantio de árvores na região, objetivando promover e difundir práticas conservacionistas capazes de proteger o solo (SOUTO, 1985). Durante este estudo, o “Deserto do São João” foi o local para serem testadas 76 espécies de plantas entre arbóreas, frutíferas e herbáceas, nativas e exóticas, bem como gramíneas e leguminosas, sendo as que apresentaram melhor desenvolvimento sobre o solo arenizado foram o eucalipto, o pinus e a acácia-negra.

O cultivo de espécies exóticas é motivo de polêmica quando relacionado à recuperação de áreas degradadas. Segundo Suertegaray et al. (2001), o eucalipto possui um sistema

radicular superficial, que provoca um elevado consumo de água e dificuldade na percolação de água no solo. O eucalipto também se caracteriza pelas altas taxas de evapotranspiração, provocando riscos para fontes de água subterrânea. Outro ponto negativo do eucalipto, assim como de outras plantações florestais com espécies de crescimento rápido, é que promove perda direta de nutrientes do solo ao longo das rotações. Entretanto, Ceconi et al. (2005) relata o destaque de espécies exóticas como estratégia de recuperação devido à características de rusticidade e rápido desenvolvimento. Do ponto de vista do produtor rural, trata-se de uma cultura que barra a ação dos ventos e pode ser aproveitada economicamente, entretanto a perda de solo por erosão hídrica continua, além do agravante atrativo para formigas (CASSOL, 2004). É importante ressaltar que espécies exóticas, como o eucalipto, geralmente são utilizadas nos casos em que a área foi severamente degradada e as espécies nativas não são capazes de sobreviver.

Mesmo diante das críticas e discussões causadas pelo tema que envolve o plantio de eucalipto em areais, deve-se ressaltar resultados positivos com a implantação do Plano Piloto em Alegrete. O cinturão de eucalipto formado ao redor do “Deserto do São João” conteve a expansão do areal e possibilitou o estabelecimento de sistemas produtivos, como lavouras sob sistema plantio direto e campo nativo utilizado com pecuária ao redor desta área (ROVEDDER, 2007)

O conhecimento da dinâmica do solo é importante na sua melhor utilização, desta forma adaptando práticas de manejo às suas características, interferindo na intensidade dos processos de degradação. Com isso, padrões de qualidade do solo devem ser considerados. O conceito mais simplificado para o termo foi formulado por Larson e Pierce (1991), como sendo “apto para o uso”. Já Doran e Parkin (1994), sugerem uma definição mais complexa para qualidade de solo, que envolve a capacidade do solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade do meio ambiente e promovendo a saúde das plantas e dos animais.

As técnicas de manejo conservacionista abordam como princípio fundamental a manutenção da qualidade do solo e o uso de plantas para cobertura, bem como para a ciclagem de nutrientes, que são práticas antigas neste procedimento. Segundo o conceito atual de adubação verde, esta prática está associada a quatro pontos básicos nos diferentes sistemas agrícolas: cobertura e proteção do solo; manutenção ou melhoria das condições físicas, químicas e biológicas no solo; aração biológica e introdução de microvida em profundidade no solo e uso eventual da biomassa produzida para alimentação animal ou para outras

finalidades (CALEGARI et al., 1993). Estes princípios também vêm sendo utilizados na recuperação de solos degradados através de estratégias de revegetação (SANTOS et al., 2001).

No processo de recuperação de áreas degradadas, a dinâmica das comunidades vegetais pode ser manipulada visando melhorar o estabelecimento de espécies, acelerar o ritmo da sucessão e aumentar a diversidade biológica. Para tanto, é necessário um bom entendimento dos mecanismos relacionados ao processo de sucessão da comunidade vegetal, bem como o suprimento adequado de propágulos. Quando a perda de matéria orgânica destas áreas é baixa e existe fonte de propágulos, as espécies pioneiras repovoam a área sem necessidade de adição de nutrientes e assim iniciam o processo de recuperação. Por outro lado, a degradação associada com a perda de matéria orgânica é mais séria, devido à perda de nutrientes nela contidos (CAMPELLO, 1998).

Nos últimos anos, o setor de Manejo e Conservação do solo da Universidade Federal de Santa Maria vem pesquisando a espécie *Lupinus albescens*, nativa da região Sudoeste. Segundo Rovedder (2003), trata-se de uma espécie com grande potencial para a recuperação de solos degradados.

2.3 *Lupinus albescens*: uma alternativa recente

A vegetação da região sudoeste de Rio Grande do sul possui espécies testemunhas de um paleoambiente desértico, mais seco que o atual. A exemplo disto verifica-se a ocorrência de espécies cactáceas, além de diversas características de xerofilia, tais como elevada pilosidade, elevado conteúdo de compostos resiníferos, presença de órgão de reserva, entre outras peculiaridades úteis a este tipo de ambiente (MARCHIORI, 1995). Entre estas espécies, encontra-se o *L. albescens*, uma leguminosa ocorrendo naturalmente na Argentina, Uruguai, Paraguai e nas regiões da Campanha, Litoral e Missões do Rio Grande do Sul (PINHEIRO, 2001), tendo evoluído paralelamente aos processos pedogenéticos e climáticos que formam a paisagem atual da campanha gaúcha (ROVEDDER et al., 2005).

Popularmente conhecida como tremoço nativo, esta espécie apresenta folíolos e ramos muito pilosos, além de apresentar substâncias resiníferas, o que pode ser um mecanismo de adaptação às condições edafoclimáticas da região, comprovando a sua evolução paralela a um paleoambiente xeromórfico. Estas características, além de atribuírem alta rusticidade à espécie, possuem efeitos benéficos quando do uso da espécie em estratégias de recuperação e

a tornam inadequada ao consumo animal. Esta elevada pilosidade atua diminuindo a transpiração, fator importante em solos de baixa retenção hídrica (ROVEDDER et al., 2004).

É uma planta de porte herbáceo, de crescimento ereto, com hábito anual, apresentando folhas digitadas, inflorescências racemosas com flores lilases e frutos na forma de vagem, com até sete sementes (PINHEIRO, 2000). A germinação do tremoço nativo é abundante, levando de 10 a 20 dias para germinar, formando um banco de plântulas com alta densidade (ROVEDDER, 2007). Por tratar-se de uma espécie nativa, que não sofreu processos de melhoramento genético, o *L. albescens* possui desuniformidade em algumas fases do seu desenvolvimento, tais como desigual emissão das inflorescências, florescimento irregular dentro do racemo e elevada degrana natural.

Além dessas características, a espécie apresenta dormência das sementes, o qual trata-se de um fenômeno fisiológico causado por um bloqueio físico representado pelo tegumento resistente e impermeável que, ao impedir o trânsito aquoso e as trocas gasosas, não permite a embebição da semente nem a oxigenação do embrião, que por isso permanece latente. Essas sementes, denominadas duras, alcançam grande longevidade, e qualquer procedimento que permita romper o tegumento das sementes (escarificação), fazendo-as absorver água, promove sua germinação e emergência de plântulas geralmente vigorosas (GRUS, 1990). Para algumas espécies do gênero *Lupinus* recomenda-se o tratamento de pré-friagem, o qual consiste em armazenar a semente de 5 a 7 dias em temperatura de 5 a 10 °C, e a escarificação da testa próximo aos cotilédones como métodos de superação de dormência (BRASIL, 1992). Dorneles (2008) realizou testes de germinação da espécie *L. albescens* em laboratório e constatou que o tratamento de pré-friagem é dispensável na superação da dormência e que a escarificação mecânica com lixa 120 durante 5 segundos é o método mais eficaz no incremento da germinação, obtendo o índice de 78,17%.

O vigoroso sistema radicular do tremoço nativo é pivotante, com raízes que chegam a alcançar 1,50 m de profundidade, possibilitando a busca por água e nutrientes a elevadas profundidades. As raízes sustentam nódulos ativos próximos à coifa, devido a associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio (ROVEDDER et al., 2004). Estudos em casa de vegetação, Stroschein (2007) verificou a produção de nódulos e leghemoglobina pelo isolado bacteriano UFSM L1.3, apresentando uma eficiência simbiótica relativa de 94,2% na fixação biológica de nitrogênio. No entanto ainda não se conhece exatamente o gênero e a espécie de rizóbio associado a esta espécie de tremoço.

O *L. albescens* possui alto potencial de produção de fitomassa, permitindo a cobertura

do solo e retorno do processo de ciclagem de nutrientes. Em trabalhos de Rovedder et al. (2005), esta espécie de tremoço apresentou um acúmulo de massa seca de 6,42 Mg ha⁻¹ e de nitrogênio na parte aérea de até 158,3 kg ha⁻¹ quando cultivado em solo degradado. Estes resultados são superiores aos encontrados para tremoço branco (*L. albus*), correspondendo a 3,2 Mg ha⁻¹ de massa seca e 81,38 kg ha⁻¹ de nitrogênio (GOUVEIA; ALMEIDA, 1997), aos 3,0 Mg ha⁻¹ de massa seca e 88 kg ha⁻¹ de nitrogênio para nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) (WIETHÖLTER, 2003) e aos 5,3 Mg ha⁻¹ de massa seca e 65,4 kg ha⁻¹ de nitrogênio para aveia preta (*Avena strigosa* Schieb.) (ROSSATO, 2004).

Desta forma, é possível conferir a redução da amplitude térmica superficial e a erosão eólica, proporcionando estabilidade às áreas degradadas (SOUTO, 1985), permitindo a utilização desta leguminosa em estudos de revegetação dos areais, devido às características de adaptação apresentada pela espécie (ROVEDDER, 2003). A formação de maciços vigorosos de vegetação resulta em cobertura considerável do solo e demonstra o elevado potencial de utilização do *Lupinus albescens* na contenção dos processos erosivos em solos arenizados da região.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a resposta de sete diferentes doses de adubação sobre três épocas de semeadura de *Lupinus albus* (tremoço nativo), foram implantados experimentos nos meses de maio, junho e julho de 2008 em Neossolo Quartzarênico Distrófico típico. Devido à carência de estudos sobre o tremoço em questão, foram utilizados trabalhos com as espécies do gênero *Lupinus* freqüentemente empregadas como planta de cobertura de solo no Brasil. A adubação manejada na área, sendo fracionada em 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose recomendada.

