



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
CURSO DE PRODUÇÃO VEGETAL

TESE DE DOUTORADO
CALAGEM, ADUBAÇÃO E
INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES EM
PASTAGEM NATURAL NO
PLANALTO CATARINENSE

NELSON EDUARDO PRESTES

LAGES, 2015

NELSON EDUARDO PRESTES

**CALAGEM, ADUBAÇÃO E INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES EM
PASTAGEM NATURAL NO PLANALTO CATARINENSE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Cassandro Vidal Talamini
do Amarante

**LAGES
2015**

p936c Prestes, Nelson Eduardo
Calagem, adubação e introdução de espécies em
pastagem natural do Planalto Catarinense/Nelson
Eduardo Prestes.- Lages, 2015.
207p. :il. ; 21 cm

Orientador: Cassandro Vidal Talamini do Amarante
Inclui bibliografia.

Tese (doutorado) - Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, Lages, 2015.

1. Campo nativo. 2. Melhoria. 3. Calcário.
4. Fósforo. I. Prestes, Nelson Eduardo. II. Amarante,
Cassandro Vidal Talamini do. III. Universidade do
Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Produção Vegetal. IV. Título.

CDD: 633.2- 20.ed.

NELSON EDUARDO PRESTES

**CALAGEM, ADUBAÇÃO E INTRODUÇÃO DE
ESPÉCIES EM PASTAGEM NATURAL NO
PLANALTO CATARINENSE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, no Centro Agroveterinário (CAV), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

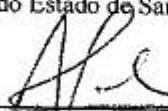
Banca Examinadora

Orientador:

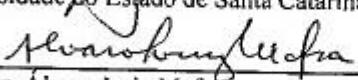


Prof. Dr. Cassandro Vidal Talarini Amarante
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membros:



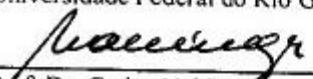
Prof. Dr. André Fischer Sbrissia
Universidade do Estado de Santa Catarina



Prof. Dr. Alvaro Luiz Mafrá
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Aino Victor Ávila Jacques
Universidade Federal do Rio Grande do Sul



Prof. Dr. Carlos Nabinger
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Lages, 13 de março de 2015

À minha esposa Beth, essa mulher maravilhosa, por me apoiar em mais este desafio, e por me dar a chance de conquistá-la há 35 anos, e estarmos juntos desde então.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Mesmo podendo deixar registrado um lapso de memória, vou tentar nominar todas as pessoas e/ou instituições que contribuíram para que este trabalho tenha sido conduzido e concluído após quatro anos.

Assim, desejo aqui manifestar minha profunda gratidão:

Ao CAV/UEDESC, pela oportunidade esplêndida que me foi proporcionada;

À FAPESC/Reprotec, pelo financiamento do projeto;

Ao amigo Cláudio Semmelmann, por ter cedido a área experimental em sua propriedade e apoio em diversas tarefas durante a condução dos experimentos;

Ao amigo e colega na EELages, Vilmar Zardo, por autorizar e permitir que eu pudesse voltar à Academia novamente;

A todos os Professores dos quais renovei, atualizei e adquiri novos conhecimentos nas disciplinas cursadas. Muitos deles, Colorados como eu;

Aos Professores Cassandro, Sbrissia e Gatiboni, que formaram meu comitê de orientação, o qual foi de valiosa importância técnico-científica pela orientação segura, pelos conhecimentos transmitidos, auxílio em dirimir dúvidas e acima de tudo, pelos vínculos de amizade que se estreitaram. E também, por acreditarem que podia ser possível;

Aos Professores Aino Jacques, Carlos Nabinger e Álvaro Mafra por aceitarem o convite de participarem da Banca Examinadora e pela amizade de longa data;

Ao Cassiano, pela colaboração inestimável;

Ao meu filho Gabriel, que em inúmeras vezes me acompanhou nas tarefas árduas de campo. Apesar da resistência inicial exercida, acabou se tornando Engenheiro Agrônomo como eu (melhor creio);

Ao Guilherme Doneda Zanini, meu Estagiário quando na Graduação, meu colega no curso de Doutorado, que em vários dos dias de avaliação experimental, nos auxiliou em cada um dos experimentos;

Aos meus Estagiários Romeu, Diego, Duane, Josiane e Karla por suas colaborações em cada uma das necessidades exigidas pelos três ensaios;

A todos os funcionários da Epagri/EELages, que em algum momento ou outro, foram incansáveis na realização de quaisquer tarefas necessárias para o bom andamento da condução das avaliações de campo e no processamento das amostras. Espero, como já mencionei, não esquecer de nenhum: Eron, Sandro, Cláudio, Airton, Rony, Giovani, Everaldo, Saldanha, Teles, Ezequiel, Rove, Cesar, Daniel, entre outros. Este final elimina qualquer possibilidade de esquecimento;

Na idade que me encontro, fazer agradecimentos aos Pais pode parecer um pouco ridículo. Mas, felizmente, em função do que representaram para minha formação pessoal, não os faço por obrigação mas por reconhecimento. Ao meu Pai Dinarthe (*in memoriam*) por seu caráter ético e à minha Mãe Diva, que desde o ensino fundamental acreditou mais em mim do que eu mesmo, olhos de mãe.

RESUMO

Avaliou-se a produção de um campo nativo submetido a níveis de calcário e fósforo, aplicados superficialmente, sem a introdução de espécies (Capítulo 1) e com sobressemeadura de espécies de estação fria (Capítulo 2) de janeiro/10 a dezembro/13. No Capítulo 1 a calagem foi de 0,0; 7,2 e 14,4 t ha⁻¹; e aplicação de SFT, nos níveis de 0; 35; 70 e 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹. O delineamento experimental dos ensaios foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com 3 repetições, com níveis de calcário distribuídos na parcela principal e as doses de P nas subparcelas. Não houve interação significativa entre os tratamentos de calcário e fósforo nos dois estudos. A elevação das doses de calcário aumentou a produção de forragem somente a partir do 3º ano, sendo a resposta linear, com valor máximo de 1.182,3 kg MS ha⁻¹, com 14,4 t de calcário ha⁻¹, e quadrática no 4º ano, com 2.316,1 kg MS ha⁻¹, com 7,2 t de calcário ha⁻¹. Houve diferença estatística às aplicações de P a partir do 2º ano, sendo a maior produção obtida no 4º ano, com 140 kg P₂O₅ ha⁻¹ produzindo 2.232,8 kg MS ha⁻¹. O calcário promoveu maiores alterações até 10cm. De 0-5cm, 14,4 t ha⁻¹, elevou o pH de 4,77 para 6,45, o Al reduziu de 2,51 para 0,0 cmol_c kg⁻¹ e a saturação por bases (V%) aumentou de 31,34 para 84,17%. Com as doses de P, acréscimos importantes limitaram-se principalmente até 5cm. Capítulo 2: com calcário em 3,6; 7,2; 11,0 e 14,4 t ha⁻¹; e P nas doses de 35; 70; 105 e 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹, e com sobressemeadura de espécies de estação fria, o calcário, com 11 t ha⁻¹, teve com produção máxima 3.932,2 kg MS ha⁻¹, no 2º ano. O trevo-vermelho respondeu melhor a este corretivo, nos níveis de 7 a 11 t ha⁻¹. O P foi significativo à produção de forragem nos quatro anos. A forragem atingiu o teto produtivo no 2º ano, 4.419,4 kg MS ha⁻¹ com 140 kg P₂O₅ ha⁻¹. O trevo-vermelho se estabeleceu e persistiu

melhor que as demais espécies com os níveis crescentes de calcário e P. O calcário e P, concentraram seus efeitos principalmente até 5cm. Com 14,4 t de calcário o pH chegou a 6,04, o Al a 0,03 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e a V% a 74,56%. Nesta camada, 140 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, elevou o P para 12,08 mg kg^{-1} . Aplicação de calcário de 25% (7,2 t ha^{-1}) da dose recomendada, associada com dose de fósforo de 50% da recomendação (70 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$), potencializam a produção de forragem em campo natural com predomínio de *Schizachirium tenerum*. A aplicação de dose de 1/8 (3,6 t ha^{-1}) da recomendação de calcário permite o estabelecimento e a persistência de leguminosas introduzidas em campo nativo; 1/8 (3,6 t ha^{-1}) da dose da recomendação oficial de calcário associada com doses crescentes de fósforo aumentam linearmente a produção de forragem. Essa potencialização se deve, principalmente, ao efeito do P no incremento produtivo das leguminosas introduzidas.

Palavras-chave: Campo nativo. Melhoramento. Calcário. Fósforo.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate herbage production of a natural grasslands submitted to limestone and phosphorus levels, applied superficially, without introducing species (Chapter 1) and overseeded with temperate climate species (Chapter 2). The experiment was conducted from January 2010 to December 2013. In Chapter 1 liming was applied in quantities of 0,0; 7,2 and 14,4 t ha⁻¹; and phosphorus as triple superphosphate, at levels of 0; 35; 70 and 140 kg ha⁻¹ P₂O₅. The experimental design was a randomized block design in a split plot arrangement with 3 repetitions, with limestone levels distributed in the main plots and P in the subplots. There was no significant interaction between the limestone and phosphate treatments in both studies. The elevation of limestone increased forage production only from the 3rd year, a linear response, with maximum value of 1.182,3 kg DM ha⁻¹, with 14,4 t ha⁻¹ lime, and quadratic in 4th year, with 2.316,1 kg DM ha⁻¹, with 7,2 t ha⁻¹ of lime. There was statistical difference at P applications from the 2nd year, with the greatest production obtained in the 4th year, with 140 kg P₂O₅ ha⁻¹ producing 2.232,8 kg DM ha⁻¹. Limestone promoted changes up to 10cm of soil layer. Of 0-5cm, 14,4 t ha⁻¹, increased pH from 4,77 to 6,45, Al decreased from 2,51 to 0,0 cmolc kg⁻¹ and base saturation (V%) increased from 31,34 to 84,17%. With the P levels changes occurred mainly up to 5cm. Chapter 2: limestone in 3,6; 7,2; 11,0 and 14,4 t ha⁻¹; and P in doses of 35; 70; 105 and 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, and overseeded species of cold season the maximum production was of 3.932,2 kg DM ha⁻¹ in the 2nd year with a dose of 11 t of limestone. The red clover responded better to this limestone application on levels 7-11 t ha⁻¹. Phosphorus significantly increased herbage production in four years. Forage production reached the ceiling in the 2nd year, 4.419,4 kg DM ha⁻¹ with 140 kg

P_2O_5 ha^{-1} . The red clover was established and persisted better than the other species with increasing levels of limestone and limestone and P. The P, mainly concentrated their effects up to 5cm of soil layer. A 14,4 t of applied lime the pH reached 6,04, Al 0,03 kg cmolc V-1 and 74,56% at%. At the same soil layer 140 kg ha^{-1} P_2O_5 , P increased to 12,08 mg kg^{-1} . Lime application of 25% (7.2 t ha^{-1}) of the recommended dose, associated with phosphorus dose of 50% of the recommendation (70 kg P_2O_5 ha^{-1}), potentiate the production of forage on native pasture with a predominance of *Schizachirium tenerum*. The application of 1/8 dose (3,6 t ha^{-1}) of the lime requirement allows the establishment and persistence of legumes introduced in native grass; 1/8 (3,6 t ha^{-1}) of the official recommendation of the dose associated with limestone phosphorus increasing doses increase linearly forage production. This enhancement is due primarily to the effect of P in the production increase of introduced legumes.