Concomitantemente ao ensaio instalado no mês de junho, outras duas áreas experimentais, diferenciadas pelo seu conteúdo de argila no solo, foram testadas com o objetivo de analisar o desempenho da cultura de *L. albus* em local distinto do seu ambiente de origem. A caracterização de cada local, os parâmetros avaliados e as metodologias utilizadas em cada experimento é feita a seguir.

3.1 Caracterização dos locais de estudo

3.1.1 São Francisco de Assis

A área de estudo está situada na localidade de Vila Kraemer (Figura 1a), 5º distrito do município de São Francisco de Assis, na região fisiográfica das Missões, fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. Trata-se da zona de transição entre o Planalto e a Campanha Gaúcha, onde o relevo apresenta-se tabuliforme com ondulações suaves e a vegetação predominante de campos limpos com pastagens nativas e cultivadas, utilizadas na criação de gado (AUZANI, 2003). As variedades de vegetação apresentam-se bastante limitadas, devido ao tipo de solo ser de origem arenítica, medianamente fértil e parcialmente coberto por florestas, destacando-se pastagens, como braquiária e pangola, e também espécies arbóreas exóticas, como eucalipto e pinus.

De acordo com Köeppen, o clima da região está classificado como Cfa “Subtropical Mesotérmico” constantemente úmido, caracterizado por geadas de maio a agosto e calor

intenso entre janeiro e fevereiro (MORENO, 1961). A pluviosidade intensa é bem distribuída por todo ano, variando de 1.250mm a 1.500mm por ano.

A geologia do município é constituída de arenitos e lutitos, apresentando areias grossas, bem estratificadas, material bastante friável, sendo os lutitos apresentando-se plásticos e com baixo teor de argila e os arenitos variegados, contendo umidade no seu interior (AUZANI, 2003). Observa-se a ocorrência de micro-regiões com processos de arenização intenso, conseqüência de uma agricultura mal planejada associada a graves problemas de erosão devido ao substrato arenítico. Esta é a descrição dos chamados Campos de Areia da Vila Kraemer (RIBEIRO, 2008).

As unidades experimentais foram implantadas sobre um foco de arenização localizado nas coordenadas 29°23'S de latitude e 55°12'W de longitude, situado na Fazenda das Oliveiras, pertencente à empresa Stora Enzo. O solo do local de estudo é classificado como Neossolo Quartzarênico Distrófico típico, de acordo com classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Atividades relacionadas à pecuária extensiva eram exercidas na fazenda, onde atualmente o cultivo de eucalipto para fins de reflorestamento comercial é empregado, excetuando 45 hectares que abrangem o areal. Esta área jamais teve testado algum tipo de revegetação.

3.1.2 Santa Maria

O local de implantação das unidades foi a área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (Figura 1b), na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, onde o solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico, segundo Embrapa (1999), com textura superficial franco arenosa e apresentando horizonte B textural.

O clima, de acordo com Köppen, é do tipo Cfa, temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e subtropical do ponto de vista térmico. A temperatura média anual é de aproximadamente 19,3 °C, sendo julho é o mês mais frio, com valor médio das temperaturas mínimas de 9,3 °C, e janeiro o mês mais quente com média das temperaturas máximas de 31,8 °C (MORENO, 1961). As precipitações são regulares ao longo do ano, com índices pluviométricos anuais de 1.500 a 1.750mm.

As parcelas do experimento foram alocadas nas coordenadas geográficas 29°43'S e 53°42'W. O sistema de plantio direto vem sendo empregado há 12 anos, sendo que a cultura anterior foi azevém, formada por ressemeadura natural.

3.1.3 Cruz Alta

O trabalho foi conduzido na área experimental da Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa (FUNDACEP), no município de Cruz Alta na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul (Figura 1c).

O clima, segundo classificação de Köppen, é Cfa2, ou seja, subtropical úmido sem estiagem típica. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio é superior a 3°C e inferior a 18°C. (MORENO, 1961). A precipitação média anual é maior do que 1.600mm, com tendência de maiores precipitações na primavera e no verão.

No município ocorre a predominância de rochas básicas, principalmente o basalto. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico com textura franco-argilosa (EMBRAPA, 1999).

A área vem sendo manejada sob sistema plantio direto há 15 anos. As parcelas experimentais foram implantadas na sucessão da cultura do trigo, sob as coordenadas geográficas 28° 36'S de latitude e 53° 40'W de longitude.



Figura 1 - (a) Aspecto do areal na área de estudo: Fazenda das Oliveiras, São Francisco de Assis; (b) área experimental do Departamento de Solos – UFSM, Santa Maria e (c) área experimental da FUNDACEP – Cruz Alta. (Fotos: Fabiana de O. Dorneles e Jackson Fiorin)

3.2 Caracterização química e física dos solos

A caracterização química e física do solo nos locais de estudo foi realizada no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Santa Maria. Foram coletadas amostras na profundidade de 0 a 10 cm e analisadas seguindo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Foram analisados os conteúdos de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, além de determinados o teor de matéria orgânica, o pH em água, o índice SMP e a porcentagem de argila. Calculou-se a capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva), capacidade de troca de cátions a pH 7 (CTC em pH 7), a saturação por alumínio e a saturação por bases (Tabela 1).

Os laudos foram analisados com o auxílio das recomendações de adubação e calagem estabelecidas pela SBCS (2004), conforme as necessidades da cultura de tremoço (*Lupinus* spp).

Tabela 1 - Caracterização química do solo nas áreas de estudo. Santa Maria, 2008.

Município	São Francisco de Assis	Santa Maria	Cruz Alta
Solo	Neossolo	Argissolo	Latossolo
Argila, %	6	16	48
pH em H ₂ O	4,8	5,5	5,5
Índice SMP	6,6	6,6	5,6
P, mg dm ⁻³	3,7	20,8	15,9
K, mg dm ⁻³	12	108	151
% M.O., m/V	0,2	2,2	3,2
Al, cmol _c dm ⁻³	0,5	0	0,2
Ca, cmol _c dm ⁻³	0,3	3,2	5,0
Mg, cmol _c dm ⁻³	0,1	1,6	1,7
H+Al, cmol _c /L	2,2	5,5	4,9
CTC Efetiva	0,9	5,1	7,3
CTC pH 7 cmol _c dm ⁻³	2,6	7,3	12
Saturação Al, %	56	0	2,7
Saturação Bases, %	17	70	59

Segundo o laudo de análise de solo da área em São Francisco de Assis foi possível concluir que o pH estava ácido e que os níveis de fósforo e potássio estavam muito baixos. Assim, a recomendação foi de 0,8 t ha⁻¹ de calcário com PRNT 100% e 125 kg ha⁻¹ de K₂O e 105 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Ajustando-se as quantidades calculadas aos insumos utilizados, foram aplicados 444 g de calcário com PRNT 72% em cada parcela e, como dose equivalente a 100% das necessidades nutricionais para o cultivo de *Lupinus* spp segundo a SBCS (2004), 91,30 g de Superfosfato Triplo (46% de P₂O₅) e 83,33 g de Cloreto de Potássio (60% de K₂O).

O exame do laudo da área de Santa Maria permitiu a conclusão de que o solo não necessitou de calagem devido à Saturação da CTC por Bases estar acima de 65% com pH 5,5. Já os níveis de fósforo e potássio encontraram-se nos níveis médios, portanto necessitaram de uma adubação de reposição de 45 kg ha⁻¹ de K₂O e 25 kg ha⁻¹ de P₂O₅, correspondendo à aplicação de 21,74 g de Superfosfato Triplo (46% de P₂O₅) e 30 g de Cloreto de Potássio (58% de K₂O).

Observando-se o laudo de análise de solo da área de Cruz Alta obteve-se a conclusão de que o solo estava com o pH baixo e fósforo e potássio com níveis alto e muito alto, respectivamente. A recomendação de 1,6 t ha⁻¹ de calcário com PRNT 100% no momento da calagem foi aplicada na forma de 842 g de calcário com PRNT 76% e, com a finalidade de manter os níveis de fertilidade do solo, foram recomendados 45 kg ha⁻¹ de K₂O e 25 kg ha⁻¹ de P₂O₅, equivalente à aplicação de 21,74 g de Superfosfato Triplo (46% de P₂O₅) e 30 g de Cloreto de Potássio (58% de K₂O).

3.3 Instalação dos experimentos

As sementes de *L. albescens* foram coletadas em área de ocorrência natural da espécie, no interior do município de Alegrete. A semeadura foi realizada a partir das recomendações de Rovedder (2007) que cita o período de março à julho como preferencial para o cultivo de tremoço nativo.

A aplicação do calcário e fertilizantes foi feita manualmente a lanço dentro de cada parcela. Os fertilizantes utilizados foram Superfosfato Triplo e Cloreto de Potássio, não tendo sido aplicada adubação nitrogenada, a fim de potencializar a fixação biológica de nitrogênio através da inoculação das sementes com substrato turfoso.

Precedendo a semeadura, foi realizada escarificação mecânica das sementes por 5 segundos com lixa 120 visando potencializar o poder germinativo (DORNELES et al., 2008). O substrato com turfa possibilitou a inoculação do isolado bacteriano UFSM L1.3 (STROSCHEIN, 2007). Para melhor aderência do substrato à semente, previamente à inoculação, foi aplicada uma solução à base de goma-arábica, comumente chamada de adesivo para inoculante.

A semeadura foi realizada após a calagem e a adubação, em parcelas medindo 2m x 2m, com espaçamento de 34 cm entre linhas e com densidade de 4 plantas/m, conforme indicação de Rovedder (2007).

3.3.1 Produção de sementes de *Lupinus albescens* em épocas distintas de semeadura sob diferentes doses de adubação em solo arenizado.

Para determinar a dose adequada de fertilizantes para a maior produção de sementes de tremoço nativo, unidades experimentais foram estabelecidas na Fazenda das Oliveiras,

interior de São Francisco de Assis, distribuídas em Delineamento Blocos ao Acaso, tendo sido testados sete diferentes doses de fertilizantes, os quais representaram os tratamentos, com quatro repetições.