Keywords: Nature pasture. Improvement. Limestone. Phosphorus.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

- Figura 1 - Precipitação pluviométrica acumulada mensalmente durante o período de condução do experimento..... 103
- Figura 2 - Temperaturas máxima (T° Máx), média (T° Méd) e mínima (T° Mín), em °C, mensais que ocorreram durante o período experimental..... 103
- Figura 3 - Produção total de MS de forragem, em kg ha⁻¹, acumulada no período experimental de 4 anos, em função das doses de calcário, em t ha⁻¹, e das doses de fósforo de 0; 35; 70 e 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹, aplicadas superficialmente sobre uma pastagem natural. Lages, Santa Catarina. Barras verticais indicam o erro padrão da média..... 114

CAPÍTULO II

- Figura 1 - Precipitação pluviométrica acumulada mensalmente durante o período de condução do experimento..... 144
- Figura 2 - Temperaturas máxima (T° Máx), média (T° Méd) e mínima (T° Mín), em °C, mensais que ocorreram durante o período experimental..... 145
- Figura 3 - Produção total de MS de forragem, em kg ha⁻¹, acumulada no período experimental de 4 anos, em função das doses de calcário, em t ha⁻¹, e das doses de fósforo de 35; 70; 105 e 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹, aplicadas superficialmente sobre uma pastagem natural com introdução de espécies de estação fria. Lages, Santa Catarina. Barras verticais indicam o erro padrão da média... .. 163

ANEXO I

- Figura 1 - Temperaturas máxima (T° Máx), média (T° Méd) e mínima (T° Mín), em °C, mensais que ocorreram durante o período experimental..... 193
- Figura 2 - Produção total de MS de forragem, em kg ha⁻¹, do período experimental de 4 anos, em função das doses de nitrogênio, aplicadas sobre uma pastagem natural. Lages, Santa Catarina. Barras verticais indicam o erro padrão da média..... 198

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1- Atributos químicos do solo, prévios à aplicação dos tratamentos de níveis de calcário, fósforo e nitrogênio. Lages, Santa Catarina. 99
- Tabela 2 - Interpretação do teor de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1, para teores de argila que estão na faixa de 41 a 60%, conforme CQFS – RS/SC (2004)..... 99
- Tabela 3 - Altura média da pastagem, em cm, nas condições de pré e pós corte de avaliação. Valores médios compostos pela média das três leituras realizadas em cada repetição e média das três repetições de cada tratamento de doses de calcário e de fósforo, aplicadas sobre pastagem natural. Lages, Santa Catarina. 101
- Tabela 4 - Produção anual de MS (kg ha^{-1}) de cada um dos componentes de uma pastagem natural, em resposta a aplicação de diferentes doses de calcário (toneladas ha^{-1}). Lages, Santa Catarina. 107
- Tabela 5 - Produção anual de MS (kg ha^{-1}) de cada um dos componentes de uma pastagem natural, em resposta a aplicação de diferentes doses de fósforo ($\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$). Lages, Santa Catarina. 111
- Tabela 6 - Valores de pH em água, teores de alumínio (Al) trocável ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e de percentagem de saturação por bases (V%) em diferentes profundidades do solo, em resposta a aplicação de diferentes doses de calcário (toneladas ha^{-1}) em uma pastagem natural. Média do terceiro e quarto anos experimentais, na média dos níveis de fósforo. Lages, Santa Catarina. 119
- Tabela 7 - Teores médios do 3º e 4º anos de fósforo (P) em diferentes profundidades do solo, em resposta a aplicação de diferentes doses do elemento ($\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) em uma pastagem natural, na média dos níveis de calcário. Lages, Santa Catarina 121

CAPÍTULO II

- Tabela 1 - Atributos químicos do solo, prévios à aplicação dos tratamentos de níveis de calcário, fósforo e nitrogênio. Lages, Santa Catarina.....140
- Tabela 2 - Interpretação do teor de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1, para teores de argila que estão na faixa de 41 a 60%, conforme CQFS – RS/SC (2004).....140
- Tabela 3 - Altura da pastagem, em cm, nas condições de pré e pós corte de avaliação. Valores médios compostos pela média das três leituras realizadas em cada repetição e média das três repetições de cada tratamento de doses de calcário e de fósforo, aplicadas sobre pastagem natural sobressemeada com espécies de estação fria. Lages, Santa Catarina.....143
- Tabela 4 - Produção anual de MS (kg ha^{-1}) de cada um dos componentes (Gn: gramíneas nativas; Ln: leguminosas nativas; Tb: Trevo-branco; Tv: trevo-vermelho; Cr: cornichão; Az: azevém; Ft: festuca; Cl: capim-lanudo; Pi: plantas indesejáveis; Mm: Material morto; Fr: forragem e MS Total) de uma pastagem natural, com introdução de espécies de estação fria, em resposta a aplicação de diferentes doses de calcário (toneladas ha^{-1}). Lages, Santa Catarina 152 e 153
- Tabela 5 - Produção anual de MS (kg ha^{-1}) de cada um dos componentes (Gn: gramíneas nativas; Ln: leguminosas nativas; Tb: Trevo-branco; Tv: trevo-vermelho; Cr: cornichão; Az: azevém; Ft: festuca; Cl: capim-lanudo; Pi: plantas indesejáveis; Mm: Material morto; Fr: forragem e MS Total) de uma pastagem natural, com introdução de espécies de estação fria, em resposta a aplicação de diferentes doses de fósforo ($\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$). Lages, Santa Catarina..... 156 e 157
- Tabela 6 - Avaliação de persistência das espécies de estação fria introduzidas em uma pastagem natural, sendo a contagem de plantas realizada em 17 de novembro de 2010 (estande inicial) e em 22 de janeiro de 2014 (estande final), em função das diferentes doses de calcário (t ha^{-1}) aplicadas. Lages, Santa Catarina.....165

- Tabela 7 - Avaliação de persistência das espécies de estação fria introduzidas em uma pastagem natural, sendo a contagem de plantas realizada em 17 de novembro de 2010 (estande inicial) e em 22 de janeiro de 2014 (estande final), em função das diferentes doses de fósforo ($\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) aplicadas. Lages, Santa Catarina 167
- Tabela 8 - Valores médios do 3º e 4º anos de pH em água, teores de alumínio (Al) trocável ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e de percentagem de saturação por bases (V%) em diferentes profundidades do solo, em resposta a aplicação de diferentes doses de calcário (toneladas ha^{-1}), em uma pastagem natural, com introdução de espécies de estação fria, na média dos níveis de fósforo. Lages, Santa Catarina 171
- Tabela 9 - Teores de fósforo (P) em diferentes profundidades do solo, em resposta a aplicação de diferentes doses do elemento ($\text{kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) em uma pastagem natural, com introdução de espécies de estação fria, na média dos níveis de calcário. Lages, Santa Catarina 173