Os tratamentos são:

- T1: testemunha, sem adubação
- T2: aplicação de 25% da dose de adubação recomendada (31,25 kg ha⁻¹ de K₂O e 26,25 kg ha⁻¹ de P₂O₅).
- T3: aplicação de 50% da dose de adubação recomendada (62,5 kg ha⁻¹ de K₂O e 52,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅).
- T4: aplicação de 75% da dose de adubação recomendada (93,75 kg ha⁻¹ de K₂O e 78,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅).
- T5: aplicação de 100% da dose de adubação recomendada (125 kg ha⁻¹ de K₂O e 105 kg ha⁻¹ de P₂O₅).
- T6: aplicação de 125% da dose de adubação recomendada (156,25 kg ha⁻¹ de K₂O e 131,25 kg ha⁻¹ de P₂O₅).
- T7: aplicação de 150% da dose de adubação recomendada (187,5 kg ha⁻¹ de K₂O e 157,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Para avaliar a época de semeadura mais indicada para a produção de sementes de *L. albescens*, três repetições do experimento acima forma instaladas, tendo sido a semeadura realizada nas seguintes datas: 20 de maio, 23 de junho e 24 de julho de 2008, no mesmo local do estudo. Portanto, trata-se de um experimento com Delineamento Blocos ao Acaso com parcelas subdivididas, no qual se tem três épocas de semeadura, correspondendo ao tratamento nas parcelas, e sete doses de adubação, equivalendo ao tratamento nas subparcelas, com quatro repetições.

3.3.2 Potencial de produção de sementes de *Lupinus albescens* em solos com diferentes teores de argila.

Com a finalidade de verificar o desenvolvimento da espécie em solos com teores de argila diferentes da sua área nativa, foram implantadas duas áreas experimentais, além de uma área simultânea instalada no experimento em São Francisco de Assis. Cada área representa

um tratamento, formado pelo respectivo tipo de solo, diferenciando-se, basicamente, pelo teor de argila.

Os tratamentos são:

- L1: Neossolo com 6% de argila, município de São Francisco de Assis
- L2: Argissolo com 17% de argila, município de Santa Maria
- L3: Latossolo com 48% de argila, município de Cruz Alta

Em cada local foram instaladas quatro parcelas, representando as repetições, todas semeadas no mês de junho, com os mesmos cuidados de escarificação e inoculação das sementes. As parcelas tiveram os processos de calagem e adubação realizados seguindo as recomendações da SBCS (2004), conforme as necessidades nutricionais das espécies de tremoço (*Lupinus* spp) empregadas como adubos verdes, e foram igualmente aplicados a lanço. O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente Casualizado, com quatro repetições.

3.4 Determinações

Foram realizadas avaliações preliminares, ou seja, antes da coleta de sementes. As determinações foram feitas aos 150 dias após a semeadura, coincidindo com o período de florescimento da maioria das plantas. Para verificar a produção a campo foi realizada a contagem do número de plantas há^{-1} (índice de sobrevivência de plantas), número de vagens por planta e a altura das plantas medida com o auxílio de uma trena rígida.

O *L. albescens*, além de apresentar características como desigual emissão das inflorescências, florescimento irregular dentro do racemo, também possui degrana desuniforme. Somado a isto, a deiscência das sementes ocorre de forma brusca, proporcionando condições de a semente atingir distâncias imprevisíveis ao redor das plantas. Estes fatos dificultaram a coleta das sementes e, assim, a contagem do número exato de sementes produzido por planta. Desta forma, para avaliar a produção de sementes de tremoço nativo foram contados os lóculos das vagens, coletadas com e sem sementes, visando à estimativa real do rendimento da cultura, em quilogramas por hectare. Além deste, o peso médio de 100 sementes, em gramas, também foi avaliado. Foram feitas análises de regressão para as variáveis estudadas e, em função da significância, selecionados modelos que melhor representassem a variação dos dados coletados. Os resultados obtidos foram submetidos à

análise de variância da regressão e dos coeficientes das equações a 5% de probabilidade, por meio dos procedimentos disponíveis no programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

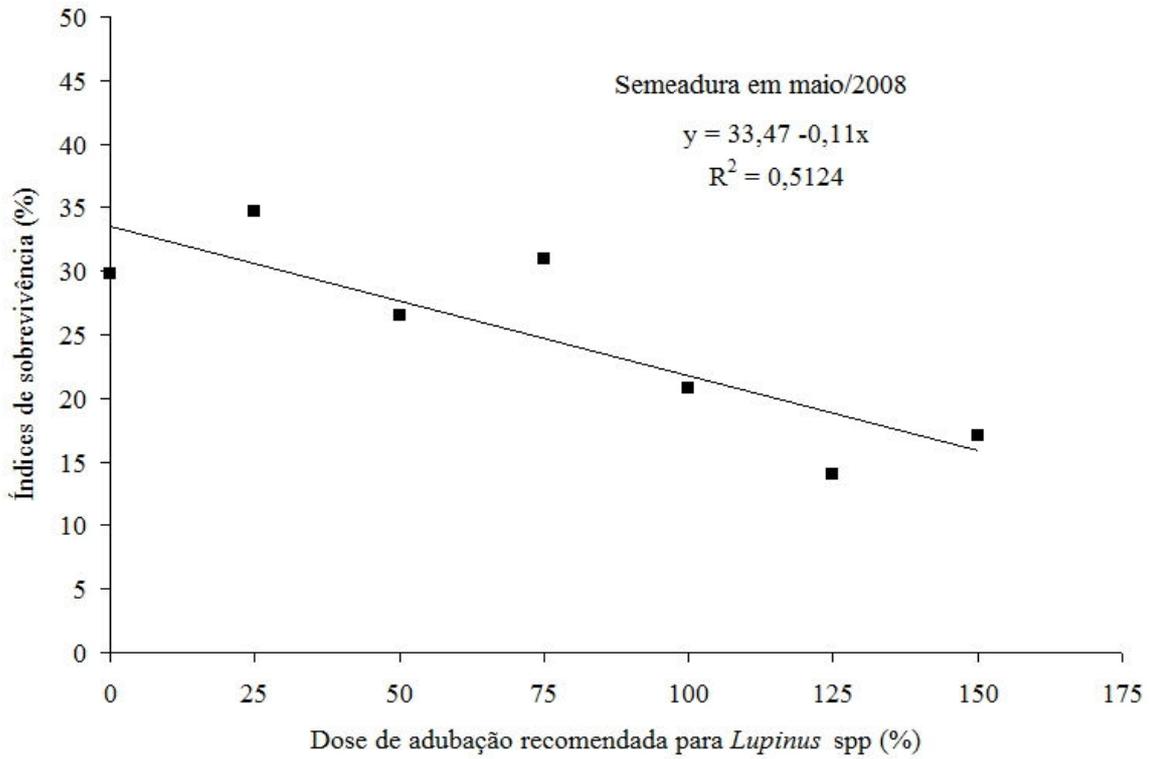
4.1 Desenvolvimento de *Lupinus albescens* aos 150 dias após a semeadura em solo arenizado

As observações deste estudo foram restritas aos experimentos implantados em maio e junho sobre Neossolo, visto que não houve população de plantas, com desenvolvimento completado, cuja semeadura foi manejada no mês de julho. Tais plantas tiveram seu desenvolvimento interrompido com aproximadamente 100 dias após a semeadura, medindo, em média, 8 cm de altura. Este fato possibilita a conclusão de que a semeadura no referido mês é prejudicial ao ciclo da cultura, inviabilizando o desenvolvimento das plantas de *L. albescens*, provavelmente devido à abrasão causada pela intensidade dos ventos primaveris e à deficiência hídrica na fase de plântula.

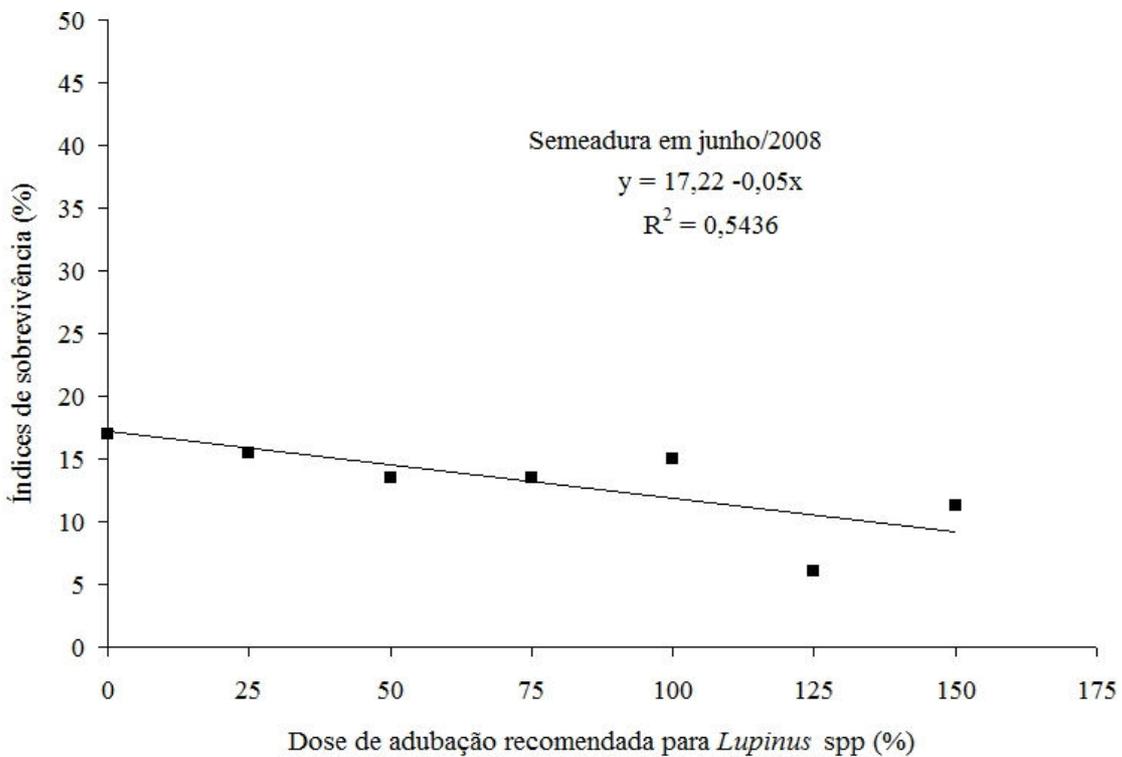
4.1.1 Percentuais de sobrevivência de plantas

Para avaliar o índice de sobrevivência de plantas de tremoço nativo foi realizada a contagem do número de plantas vivas aos 150 dias após a semeadura e relacionou-se este valor ao número de plantas semeado, equivalendo a 100% de plantas sobreviventes. De acordo com os percentuais de plantas sobreviventes aos 150 dias após a semeadura da cultura, (Figura 2) é possível inferir que houve baixa sobrevivência. Além disto, é possível observar que o efeito da aplicação das diferentes doses de adubação expressou taxas de sobrevivência de plantas mais baixas onde as doses foram aplicadas em maior concentração, se comparado às parcelas que receberam doses de adubação menos concentradas.

O Apêndice A expressa os modelos de regressão ajustados ao parâmetro que indica os índices de sobrevivência para as plantas semeadas em maio e junho. Assim, verifica-se que o modelo que melhor se ajustou foi o linear para ambos os meses de semeadura.



(a)



(b)

Figura 2 – Percentuais de sobrevivência de *Lupinus albescens* aos 150 dias após a semeadura em solo arenizado. (a) Plantas semeadas no mês de maio; (b) Plantas semeadas no mês de junho.

Os tratamentos que demonstraram maior taxa de sobrevivência foram relacionados com a dose de 25% e 75% da recomendação de adubação para trevoços (*Lupinus* spp), apresentando respectivamente os índices de 34,75% e 31% de sobrevivência, para as plantas semeadas em maio; e para o experimento implantado em junho a média mais alta foi de 17% de sobrevivência nas parcelas semeadas sem adubação. Não houve diferença estatística entre os tratamentos na mesma época de semeadura provavelmente ao fato de se tratar de uma cultura adaptada e, portanto, as doses de adubação não tiveram efeito significativo na variável em questão.

Este resultado nos percentuais de sobrevivência possivelmente reflete as condições ambientais que o *L. albescens* ficou exposto no campo, como a deficiência hídrica na fase de plântula e a abrasão causada pelos ventos fortes da região (Figura 3). Esta variabilidade ambiental, juntamente com a elevada variabilidade genética da espécie, são as prováveis causas para um coeficiente de determinação (R^2) com valor tão baixo quanto o apresentado pela resposta destes percentuais de sobrevivência à aplicação de doses de adubação.

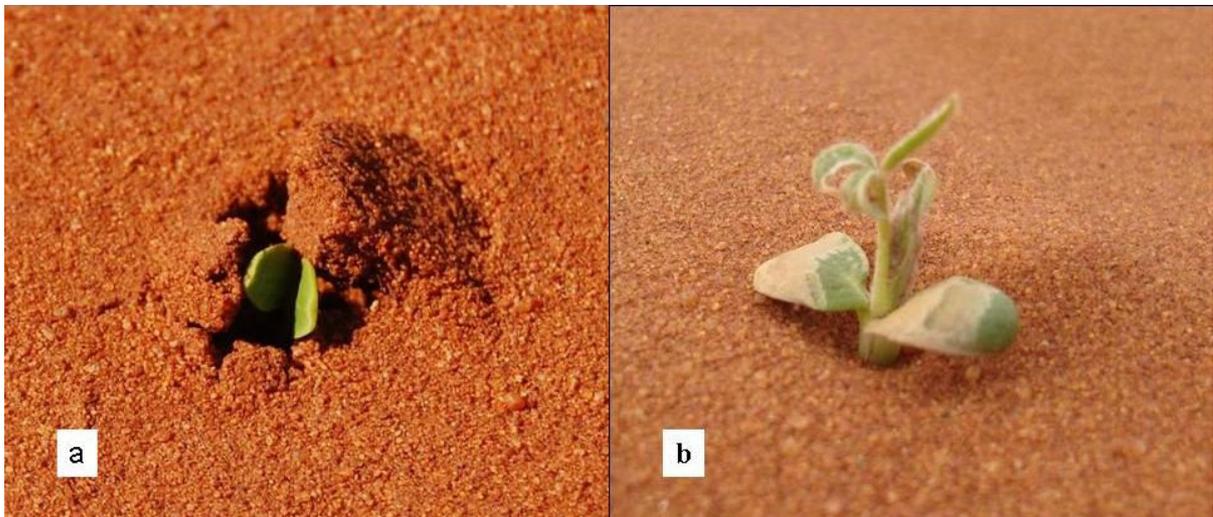


Figura 3 – (a) Germinação de *Lupinus albescens* e (b) efeito da abrasão do vento observada aos 30 dias após a semeadura em Neossolo Quartzarênico. (Fotos: Fabiana de O. Dorneles e Simone F. Abrão)

A baixa resiliência em relação ao efeito da arenização muitas vezes incapacita a vegetação de completar seu desenvolvimento, não conseguindo resistir ao soterramento, que é conseqüência da movimentação de areia. Provavelmente os trevoços nativos semeados mais cedo (maio) suportaram melhor o efeito dos ventos mais intensos, que ocorrem na primavera-

verão (ROVEDDER, 2003), devido à coincidência com a época na qual apresentavam melhores condições de fixação através de um sistema radicular mais desenvolvido que as plantas mais jovens. Além disso, os efeitos destrutivos da atividade eólica são proporcionais à velocidade dos ventos e à redução da cobertura vegetal e/ou precipitações, acentuando-se quando ocorrem em solos de origem arenítica (SOUTO, 1985).

A retenção de água no solo com elevado teor de areia é muito baixa, pois a água transloca-se rapidamente através do perfil. Calegari et. Al (1993) citam que o período crítico de escassez hídrica para tremoços é a fase de pré-germinação e os primeiros dias de germinação, e a segunda fase inicia no pré-florescimento até o desenvolvimento de sementes.

4.1.2 Altura de plantas

Para a semeadura realizada no mês de maio, pode-se observar que, possivelmente, os tratamentos equivalentes a 50, 75 e 100% da dose de adubação requerida pelo cultivo de tremoços, apresentaram melhor desenvolvimento em altura de plantas se comparado ao resultado obtido pela aplicação das doses de 125 e 150%, porém não diferindo dos demais. O tratamento representado pelo emprego de 150% da dose de adubação recomendada foi o que demonstrou menor média de desenvolvimento em altura, atingindo 22,8 cm por planta (Tabela 2).

Tabela 2 – Altura de plantas de *Lupinus albescens* (cm) aos 150 dias após a semeadura, tratadas com diferentes doses de adubação, semeadas em três épocas distintas.

Tratamentos ¹	0	25	50	75	100	125	150
Maio ²	35,4 ab ³	35,8 ab	38,1 a	42,8 a	36,5 a	27,9 bc	22,8 c
Junho ²	35,1 ab	31,0 b	41,2 a	30,9 ab	35,0 ab	30,2 b	26,8 b
Julho ²	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a

¹ dose de adubação requerida para o cultivo de *Lupinus* spp, em %.

² época de semeadura.

³ médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em um nível de 5% de probabilidade de erro.

Através da análise de regressão foi possível verificar que não houve modelo matemático que ajustasse o efeito das doses de adubação testadas sobre a variável dependente em questão para a semeadura procedida no mês de junho. Já para as plantas semeadas em

maio verifica-se que o modelo ajustado que melhor descreve a relação entre a dose de adubação manejada e a média de altura de plantas obtida é o quadrático (Apêndice B). A Figura 4 ilustra o modelo de regressão ajustado na forma gráfica.

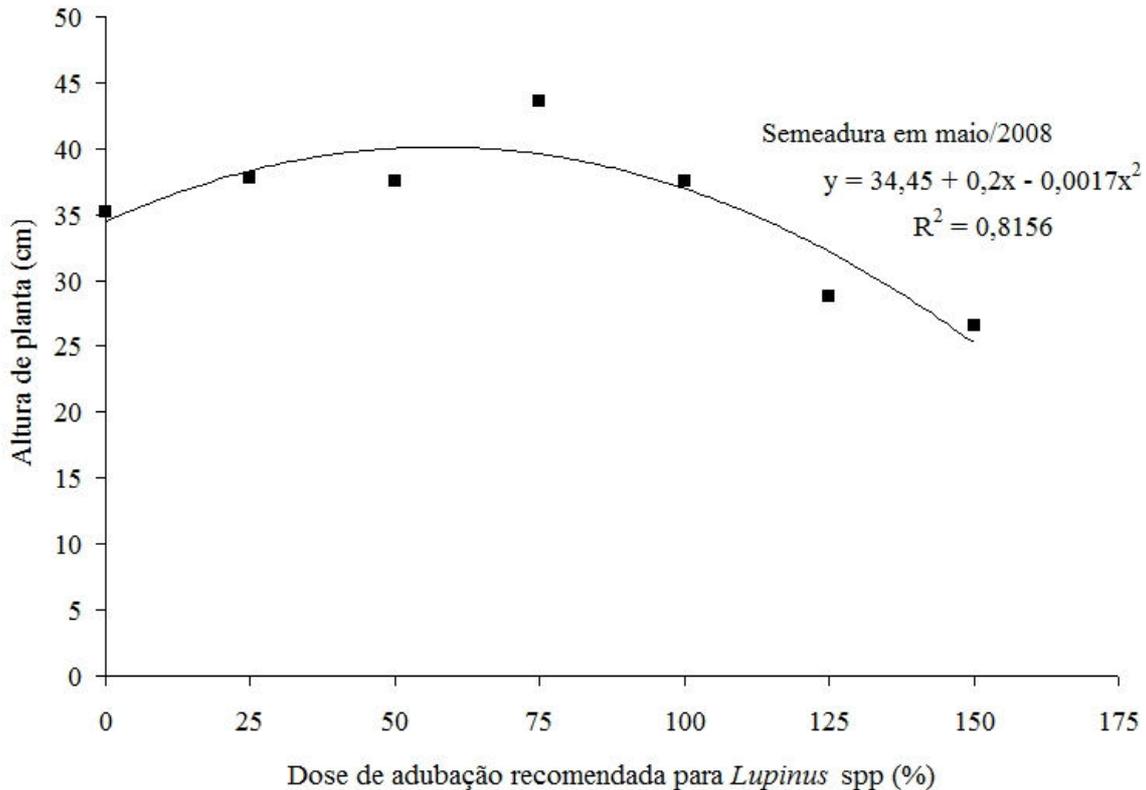


Figura 4 – Altura de plantas de *Lupinus albescens* aos 150 dias após a semeadura no mês de maio/08, em relação à aplicação de 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose de adubação recomendada para o cultivo de *Lupinus spp.*

Observando os resultados da semeadura feita em junho, nota-se que o efeito da metade da dose recomendada para o cultivo de *Lupinus spp* atingiu a maior média de altura de plantas, chegando a 41,2 cm, não diferindo estatisticamente do resultado da aplicação das doses de 0, 75 e 100%. As médias de altura de plantas alcançadas pelos demais tratamentos foram inferiores a média atingida através da aplicação de 50% da dose recomendada, obtendo diferença estatística nos resultados. Para o mês de semeadura relativo a julho, devido à não sobrevivência de plantas, os resultados de altura de plantas apresentaram-se nulos.