ANEXO I

- Tabela 1 - Atributos químicos do solo, prévios à aplicação dos tratamentos de níveis nitrogênio. Lages, Santa Catarina...191
- Tabela 2 - Altura média da pastagem, em cm, nas condições de pré e pós corte de avaliação. Valores médios compostos pela média das três leituras realizadas em cada repetição e média das três repetições de cada tratamento de doses de nitrogênio, aplicadas sobre pastagem natural. Lages, Santa Catarina .191
- Tabela 3 - Produção anual de MS (kg ha^{-1}) de cada um dos componentes de uma pastagem natural, em resposta a aplicação de diferentes doses de nitrogênio (kg de N ha^{-1}). Lages, Santa Catarina.....195

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 PROBLEMA.....	23
1.2 JUSTIFICATIVA	25
2 REVISÃO DE LITERATURA	31
2.1 APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE CALCÁRIO SOBRE A PASTAGEM NATURAL.....	41
2.2 APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE FÓSFORO SOBRE A PASTAGEM NATURAL.....	45
2.3 APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE NITROGÊNIO SOBRE A PASTAGEM NATURAL.....	51
2.4 INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES EM PASTAGEM NATURAL.....	54
2.5 HIPÓTESE.....	63
2.6 OBJETIVOS GERAIS.....	63
2.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
3 - CAPÍTULO I: RESPOSTA DE UMA PASTAGEM NATURAL DO PLANALTO CATARINENSE À APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE DIFERENTES NÍVEIS DE CALCÁRIO E DE FÓSFORO.....	91
3.1 RESUMO.....	92
3.2 ABSTRACT.....	94
3.3 INTRODUÇÃO	95
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	97
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	104
3.6 CONCLUSÃO	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
4 - CAPÍTULO II: RESPOSTA DE UMA PASTAGEM NATURAL DO PLANALTO CATARINENSE COM INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE ESTAÇÃO FRIA À APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE DIFERENTES NÍVEIS DE CALCÁRIO E DE FÓSFORO....	131

4.1 RESUMO	132
4.2 ABSTRACT	134
4.3 INTRODUÇÃO	136
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	138
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	145
4.6 CONCLUSÃO	174
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	175
5 - ANEXO I: RESPOSTA DE UMA PASTAGEM NATURAL À APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO	185
5.1 RESUMO	186
5.2 ABSTRACT	187
5.3 INTRODUÇÃO	188
5.4 MATERIAL E MÉTODOS	190
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	191
5.6 CONCLUSÃO	199
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	200
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	205

1 INTRODUÇÃO

Ao iniciar discorrer sobre este tema, é importante salientar que quando fala-se de campo nativo (melhor seria referir-se à pastagem natural), está se referindo a um bioma tão importante quanto a Mata Atlântica ou a Floresta Amazônica. Trata-se de um ecossistema natural pastoril e, como tal, sua manutenção com a atividade pecuária representa a melhor opção de uso sustentável para fins de produção de alimentos (NABINGER et al., 2009). O campo nativo apresenta capacidade de suporte naturalmente baixa, uma vez que sua produtividade depende da fertilidade natural do solo. Além disso, esta capacidade é extremamente variável de região para região, em função do tipo de solo e das condições climáticas predominantes, no entanto, continua sendo a forma mais barata de se produzir carne, desde que corretamente manejado (NABINGER, 2006).

As pastagens naturais, como um ecossistema, são compostas por inseparáveis e interativos componentes, tais como: comunidades vegetais coexistindo com populações variadas de herbívoros, componentes físicos e químicos do solo, comunidade microbiológica diversa, além de toda a micro-fauna existentes (LEMAIRE et al., 2005) e graças à sua composição florística, formada por gramíneas de bom valor forrageiro como *Axonopus sp.*, *Briza sp.*, *Paspalum sp.*, entre tantas outras, há a possibilidade de incrementar a produção destes campos mediante práticas de manejo e melhoramento como adequação da carga animal, adubação, roçadas, etc (CORREA et al., 2006).

As formações campestres das regiões dos Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul e do Planalto Catarinense estão entremeadas com mata de araucária, constituindo o bioma Mata Atlântica, sendo que as áreas florestais, nativas e cultivadas correspondem a aproximadamente 2.100.000 ha (BOLDRINI, 2009). Os rebanhos bovino e ovino, que fazem

parte da atividade pecuária em Santa Catarina ainda dependem, como principal recurso forrageiro, das pastagens naturais. Até o último levantamento oficial totalizavam 1.325.000 ha (IBGE, 1996), distribuídas e classificadas em nove tipos fisionômicos diferentes (GOMES et al., 1989), que, de maneira geral, apresentam sazonalidade muito marcante com respeito à produção de forragem. Dos tipos fisionômicos existentes os mais representativos são os comumente denominados de tipo ‘palha fina’, caracterizado pela predominância de *Schizachyrium tenerum* Nees (capim-mimoso) e o ‘palha grossa’, com maior participação de *Andropogon lateralis* Nees (capim-caninha), que, como os demais, concentram a produção de forragem na estação quente. Neste período mais favorável ao crescimento apresentam bom valor forrageiro, sendo que na estação fria sua produção e qualidade são afetadas negativamente (FERREIRA et al., 2008b). Assim, quando não se faz ajustes na taxa de lotação entre os períodos primavera-estival e outono-hipernal, há implicações diretas sobre os indicadores de produtividade da atividade pecuária (ELEJALDE, 2011). Entretanto, não existe um modelo único de sistema de produção a ser adotado de forma generalizada, sendo sim obrigatório conhecer as particularidades de produção existentes, bióticas e abióticas, e combiná-las da melhor forma possível para ter-se condições de encontrar a alternativa mais apropriada para cada realidade existente (Da SILVA E SBRISSIA, 2000).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi aplicar doses de calcário e fósforo, mesmo abaixo do recomendado, em campo nativo de baixa fertilidade e alta acidez natural como forma de aumentar a produção de forragem e permitir o estabelecimento e a persistência de espécies forrageiras introduzidas.

1.1 PROBLEMA

Apesar da marcante estacionalidade, os campos naturais também caracterizam-se como um recurso natural de inestimável valor ecológico, pela cobertura vegetal que proporcionam aos solos que lhes dão sustentação e também valor genético, em função da grande variabilidade de espécies vegetais que as compõem, sendo muitas delas até hoje desconhecidas. Destaca-se, além do expressado anteriormente, a sua importância social, em função da renda que proporcionam. Entretanto, são áreas que apresentam diversos fatores limitantes à produção e uso mais intensivo como: baixa fertilidade natural, principalmente baixos teores de fósforo; acidez elevada; presença de teores tóxicos de alumínio (Al); relevo acidentado; pedregosidade; afloramentos de rocha; manejo extensivo adotado por grande parte dos produtores; entre outros. Em função destas imposições ambientais aos sistemas produtivos somente 30% dos solos do Planalto Catarinense permitem formas convencionais de cultivos, e assim passíveis de uma agricultura mais intensiva (THOMÉ et al., 1999).

Ao contrário do que muitos possam pensar, este ecossistema é dependente da herbivoria, visto que com a exclusão do gado, a vegetação perde o agente mantenedor de sua condição inicial, evidenciando-se alterações em suas características. A riqueza florística tende a diminuir e a cobertura vegetal aumentar, ocorrendo modificação nas espécies dominantes, por meio do aumento na contribuição de certas espécies e diminuição de outras. Assim, em sua condição natural de uso, a pluralidade florística é extremamente alta, sendo que a situação geográfica de latitude, longitude e altitude, conjuntamente com as condições climáticas predominantes, assim como a fertilidade dos solos, propiciam a coexistência de espécies de metabolismo C3 e C4; associação esta dificilmente encontrada em outras pastagens naturais no

mundo, o que resulta no aumento da variedade e da qualidade forrageira (NABINGER E CARVALHO, 2008; BOLDRIN, 2009; MARASCHIN, 2009).

A grande diversidade vegetal, constituída principalmente por espécies de gramíneas e também por um menor número de espécies de leguminosas, sendo algumas de alto potencial forrageiro, permite aos bovinos uma seleção de dieta mais rica, conferindo características organolépticas peculiares ao produto animal (BERG E WALTERS, 1983).

Esta condição de sustento alimentar da produção pecuária ainda persiste, apesar da substituição que este ecossistema vem sofrendo nos últimos anos por culturas permanentes como os maciços florestais, assim como por cultivos anuais de grãos, sendo estas, por enquanto, em menor escala. A forma com que o florestamento de grandes áreas acontece, sem critério quanto ao uso do solo e a ocupação dos campos, traz consigo um agravante que é o desconhecimento do impacto ambiental que possa ser causado pelas atividades florestal e agrícola. Estima-se, de forma ainda empírica, que cerca de 400.000 ha de campos, em Santa Catarina, já tenham sido substituídos por estas outras atividades. Este processo de substituição, que ocorre devido a busca por uma maior rentabilidade que as áreas de pastagens naturais possam proporcionar, que outrora foi mais intensivo, e que hoje ocorre de forma menos vigorosa, é função direta dos baixos resultados obtidos pelos sistemas criatórios tradicionais. Os produtores, de maneira geral, com algumas poucas exceções, ainda conduzem a pecuária de corte em pastagens naturais com lotações fixas ao longo do ano, que variam de 0,3 a 0,4 Unidade Animal (UA) ha⁻¹ a qual é estabelecida em função da produção forrageira da estação fria, período em que estas paralisam seu crescimento, além de serem crestadas (queimadas) pela ação de geadas, que são comuns na região dos campos de altitude nesta época do ano (anualmente, ocorrem em média de 25 a 30 vezes), sendo que, em alguns anos, distribuem-se de abril até novembro. Esta

forma de uso extensivo tem implicações diretas sobre praticamente todos os índices zootécnicos. Uma destas é sobre a produtividade animal obtida, que até pouco tempo, dificilmente ultrapassava 40 a 50 kg de peso vivo (PV) ha⁻¹ ano⁻¹. Entretanto, mais recentemente, estes valores foram atualizados através de levantamentos dos sistemas de produção e estão atingindo cerca de 60 a 70 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹ (CARVALHO et al., 2006), o que ainda pode estar longe do potencial destes pastos.

Portanto, a sustentabilidade dos sistemas de produção animal, em pastagem nativa, requer a adoção de práticas de manejo que conservem os recursos naturais, bem como possibilitem índices satisfatórios de produtividade (CASTILHOS et al., 2011).

1.2 JUSTIFICATIVA

A busca por alternativas para tornar os campos naturais mais produtivos e a atividade pecuária mais competitiva, é a melhor maneira para preservar a biodiversidade campestre e a manutenção de muitas famílias no meio rural. Mesmo porque, estudos têm demonstrado que sistemas criatórios baseados em pastagens resultam em uma produção de carne mais saudável, com melhor perfil de ácidos graxos (ENSER et al., 1998; DEMEYER E DOREAU, 1999; FREITAS, 2010; DEVINCENZI et al., 2012). A diversidade florística, principalmente encontrada nas pastagens naturais, faz com que a composição dos ácidos graxos apresente maiores proporções dos ácidos linoléico e linolênico, que a carne seja de coloração vermelho intenso e com melhores qualidades sensoriais, além de maior tempo de vida de prateleira, na comparação com a produção em confinamento (WRAGE et al., 2011). Porém, mesmo com a produtividade ora vigente (CARVALHO et al., 2006), é muito difícil aos produtores resistirem à sedução por outras atividades agrícolas, supostamente mais rentáveis, a não ser que a escala da produção, em propriedades de grandes

dimensões compense financeiramente estes baixos indicadores. Dessa forma, práticas de manejo e melhoramento que visem atenuar a flutuação estacional da disponibilidade de forragem, para reduzir ou até eliminar os prejuízos provocados durante o período de outono-inverno, como também o aumento da produção forrageira total e de sua qualidade, podem suprir as restrições atualmente impostas (PRESTES E CÓRDOVA, 2004).