4.1.3 Número de vagens por planta

O número de vagens das plantas semeadas em maio foi superior quando as plantas foram tratadas com 75% da dose de adubação recomendada para tremoços (*Lupinus* spp), sendo obtida a média de 27,9 vagens por planta, diferindo estatisticamente somente dos dois tratamentos aplicados com as maiores dosagens de fertilizantes (Tabela 3). Em estudo com outra leguminosa, Souza et al. (2004) demonstraram que, em feijoeiro, o incremento dos níveis de adubação e calagem elevou linearmente a altura de plantas e o número de vagens por planta, mas não afetou o rendimento de sementes. Este efeito não ocorreu em *L. albescens* possivelmente pelo fato de apresentar uma relação fonte/dreno de nutrientes menos exigente que a outra leguminosa, pois se trata de uma cultura adaptada ao ambiente onde os solos possuem baixa CTC e, conseqüentemente, adequou-se ao baixo fornecimento de nutrientes para seu desenvolvimento.

Já o número de vagens das plantas semeadas em junho foi maior sob o tratamento de adubação 50% da dose recomendada (Tabela 3), obtendo a média de 16,2 vagens por planta, não diferindo das médias de 10,5 e 10,2, atingidas pelos tratamentos de 75 e 100% da dose de adubação recomendada para tremoços (*Lupinus* spp), respectivamente, diferindo dos demais tratamentos. Para a semeadura manejada em julho não houve produção de plantas e, conseqüentemente, não houve resultados referentes à número de vagem por planta.

A análise de regressão possibilitou a verificação de um modelo quadrático ajustado para o efeito das doses de adubação testadas sobre o número de vagens por plantas semeadas no mês de maio. Para a semeadura realizada em junho não houve modelo matemático de regressão ajustado (Apêndice C). A Figura 5 possibilita a observação da curva que descreve a equação quadrática e o modelo de regressão ajustado na forma gráfica.

Fazendo-se uma análise comparativa entre o efeito das épocas de semeadura sobre o rendimento de vagens por planta, o que se observa é que o ciclo da cultura iniciado mais cedo, com resultados variando de 13,6 a 27,9 vagens produzidas por planta, atingiu maiores rendimentos. As plantas semeadas em junho provavelmente sofreram com os efeitos ambientais mais intensamente que as semeadas no mês anterior, podendo-se citar a elevada intensidade dos ventos de primavera-verão, que podem ter causado dano de flores e/ou vagens.

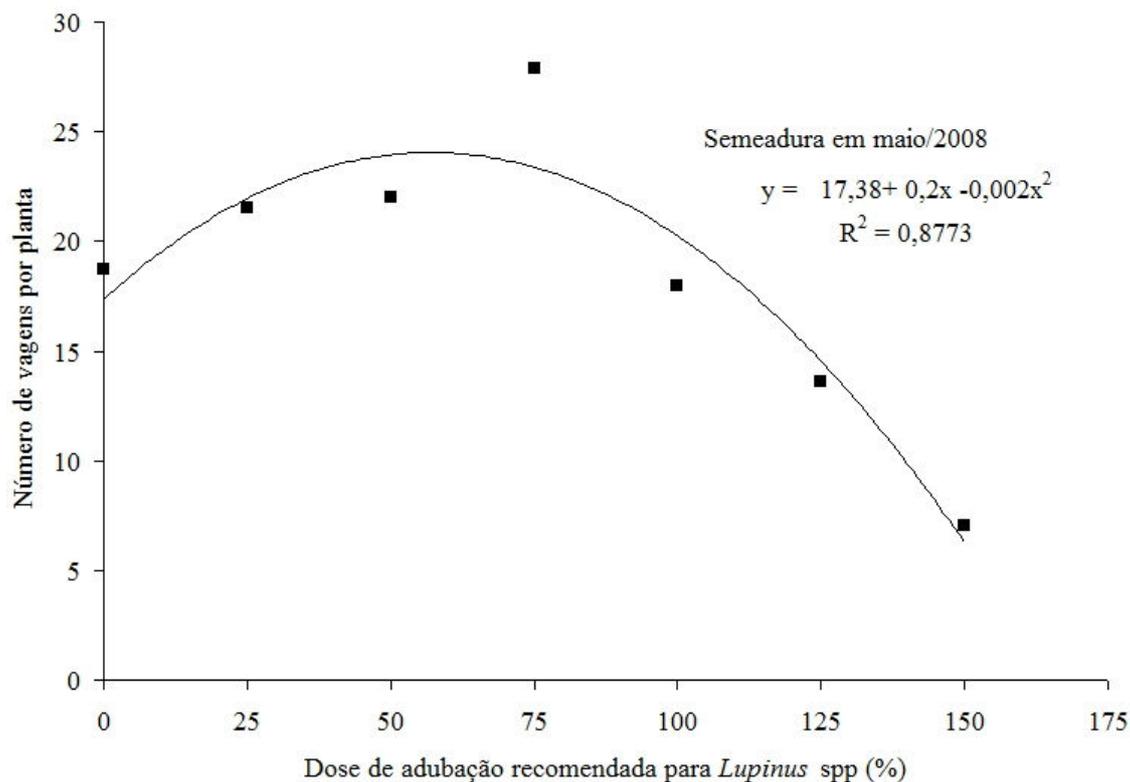


Figura 5 - Número de vagens por planta de *Lupinus albescens* aos 150 dias após a sementeira no mês de maio/08, em relação à aplicação de 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose de adubação recomendada para o cultivo de *Lupinus* spp.

Tabela 3 – Número de vagens por planta de *Lupinus albescens* aos 150 dias após a sementeira, tratadas com diferentes doses de adubação, semeadas em três épocas distintas.

Tratamentos ¹	0	25	50	75	100	125	150
Maio ²	18,7 abc ³	21,5 ab	22,0 ab	27,9 a	17,9 abc	13,6 bc	7,0 c
Junho ²	6,4 b	7,8 b	16,2 a	10,5 ab	10,2 ab	7,3 b	6,8 b
Julho ²	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a

¹ dose de adubação requerida para o cultivo de *Lupinus* spp, em %.

² época de sementeira.

³ médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em um nível de 5% de probabilidade de erro.

4.2 Rendimento de sementes de *Lupinus albescens*

4.2.1 Efeito da época de sementeira sobre solo arenizado

Observando-se a Figura 6 é possível analisar o efeito da dose de adubação relacionada com o rendimento da cultura semeada em maio em solo extremamente arenoso (93% de areia, 1% de silte e 6% de argila). A dose de 75% de adubação recomendada para a cultivo de

tremoços (*Lupinus* spp) obteve a maior média de produção de sementes por hectare, atingindo 351,33 kg, estatisticamente superior somente ao efeito da dose de 150%, a qual obteve o resultado de 77,68 kg de semente por hectare.

Diante disto é possível predizer que a aplicação de doses de adubação com elevada concentração de nutrientes afetou a produção de sementes devido à salinização no sítio de adsorção, resultando em esforços pela planta na busca de mecanismos de tolerância ao estresse salino, o que visivelmente é observado na planta por sintomas de estresse hídrico. Nos estágios iniciais de desenvolvimento da planta, o estresse salino, causa estresse osmótico, pois o decréscimo do potencial hídrico na rizosfera ocasiona dificuldade de absorção d'água (SOUZA FILHO et al., 2003), tornando a água menos disponível para a planta, induzindo à diminuição do potencial osmótico (PRISCO, 1980), que provoca a ativação de rotas de sinalização relacionadas ao déficit hídrico e ao acúmulo de proteínas envolvidas na aclimatação à salinidade (TAIZ; ZEIGER, 2004). Provavelmente a dose de 75% de adubação recomendada para a cultivo de tremoços (*Lupinus* spp) obteve a maior média devido ao fato de possuir uma concentração de soluto que favoreceu o aumento do potencial hídrico do solo, refletindo na maior produção de sementes por hectare.

Outros fatores, tais como genética da planta, extensão do sistema radicular, o conteúdo de água e a concentração destes nutrientes na solução do solo estão relacionados à difusão e, conseqüentemente, à absorção desse elemento pela planta (BISSANI et al, 2008).

Através da análise de regressão foi possível verificar que o modelo matemático de regressão que melhor explica a natureza de relação entre as doses de adubação e a produção de sementes de tremoço nativo é o quadrático (Apêndice D).

O rendimento da cultura semeada em junho não obteve um modelo matemático de regressão que se ajustasse ao efeito das doses de adubação aplicadas. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, entretanto o maior rendimento de sementes foi obtido através do manejo da dose de 75% daquela recomendada para o cultivo de tremoços, resultando 50,83 kg ha⁻¹, exposto na Tabela 4. Para o mês de semeadura referente a julho a ausência de plantas sobreviventes resultou na falha de produção de sementes.

Tabela 4 – Rendimento de sementes (kg ha⁻¹) de *Lupinus albescens* aos 150 dias após a semeadura, tratadas com diferentes doses de adubação, semeadas em três épocas distintas.

Tratamentos ¹	0	25	50	75	100	125	150
Maio ²	247,92 ab ³	268,05 ab	251,22 ab	351,33 a	268,05 ab	153,87 ab	77,68 c
Junho ²	37,84 a	26,79 a	35,43 a	50,83 a	31,65 a	12,28 a	26,55 a
Julho ²	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a

¹ dose de adubação requerida para o cultivo de *Lupinus* spp, em %.

² época de semeadura.

³ médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em um nível de 5% de probabilidade de erro.

O incremento ou decréscimo de rendimento de sementes em algumas leguminosas podem ser justificados pelo ganho ou perda de um ou mais componentes como número de vagens por planta, número de sementes por vagem ou peso por semente. Em soja (SARAIVA, 2004) e em feijoeiro (SOUZA et al., 2004) verificou-se que o rendimento de sementes foi afetado pela densidade de semeadura e pelo espaçamento. Relacionando ao cultivo de tremoços, é plausível predizer que quaisquer danos ocorridos na fase reprodutiva são refletidos diretamente na produção de sementes, podendo-se citar ainda o efeito climático, o estresse salino e a intensidade dos ventos.