A partir de resultados de pesquisas, obtidos ao longo de pouco mais de três décadas (BARRETO et al., 1978; NABINGER, 1980; GONÇALVES, 1980; HERINGER E JACQUES, 2002a; PRESTES E JACQUES, 2002; PRESTES E CÓRDOVA, 2004; CARVALHO et al., 2009; CASTILHOS et al., 2009; JACQUES et al., 2009; MARASCHIN, 2009; NABINGER et al., 2009; QUADROS et al., 2009; CÓRDOVA et al., 2012), sabe-se que a única maneira para preservar as pastagens naturais é fazer com que sejam utilizadas de forma ambientalmente sustentável e economicamente viável e, assim, possam expressar todo seu potencial produtivo, podendo proporcionar maiores ganhos de produtividade da bovinocultura de corte. Práticas de manejo e de melhoramento como a subdivisão das invernadas, o diferimento, o ajuste da carga animal, as roçadas, assim como a calagem, a adubação e a introdução de espécies, são pontos chave para se transpor os índices atuais e projetar ganhos crescentes em produtividade, à medida que tais tecnologias se intensifiquem. Dessa forma, a pastagem natural requer a manipulação de fatores dirigidos para aumentar a produtividade dos campos, com o uso isolado ou em conjunto das práticas já mencionadas (CASTILHOS & JACQUES, 2000).

Dentre estes fatores, pode-se destacar, por exemplo, restrições quanto ao uso dos solos, que dificultam ou até mesmo impedem a mecanização como o relevo acidentado, pedregosidade e o afloramento de rocha. Da mesma forma, a baixa fertilidade natural, a acidez elevada, assim como a

presença de níveis tóxicos de alumínio também são alguns fatores impeditivos à obtenção de altos níveis de produção. A vegetação campestre é predominantemente de estação quente, em uma região onde a estação fria é rigorosa e prolongada, que compromete em muito a produção forrageira. Consideração também deve ser feita quanto à profundidade do solo, que influencia a composição florística, visto que espécies de melhor valor forrageiro são normalmente encontradas em locais de maior profundidade do que em solos rasos (FEDRIGO et al., 2013). Todas estas características fazem parte, em maior ou menor grau, das pastagens naturais do Planalto Sul Catarinense, visto que somente 30% dos solos da região permitem cultivos convencionais, e assim passíveis de uma agricultura mais intensiva (THOMÉ et al., 1999). Sob tais condições restritivas às práticas de mecanização, sabe-se que é perfeitamente possível utilizar métodos que não os convencionais para a implantação de pastagens. Para confirmar tal afirmativa, apesar dos vários anos decorridos, se torna necessário fazer referência que na comparação de sistemas de implantação de trevo-branco (*Trifolium repens* L.), azevém (*Lolium multiflorum* L.) e cornichão (*Lotus corniculatus* L.) sobre pastagem natural, nas condições de Bagé/RS, por um período de 4 anos, foram obtidos os seguintes resultados: os sistemas que envolveram técnicas de cultivo mínimo apresentaram os menores custos do que a implantação pelo método convencional; no primeiro ano, as pastagens implantadas pelo método convencional foram as mais produtivas; nos anos seguintes, a produção de forragem foi maior nos sistemas de sobressemeadura, não havendo diferença de produção entre estes. No final do período de avaliação, o método convencional foi o que apresentou menor produção total (BRASIL et al., 1987). Mais recentemente, no estado norte americano da Virgínia, também não houve diferença significativa ($P=0,1087$) entre métodos de cultivo reduzido, a lanço e com renovadora de pastagens, na implantação de trevo-

branco e vermelho em área estabelecida com pastagem de festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.) apesar de que, com o cultivo por sobressemeadura, foram contadas 56% mais plântulas de trevos, na avaliação de estabelecimento, realizada 2 meses após a introdução destas espécies (SCHLUETER E TRACY, 2012).

A simbolização da intensificação das práticas de manejo pode ser representada como uma escada, em que cada degrau superior representa um nível tecnológico acima, adicionado ao manejo utilizado nos patamares que estão mais abaixo. Apesar de sua ascensão envolver um acréscimo do desembolso financeiro, faz com que seja perfeitamente possível ultrapassar a tradicional produtividade de 60 a 70 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹ (CARVALHO et al., 2006) e atingir produtividades que podem alcançar valores de 200 a 230 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹, com o correto ajuste da carga animal em função da disponibilidade de forragem; de 350 a 400 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹, que implica na aplicação de corretivos e fertilizantes, que visam eliminar o fator mais limitante ao potencial das espécies forrageiras nativas; de 600 a 700 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹, quando se adiciona adubo nitrogenado à prática anterior; e de se chegar a 1.000 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹, com a adoção dos níveis tecnológicos anteriores mais a introdução de espécies de estação fria de alto valor forrageiro (NABINGER et al., 2009).

Apesar de no sul do Brasil ser uma tecnologia mais recente, nas pastagens naturais do sudeste dos Estados Unidos, o melhoramento pela calagem, adubação e introdução de espécies, tanto de gramíneas como de leguminosas, através de cultivo reduzido, acontece desde as décadas de 1930 e 1940 de forma progressiva, com uma abrangência cada vez maior (HOVELAND, 2000).

A introdução de leguminosas no campo nativo se justifica por suas qualidades como forrageiras, representadas por muitas espécies, além de desempenharem papel fundamental na fixação biológica do nitrogênio atmosférico

(FBN), através da associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*. Como resultado, se obtém forragem de melhor qualidade pelo aumento do teor de proteína, da digestibilidade e do consumo, além de maior produção de matéria seca (MS) e evolução da fertilidade do solo (PRESTES E CÓRDOVA, 2004). Na perspectiva nutricional do rebanho, quando a forragem de leguminosas contém níveis moderados de compostos secundários, tais como taninos condensados e flavonóides, apresentam consideráveis vantagens incluindo o aumento da utilização do N pelo trato digestivo dos animais, com também reduzindo a incidência de timpanismo (ROCHON et al., 2004). Além destes atributos, pode-se acrescentar o papel fundamental que apresentam em sistemas de baixo e médio adicionamento de insumos, principalmente no que refere-se ao N, do que em sistemas baseados em pastagens formadas exclusivamente por gramíneas (HOPKINS E WILKINS, 2006).