O comportamento da curva de rendimento de sementes de *L. albescens*, observado na Figura 6, expõe o resultado da aplicação das doses de adubação manejadas na primeira época de implantação dos experimentos em solo arenizado. Trata-se do modelo de regressão ajustado para a semeadura do tremoço nativo realizada no mês de maio, período considerado mais adequado para a produção de sementes da cultura, já que as outras épocas testadas não apresentaram melhor desempenho na variável em questão.

Sendo assim, pressupõe-se que o *L. albescens* é uma espécie menos exigente em nutrientes (fósforo e potássio), no que diz respeito à produção de sementes, que as espécies de tremoço estudadas para fins de recomendação de adubação, pois a maior produção de sementes está relacionada com a dose de 75% da adubação recomendada para as espécies de *Lupinus* comumente utilizadas em adubação verde no Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, conforme a SBCS (2004). Esta constatação pode ser explicada pela ocorrência dos estudos com as outras espécies do gênero terem sido feitas em áreas normalmente cultivadas e sem processo de degradação avançado, como no caso do solo arenizado, manejado neste estudo com *L. albescens*. Trata-se de uma cultura com elevada variabilidade genética e

altamente adaptada a solos com baixa CTC e, assim, em comparação às espécies *L. albus*, *L. angustifolius* e *L. luteus*, trata-se de uma planta capaz de retirar nutrientes do solo à baixas concentrações.

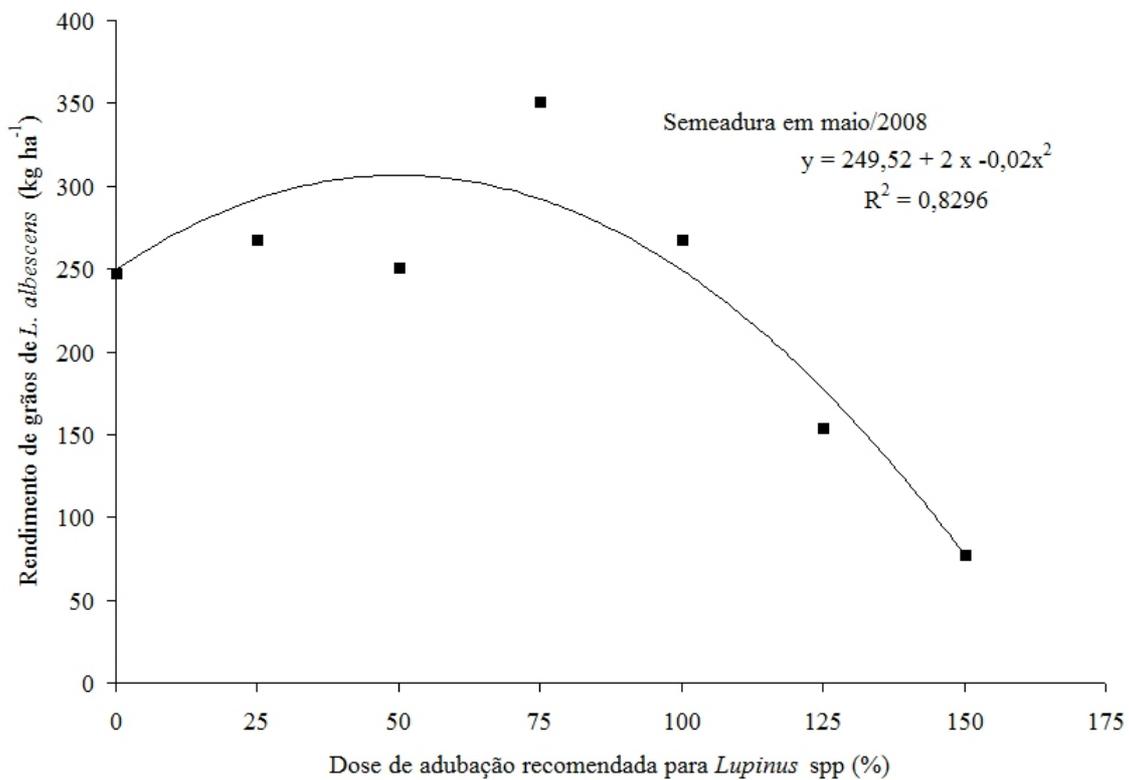


Figura 6 – Rendimento de sementes de *Lupinus albuscens* com semeadura no mês de maio/08, em relação à aplicação de 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose de adubação recomendada para o cultivo de *Lupinus* spp.

4.2.2 Efeito do conteúdo de argila no solo

A Figura 7 apresenta os dados de rendimento de sementes de *L. albuscens* semeados na mesma época, sob a mesma dose de adubação, em solos com diferentes teores de argila (Neossolo Quartzarênico Distrófico típico – 6% de argila; Argissolo Vermelho Distrófico arênico, 16% de argila; Latossolo Vermelho Distrófico típico – 48% de argila). A época de semeadura foi o mês de junho e a adubação aplicada foi a dose inteira (100%) do estipulado pela SBCS (2004), conforme as necessidades do cultivo de tremoços (*Lupinus* spp), igualmente manejada nos três locais de implantação do estudo. Somente as parcelas semeadas sobre solo extremamente arenoso obtiveram plantas que possibilitaram a coleta de sementes.

As espécies do gênero *Lupinus* apresentam excelente adaptação às condições edafoclimáticas da região sudoeste do Rio Grande do Sul (ROVEDDER, 2007). O solo com 6% de argila é referente a um Neossolo Quartzarêncio Distrófico típico, apresentando elevada porosidade, baixa retenção de água, com pH elevado e pobre em nitrogênio, adequado para o desenvolvimento das espécies de *Lupinus* (GLADSTONES, apud PINHEIRO, 2000). Assim, verifica-se que o solo com elevado teor de areia é o mais indicado para o desenvolvimento e conseqüentemente para a produção de sementes da cultura em estudo, pois foi o único local onde a mesma desenvolveu-se até completar seu ciclo, produzindo 31,65 kg ha⁻¹ de sementes. Estas características concordam com o sistema de penetração profunda e esparsa das raízes de *Lupinus*, o que permite a busca de nutrientes em solos com baixa capacidade hídrica e pobres em nutrientes.

O desenvolvimento de *L. albenscens* sobre solo com 48% de teor de argila foi limitado possivelmente pela umidade. O solo do local de implantação do experimento é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico de textura franco-argilosa (EMBRAPA, 1999) e é referente a um solo que, apesar da boa drenagem, apresenta-se com elevada retenção de água, diferentemente do solo do local de origem do *L. albenscens*. Alguns exemplares das parcelas atingiram 40 cm de altura, entretanto não entraram na fase de florescimento. Já em solo com 16% de argila não houve sequer germinação das sementes, possivelmente pelo fato do Argissolo Vermelho distrófico arênico ser mal drenado, devido à presença de horizonte B textural.

Segundo Kurlovich (2002) a produção de sementes do gênero *Lupinus* é um processo muito cuidadoso e demorado. A seleção de progênies é detalhada e direcionada para a obtenção de cultivares com propriedades morfológicas, biológicas e comerciais superiores aos prospectos de um cultivar já reconhecido oficialmente. A execução de todo sistema de produção preliminar de semente começa na zona onde este cultivar deve ser comercializado. Esta afirmação reforça o fato de que a produção de sementes de *L. albenscens* é favorecida em solo arenizado, pois a espécie ocorre naturalmente nesta na paisagem local e tem grande importância na recuperação das áreas degradadas existentes na região.

Estudos com tremoço branco (*L. albus*), freqüentemente utilizado como adubo verde, possibilitaram a observação de satisfatória cobertura de solo. Kutz (2007) verificou que a produção de fitomassa *L. albus* atingiu a média de 3202 Kg ha⁻¹, em Latossolo Bruno de textura argilosa, não apresentando diferença significativa diante da aplicação de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, da aplicação de 100 kg ha⁻¹ de fosfato natural e na

ausência da aplicação de fosfato. Gouveia e Almeida (1997) constataram que a produtividade de fitomassa de tremoço branco foi de 3190 Kg ha⁻¹, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo de textura franco argilo-arenosa, com bom nível de fertilidade. Em experimento com *L. albescens* em foco de arenização do sudoeste gaúcho, Rovedder (2007) obteve a produção de 6420 kg ha⁻¹ de biomassa, reforçando o fato que se trata de uma espécie rústica e altamente adaptada às condições do solo da região.

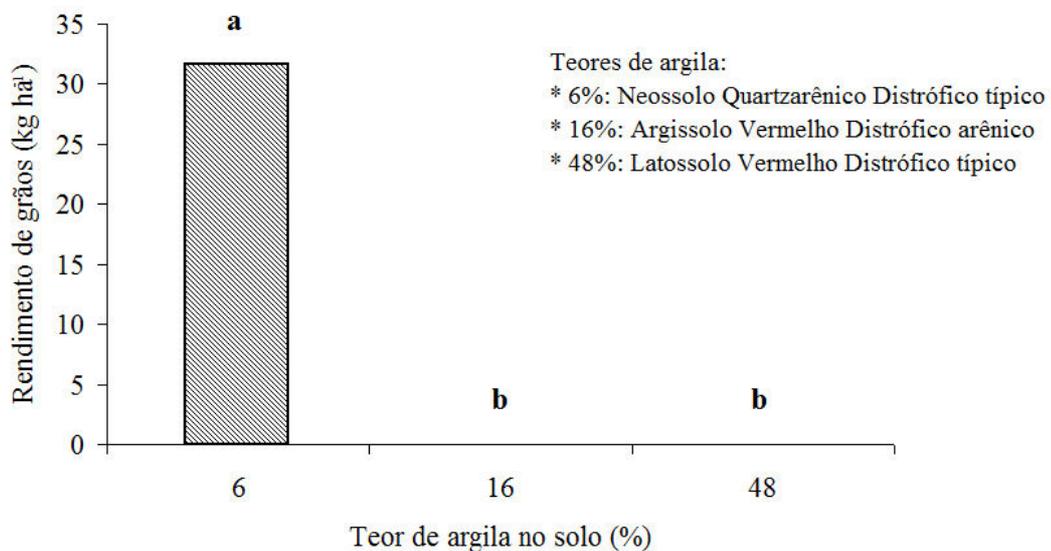


Figura 7 – Rendimento de sementes de *Lupinus albescens* em solos com diferentes conteúdos de argila

4.3 Peso médio de sementes

Independente da dose de adubação empregada na época de semeadura, não houve diferença significativa entre as médias. A época de semeadura que apresentou relação matemática entre as variáveis foi o mês de maio, na qual o modelo de regressão ajustado que melhor se adequou foi o linear (Apêndice E). Na Figura 8 pode-se verificar o modelo ajustado na forma gráfica (Tabela 5).

Assim como o efeito das doses de adubação sobre o número de vagens por planta, é possível observar que a aplicação de doses mais elevadas não interferiu no peso médio de sementes. Ferraz et al. (2008), testando tipos e dosagens de biofertilizante sobre a produção de feijão-caupi, verificou que o comprimento da vagem, número de sementes por vagem e peso de sementes por vagem não foram afetados. Desta forma, deve-se levar em consideração que

o peso médio de cada semente (tamanho da semente) é um caráter genético, assim como número de sementes por vagem, e possivelmente não sofrerá efeito do manejo de nutrientes no solo.

Tabela 5 – Peso médio de 100 sementes (g) de *Lupinus albescens* sob tratamento de diferentes doses de adubação, semeadas em três épocas distintas, sobre solo arenizado.

Tratamentos ¹	0	25	50	75	100	125	150
Maio ²	4,5 a ³	4,6 a	4,8 a	4,7 a	4,7 a	4,6 a	4,1 a
Junho ²	4,6 a	4,5 a	4,3 a	4,2 a	4,6 a	4,0 a	4,1 a
Julho ²	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a

¹ dose de adubação requerida para o cultivo de *Lupinus* spp, em %.

² época de semeadura.

³ médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em um nível de 5% de probabilidade de erro.

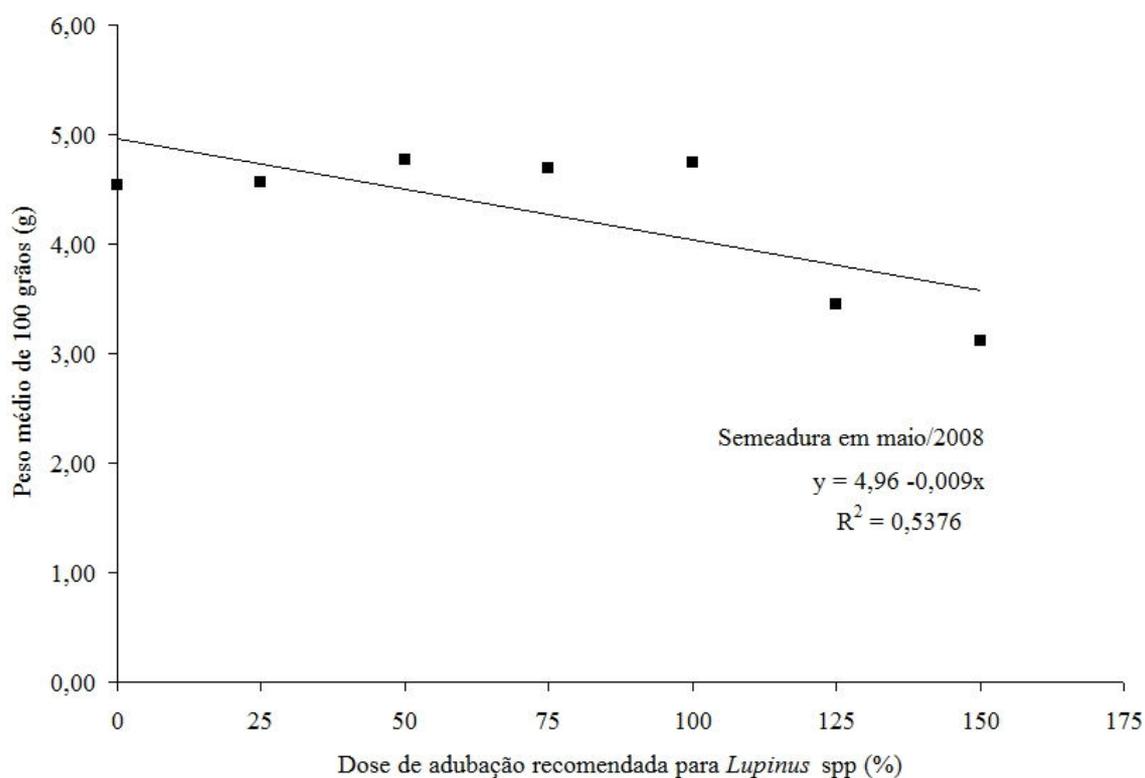


Figura 8 – Peso médio de 100 sementes (g) de *Lupinus albescens* em solo arenizado com semeadura realizada em maio de 2008, em relação à aplicação de 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose de adubação recomendada para o cultivo de *Lupinus* spp.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesse trabalho permitem concluir que:

- a) O cultivo de *Lupinus albescens* apresenta melhor rendimento de sementes em Neossolo Quartzarênico Distrófico típico.
- b) O tremoço nativo apresenta pouco desenvolvimento com altos teores de argila no solo.
- c) A altura de plantas, a produção de vagens por planta e o rendimento de sementes de *Lupinus albescens* é eficiente quando da aplicação de 75% da dose recomendada para o cultivo de tremoços segundo a SBCS (2004).
- d) A semeadura de tremoço nativo no mês de maio, para a região sudoeste do Rio Grande do Sul, favorece a sobrevivência de plantas, a altura de plantas e o número de vagens por planta e a produção de sementes por hectare.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos realizados até o momento é possível afirmar que a revegetação de áreas arenizadas é um processo lento e não deve ser interrompido. O passo primordial é a contenção da movimentação de partículas. As informações sobre o cultivo de *Lupinus albescens* sobre solos extremamente arenosos são fontes de parte da solução que abrange a problemática dos areais no sudoeste do Rio Grande do Sul, já que esta ainda possui conseqüências do ponto de vista cultural, dada a ausência do emprego de práticas conservacionistas de solo pelos proprietários destas áreas.

A multiplicação de *L. albescens* ainda envolve muitos obstáculos, e um deles trata-se do melhoramento genético da espécie. A variabilidade genética elevada impossibilita uma resposta homogênea dentro do mesmo tratamento experimental, dificultando o manejo no cultivo da espécie, podendo negar a possibilidade de resultados consistentes.

Mesmo assim, não se pode parar. A pesquisa com *L. albescens* carece de muitas fontes, uma delas no sentido de verificar a exportação de nutrientes pelas sementes, explorando as peculiaridades de fonte/dreno de nutrientes; outra seria avaliar a sucessão de culturas que melhor aproveitassem os nutrientes da resteva de *L. albescens* sobre solo arenizado. Enfim, muitas idéias podem ser trabalhadas sobre o tema recuperação de áreas arenizadas e o cultivo de *L. albescens* torna-se uma alavanca sobre este aspecto e não deve ser ignorado. O importante é não deixar a ferramenta enferrujar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. A revanche dos ventos. Destruição dos solos areníticos e formação de areais na Campanha Gaúcha. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 11, p. 7-31, jul./dez. 1995.

ANDRADES FILHO, C. O.; SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A. **Erosão do solo agrícola – Arenização**. Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br>>. Acesso em: 29 de junho de 2007. 2005.

AUZANI, G. M. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da arenização no 1º distrito de São Francisco de Assis - RS**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

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. 7-31, 1995.

BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 344 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

CALEGARI, A. et al. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: CALEGARI, A. (Ed.) **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed.. Rio de Janeiro ASPTA, 1993. p. 207-324.

CAMPELLO, E. F. C. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: Dias, L. E. e Mello, J. W. V. (eds). **Recuperação de áreas degradadas**. UFV, Viçosa, Ed UFU. 1998. 251 p. p. 183 – 196.

CAMPOS, F. S.; ALVES, M. C. Resistência à penetração de um solo em recuperação sob sistemas agrosilvopastoris. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 759-764, 2006.

CARPANEZZI, A. A. et al. Funções múltiplas das florestas. Conservação e recuperação do meio ambiente. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1994, Campos de Jordão. **Anais...** Campos de Jordão: EMBRAPA-CNPQ, 1994, p. 216-217

CASSOL, D. Areia ameaça o pampa. **Revista Problemas Brasileiros**, São Paulo, n. 362, mar./abr. 2004. Disponível em: <http://www.sescsp.org.br/sesc/revistas_sesc/pb>. Acesso em 2 de julho de 2007.

CECONI, E. D. et al. Revegetação como fator de recuperação de solos em áreas degradadas pela mineração de carvão na Depressão Central do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO NACIONAL, 6.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1., 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas. p. 487-488.

CHEN, J. Rapid urbanization in China: A real challenge to soil protection and food security. **Catena**, China, v. 69, ed. 1, p. 1-15, 16 jan. 2007.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W. et al. (eds). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 3-21. (Special publication, 35).

DORNELES, F. O. et al. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes de *Lupinus albus* em solos arenosos da fronteira oeste do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007. Gramado. **Anais...** Gramado, 2007. 1 CD-ROM.

DORNELES, F. O. et al. Potencialização da germinação de sementes de *Lupinus albus* oriundo de solos arenizados. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 17, 2008, Pelotas. **Anais...** Pelotas, 2008. 1 CD-ROM.

DRESCHER, M. S. et al. Manejo de macronutrientes em área degradada: comparativo entre área arenizada e área em vias de recuperação.. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2006. 1 CD-ROM.

DUARTE, S.; PALMEIRA, M. O impacto da crise econômica americana no bioma pampa. In: **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 105, 2008. Disponível em: <<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/>> Acesso em: 2 de setembro de 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

EMBRAPA. **Tecnologia de recuperação de áreas degradadas é exportada**. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br/noticias>> Acesso em: 10 de julho de 2007.

FAO. Land degradation on rise. FAO Newroom, 2008. Disponível em <<http://www.fao.org/newroom/en/news/2008/1000874/index.html>> Acesso em 6 de março de 2009.

FERRAZ, R. L. S. et al. Influência de diferentes tipos e dosagens de biofertilizantes no rendimento do feijoeiro macassar (*Vigna unguiculata* (L) Walp.). In: SEMANA ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3., 2008, Catolé do Rocha. **Anais...** Catolé do Rocha, 2008.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análises estatísticas para dados balanceados**. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 2000, 145 p.