Contudo, as espécies de leguminosas requerem um pH do solo mais alto e também alta disponibilidade de fósforo, pela calagem e adubação fosfatada, respectivamente. Só então elas podem se estabelecer e competir com as espécies nativas e assim elevar a produção de forragem no período de outono-inverno (GATIBONI et al., 2000; 2003). Além dos atributos mencionados, também existe o benefício de maior retorno financeiro da atividade pecuária quando leguminosas estão associadas às gramíneas, em pastos adequadamente manejados, do que em pastos exclusivamente de gramíneas, os quais necessitam aplicação de altas doses de N, para que altas produtividades animais sejam atingidas (DOYLE E TOPP, 2004). Desta forma, tanto o azevém como o trevo-branco, vermelho, o cornichão, entre outras, são excelentes forrageiras que se adaptam muito bem ao nosso meio. Diante destas possibilidades, o que se propõe é agregar à pastagem nativa espécies exóticas para complementar a produção de forragem, principalmente durante a estação fria, sem, contudo, remover a vegetação presente (SANT'ANNA E NABINGER, 2007;

GRAVES et al., 2012).

A calagem, assim como a distribuição de P superficiais podem contribuir para o aumento da produção de forragem destes campos. Contudo, a determinação de níveis mais apropriados de calcário e fósforo (P) para incrementar a produção do campo nativo, e também proporcionar o estabelecimento de espécies forrageiras introduzidas, sem haver prejuízo à produção de forragem, ainda são questões que necessitam ser mais bem respondidas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As pastagens naturais do Cone Sul da América do Sul formam uma região ecológica que situa-se entre as latitudes 24° e 35°S, que inclui partes do sul do Brasil, sul do Paraguai e nordeste da Argentina, e todo o Uruguai, cobrindo uma área de aproximadamente 500.000 km², na qual o clima varia de subtropical a temperado, sendo que 95% deste total é utilizado para a produção animal (PALLARÉS et al., 2005). Mundialmente, as pastagens naturais representam o mais importante ecossistema na entrega de serviços que incluem o fornecimento de alimento para os ruminantes e o armazenamento de carbono (C) no solo em ambientes de alta biodiversidade (TAUBE et al., 2014). Além disso, cumprem outras funções importantes como a proteção da biodiversidade, das captações de água, o controle da erosão e a manutenção da paisagem (HOPKINS E WILKINS, 2006). De maneira geral, os ecossistemas florestais, campestres e os solos cultivados, devem ser utilizados pelo homem com o desafio de serem manejados com o propósito de manterem seus benefícios sociais e econômicos, porém, de forma que os impactos ambientais sejam minimizados (FOLEY et al., 2005).

Diante desta abordagem, destaca-se a capacidade da vegetação das pastagens naturais em retornar às condições prévias à ocorrência de distúrbios (resiliência) como o déficit hídrico, geadas e práticas inadequadas de manejo, o que confere uma garantia para o negócio da pecuária corte, mesmo que explorada de forma extensiva (NABINGER, 2006; SPIEGELBERGER et al., 2010). Entretanto, o desconhecimento ou a incorreta aplicação das variáveis de manejo do pastejo leva a uma redução da produtividade de forragem e da produtividade animal dos sistemas pastoris baseados em pastagens naturais (BOGGIANO et al., 2005). Assim, uma alternativa para diminuir os problemas destes

campos, aumentando sua eficiência, seria introduzir espécies hibernais, de alto valor forrageiro, para suprir as deficiências no inverno, conseqüentemente aumentando o número de animais por área e reduzindo a necessidade do uso de fogo no final do inverno, mantendo a vegetação menos impactada (BOLBRINI, 1997).

Os produtos pecuários gerados a partir de pastagens, sejam estas naturais ou cultivadas, são resultantes do processo fotossintético, que promove a conversão, através da energia solar, do CO₂ atmosférico, nutrientes e água em forragem. Então, o ideal seria ter pastagens com espécies de maior potencial para realizar esta conversão, associado às condições ambientais predominantes (NABINGER, 2004; ZANONIANI, 2010).

Os cultivos convencionais podem ocasionar severas alterações nas características físicas e químicas no solo, quando as pastagens naturais são convertidas em terras cultivadas. Quando isto acontece perdas do total de C, nitrogênio (N), e fósforo (P) podem ocorrer de forma imediata (DORMAAR E WILLMS, 2000; WHALEN et al., 2003). Assim, com respeito a promover mínimo de distúrbio ao solo e à composição florística, a manutenção da vegetação nativa pré-existente à introdução de espécies de estação fria, além de contribuir com a produção de forragem em determinada época do ano (BARRETO et al., 1978), a quantidade de seu resíduo, dentro da amplitude de 1,62; 2,48 e 3,36 t MS ha⁻¹, não apresentou impedimento significativo (P<0,05) ao estabelecimento do azevém e da festuca, independente do método de implantação, cultivo reduzido ou sobressemeadura. Tampouco teve efeito sobre a produção de forragem ao longo de três anos, nas condições das grandes planícies do estado americano de Oklahoma (BARTHOLOMEW et al., 2011). Desta forma, torna-se evidente a imposição da utilização mais eficiente dos recursos naturais existentes, o que será possível somente através de um melhor entendimento sobre o ecossistema

pastagens, para que práticas de manejo e sistemas de produção animal possam ser idealizados, propostos e efetivados sem colocar sob ameaça sua sustentabilidade e produtividade (SBRISSIA E Da SILVA, 2001). Assim, o melhoramento da pastagem natural, via introdução de espécies de estação fria, como alternativa para aumentar sua produção, reveste-se de importância, principalmente por envolver baixos custos, manter a estrutura física do solo e não eliminar as espécies nativas que, em determinadas condições, podem contribuir para melhorar a composição da forragem (BARRETO et al., 1978), como também, reduzir o risco de erosão e a compactação do solo, causada pelo pisoteio dos animais (BARTHOLOMEW, 2005).