FREITAS, C. A. ; GOULART, D. D. ; ALVES, F. D. O processo de arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul: uma alternativa para o seu desenvolvimento sócio-econômico. In: ENCONTRO DE ECONOMIA GAÚCHA, 1., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2002. 1 CD-ROOM.

GOUVEIA, R. F.; ALMEIDA, D. L. **Avaliação das características agronômicas de sete adubos verdes de inverno no município de Paty de Alferes (RJ)**. Seropédica, EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia. 1997, 17 p. (Comunicado Técnico, n. 20)

GRUS, V. M. Germinação de sementes de Pau-ferro e Cassiajavanesa submetidas a tratamentos para quebra de dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 2, n. 6, p. 29 -35, 1990.

KURLOVICH, B. S. **Lupins (Geography, classification, genetic resources and breeding)**. OY International North Express. St. Petesburg, Rússia – Pellosniemi, 468 p. (Ed) 2002. Disponível em: < <http://books.google.com/books>> Acesso em 8 de julho de 2008.

KUTZ, E.; KUNZ, E. T.; POTT, C. A. Produtividade de sistemas de rotação de culturas com adubação verde e adubação fosfatada na região Centro-Sul do Paraná. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2007, Maringá. **Anais...** Maringá, 2007.

LARSON, W. E. e PIERCE, F. J. Conservation and enhancement of soil quality. In: INTERNATIONAL BOARD FOR SOIL RESEARCH AND MANAGEMENT, 12., Bangkok, 1991. **Proceedings...** Bangkok, 1991.v. 2

MARCHIORI, J. N. C. Vegetação e areais no sudoeste rio-grandense. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 11. p. 81-92. 1995.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**. Enfoque Histórico e Sistemas de Classificação. Porto Alegre: EST Ed., 2002. 118 p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 1961. 73 p.

PINHEIRO, M. **O gênero *Lupinus* L. (leguminosae-faboideae) no Rio Grande do Sul, Brasil**. 2000. 120 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PRISCO, J.T. Alguns aspectos da fisiologia do “stress” salino. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 3, p. 85-94, 1980.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**: ensaio de monografia natural. 2. ed. Porto Alegre: Selbach, 1960. 438 p.

RIBEIRO, J. C. C. **A verticalização da paisagem nos campos de areia da Vila Kraemer. São Francisco de Assis/RS**. 2008. 182 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROSSATO, R. R. **Potencial de ciclagem de nitrogênio e potássio pelo nabo forrageiro ao cultivo de milho e trigo sob plantio direto**. 2004. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ROVEDDER, A. P. M. **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**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ROVEDDER, A. P. M. et al. Produção de fitomassa e conteúdo de nitrogênio de *Lupinus albescens* H. et Arn.: nova alternativa para a recuperação de solos arenizados no sudoeste gaúcho. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. 5., 2004. **Anais...**

Florianópolis, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2004. 1 CD-ROM.

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, n. 4, p. 501-503, out./dez, 2005.

ROVEDDER, A. P. M. **Potencial do *Lupinus albus* para recuperação de solos arenizados do bioma pampa**. 2007. 145 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ROVEDDER, A. P. M. et al. Qualidade química de solos sujeitos à arenização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007. Gramado. **Anais...** Gramado, 2007. 1 CD-ROM.

SANTOS, A. C. et al. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 1063- 1071, 2001.

SARAIVA, L. A. T. **Aumento do rendimento de grãos da soja com o manejo de plantas daninhas e espaçamento entre linhas**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. Ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do solo. 400 p.

SOUTO, J. J. **Deserto, uma ameaça?** Porto Alegre: DRNR, Diretoria Geral, Secretaria da Agricultura. 1985.

SOUZA, A. B., ANDRADE, M. J. B., ALVES, V. G. Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. Iapar 81) em um Gleissolo de Ponta Grossa, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Agronomy**. Maringá, v. 26, n. 3, p. 347-352, 2004.

SOUZA FILHO, G.A. de S. et al. **Accumulation of SALT protein in rice plants as a response to environmental stress**. *Plant Science*, Limerick, 164, n.4, p.623-628, 2003.

STROSCHEIN, M. R. D. **Caracterização de bactéria fixadora de nitrogênio em *Lupinus albus***. 2007b. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SUERTEGARAY, D. M. A. **A trajetória da natureza: um estudo geomorfológico sobre as areias de Quaraí, RS**. 1987. 243 f. (Doutorado em Geografia) Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

SUERTEGARAY, D. M. A., GUASSELLI, L.A., VERDUM, R.. **Atlas da arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS: Secretaria da Coordenação e Planejamento, 2001. 85 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.719 p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. UFRGS. Porto Alegre, RS, 1995. 174 p.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da Agricultura no Brasil: Impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**. Três Lagoas, v. 2 – n. 2. 2005. <http://www.ceul.ufms.br/revista-geo/jodenir.pdf>

WIETHÖLTER, S. Nitrogênio para trigo obtido através do cultivo intercalar de nabo forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...**, Ribeirão Preto, 2003. 1 CD-ROM.

APÊNDICES

Apêndice A – Modelo de regressão ajustado para variável Percentual de sobrevivência (%) de *Lupinus albus* sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.

<i>Coefficientes</i>	<i>Valores dos coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>Erro padrão do modelo</i>	<i>R²</i>	<i>R² ajustado</i>
<i>Semeadura em maio/08</i>							
Interseção	33,47	3,009	11,12547	2,20E-11	8,83	0,2949	0,2677
dose	-0,11005	0,033	-3,2973	0,002828			
<i>Semeadura em junho/08</i>							
Interseção	17,22	1,78	9,686578	4,10E-10	5,22	0,2093	0,179
dose	-0,0517	0,0197	-2,62403	0,014352			

Apêndice B – Modelo de regressão ajustado para variável Altura de plantas (cm), Número de vagens por planta, Rendimento de sementes (kg ha⁻¹) e Peso médio de 100 sementes de *Lupinus albus* sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.

<i>Coefficientes</i>	<i>Valores dos coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>Erro padrão do modelo</i>	<i>R²</i>	<i>R² ajustado</i>
Altura de plantas							
Interseção	34,45	1,57	21,98742	1,78E-67			
dose	0,2008	0,0516	3,892503	0,000119	13,72	0,0961	0,0909
dose2	-0,00174	0,00034	-5,09183	5,86E-07			
Número de vagens por planta							
Interseção	17,38	2,47	7,03356	1,10E-11			
dose	0,2112	0,081	2,595547	0,00985	21,64	0,0438	0,0382
dose2	-0,0018	0,0005	-3,36978	0,000838			
Rendimento de sementes							
Interseção	249,52	49,56	5,03448	3,41E-05			
dose	1,8285	1,5476	1,181523	0,24851297	113,56	0,3206	0,2663
dose2	-0,0201	0,0099	-2,02968	0,05316054			
Peso médio de 100 sementes							
Interseção	4,96	0,404	12,29465	2,44E-12	1,18	0,1417	0,1087
dose	-0,0093	0,0045	-2,07191	0,04833			

Apêndice C – Análise da variância para Percentuais de sobrevivência (%) de *Lupinus albus* adubado com 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 % da dose recomendada para *Lupinus* spp, resultados obtidos 150 dias após a semeadura nos meses de maio e junho de 2008 sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.

ANOVA	GL	SQ	QM	F	F de significação
Semeadura em maio/08					
Regressão	1	847,8982	847,8982	10,8722	0,0028
Resíduo	26	2027,6894	77,9881		
Total	27	2875,5876			
Semeadura em junho/08					
Regressão	1	187,4591	187,4591	6,8855	0,0144
Resíduo	26	707,8524	27,2251		
Total	27	895,3115			

Apêndice D – Análise da variância para altura de plantas (cm) de *Lupinus albescens* adubadas com 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 % da dose recomendada para *Lupinus* spp, resultados obtidos 150 dias após a semeadura nos meses de maio e junho de 2008 sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.

ANOVA	GL	SQ	QM	F	F de significação
Semeadura em maio/08					
Regressão	2	6870,0387	3435,0193	18,2427	2,958E-08
Resíduo	343	64585,3718	188,2955		
Total	345	71455,4104			
Semeadura em junho/08					
Regressão	3	169,9123	56,6374	0,2278	0,8770
Resíduo	177	44012,8722	248,6603		
Total	180	44182,7845			

Apêndice E - Análise da variância para número de vagens por planta de *Lupinus albus* adubada com 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 % da dose recomendada para *Lupinus* spp, resultados obtidos 150 dias após a semeadura nos meses de maio e junho de 2008 sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.

ANOVA	GL	SQ	QM	F	F de significação
Semeadura em maio/08					
Regressão	2	7357,2767	3678,6383	7,8515	0,00046
Resíduo	343	160705,4632	468,5290		
Total	345	168062,7399			
Semeadura em junho/08					
Regressão	3	514,1273	171,3758	1,4662	0,2254
Resíduo	177	20688,9334	116,8866		
Total	180	21203,0608			

Apêndice F - Análise da variância para rendimento de sementes (kg ha^{-1}) de *Lupinus albus* adubados com 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 % da dose recomendada para *Lupinus* spp, resultados obtidos 150 dias após a semeadura nos meses de maio e junho de 2008 sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.

ANOVA	GL	SQ	QM	F	F de significação
Semeadura em maio/08					
Regressão	2	152148,9045	76074,4522	5,8989	0,00797
Resíduo	25	322407,2570	12896,2903		
Total	27	474556,1615			
Semeadura em junho/08					
Regressão	3	1599,1803	533,0601	1,3356	0,2862
Resíduo	24	9578,5401	399,1058		
Total	27	11177,7204			

Apêndice G - Análise da variância para Peso médio de 100 de sementes (g) de *Lupinus albescens* adubados com 0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 % da dose recomendada para *Lupinus* spp, resultados obtidos 150 dias após a semeadura nos meses de maio e junho de 2008 sobre solo arenizado. Santa Maria, 2009.

ANOVA	GL	SQ	QM	F	F de significação
Semeadura em maio/08					
Regressão	1	6,0311	6,0311	4,2928	0,0483
Resíduo	26	36,5282	1,4049		
Total	27	42,5593			
Semeadura em junho/08					
Regressão	3	1,0108	0,3369	0,6253	0,6056
Resíduo	24	12,9326	0,5389		
Total	27	13,9435			