A persistência, um importante atributo das leguminosas forrageiras, é influenciada pelo clima, manejo, pragas, doenças, e suas interações com um determinado ambiente. Assim, após a implantação das espécies introduzidas, deve-se considerar que na fase seguinte, o estabelecimento das mesmas, o que importa é a planta e não o animal, o qual, se utilizado neste período, não deve constituir nada mais do que uma ferramenta de manejo (NABINGER, 2006). O estabelecimento pode ser dividido em distintos estágios, como: germinação da semente e emergência da plântula, seguida por seu crescimento e posterior sobrevivência da planta (THOM et al., 2011). Assim, no primeiro ano, não se pode esperar o mesmo resultado obtido com o preparo convencional, mas a partir do segundo, a tendência é obter resultados, em produção de MS, semelhantes aos do preparo convencional (JACQUES, 1993). Outro aspecto a se considerar quanto à vida útil das pastagens diz respeito à profundidade do sistema radicular, que desempenha um importante papel quanto à persistência das espécies forrageiras o que faz com que os problemas ambientais, como a baixa disponibilidade de água, sejam amenizados (LI et al., 2008). Porém, o azevém e o trevo-branco possuem sistemas radiculares pouco profundos, o que limita o acesso à água do solo e pode levar ao estresse hídrico, reduzindo a produção de

forragem (BROWN et al., 2005). Além das preocupações iniciais quanto à introdução de espécies, apresentadas acima, também se faz necessário levar em conta que a competição entre plantas é o fator de maior relevância com respeito à interação que acontece nas comunidades vegetais, que ocorre principalmente em pastagens naturais (BULLOCK, 1996), sendo que as conseqüências desta competição somente podem ser investigadas caso todas as variáveis envolvidas e relevantes para determinada distribuição espacial sejam particularizadas e analisadas (SILVERTOWN et al., 1994).

O crescimento das plantas é dependente de um contínuo suprimento de nutrientes minerais que estão no solo. Uma vez absorvidos, os minerais podem ser utilizados na construção de estruturas da planta ou permanecerem solúveis no conteúdo celular (HODGSON, 1990). Em pastagens naturais a produção de forragem é gerida pelas relações planta-solo-(animal)-clima, sendo que o conteúdo de nutrientes na forragem ou plantas individuais é dependente do status de fertilidade do solo e da taxa de disponibilização dos nutrientes necessários por parte do solo (BLACK E WIGHT, 1976). Quando as condições de fertilidade do solo são baixas, o uso de fertilizantes torna-se essencial para complementar os efeitos benéficos do manejo adequado das pastagens naturais. Potássio (K) e P, de forma geral, elevam a participação de leguminosa, sendo que o N proporciona maior contribuição das gramíneas em detrimento das leguminosas, mas é essencial para maiores produções de forragem (FERREIRA et al., 2008b), ou seja, o objetivo primordial da adubação de pastagens, sejam naturais ou cultivadas, é o aumento da produção forrageira, elevando sua capacidade de suporte e, assim, o aumento da produtividade (SALLIS E SIEWERDT, 2000). Os três elementos mais comumente utilizados, e em maior escala, na adubação de pastagens são o N, P e o K, os quais são também os principais macronutrientes utilizados pelas plantas. O P é essencial para a divisão celular, a reprodução e o metabolismo vegetal

(fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas); o K age como ativador enzimático e está relacionado com a distribuição de água e transporte de carboidratos e o N é o elemento mineral que as plantas necessitam em maiores quantidades e que normalmente se apresenta em maior deficiência nos sistemas de produção (TAIZ E ZEIGER, 2004).

Passados 4 anos de uma única aplicação superficial de superfosfato simples, no nível de $50 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, e de $2,0 \text{ t}$ de calcário ha^{-1} , houve o aumento em 60% na participação de leguminosas, quando comparado com o tratamento controle, que não recebeu nenhum destes insumos, no Sul da Austrália (NIE E ZOLLINGER, 2012). Quanto ao método de aplicação de P, K, matéria orgânica (M.O.) e calcário, também na Austrália, se incorporado a 5, 25, e 50cm de profundidade ou distribuído superficialmente, não houve diferença significativa sobre a produtividade e distribuição do sistema radicular do azevém-perene, nos dois principais tipos de solos existentes no Sul de Victoria, Austrália (GOURLEY E SALE, 2014).

As pastagens naturais geralmente não respondem às aplicações de P, visto que o N é normalmente o fator mais limitante. Além disto, as respostas ao uso de fósforo são variáveis conforme seu status inicial no solo, a composição botânica e o regime de precipitações (JONES, 1990). Contudo, em relação à resposta de gramíneas ao P: níveis crescentes deste nutriente, na ordem de zero, 45, 90, 180 e $360 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, aplicados superficialmente sobre pastagem de azevém, gerou incremento linear no teor de P disponível no solo, elevou o conteúdo de P na planta, atingindo níveis capazes de suprir a necessidade animal nos dois maiores níveis, sendo que a produção de MS aumentou progressivamente com as doses aplicadas, variando de 16 a $2.826 \text{ kg MS ha}^{-1}$, no estágio de florescimento, para os níveis de zero e $360 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente e a dosagem de $45 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ foi suficiente e efetiva para promover o máximo desenvolvimento radicular (MAZZA, 2012). Foi demonstrado que a adubação, de maneira

geral, promove incremento no fluxo de tecidos, visto que em avaliação de espécies forrageiras quanto à luz e a disponibilidade de nutrientes como N, P, K, cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), foi observado que em condições de baixa luminosidade e sem restrições nutricionais, houve maior produção de folhas, enquanto que na situação inversa, alta luminosidade e nível reduzido de nutrientes, a produção de raízes foi priorizada (OLFF, 1992). Ou seja, pela sinalização exercida pelos hormônios, a planta redireciona a partição de nutrientes para suprir seu fator mais limitante. Neste caso priorizar a construção de tecidos foliares para otimizar a fotossíntese, em tais condições, e ampliar o sistema radicular para melhorar a eficiência na absorção de nutrientes, respectivamente, de forma que o prejuízo em seu crescimento seja o menor possível.

A aplicação conjunta de N e P produz um incremento na produção e qualidade das pastagens naturais, porém este processo ocorre de maneira relativamente lenta, conduzindo a vegetação a um novo patamar de equilíbrio (BERRETA et al., 1998). No Uruguai, a aplicação anual de 92 e 44 kg ha⁻¹ de N e P, respectivamente, elevou a produção de forragem da pastagem natural, adicionando 7,5 kg MS kg⁻¹ de nutriente no primeiro ano e cerca de 24,0 kg MS kg⁻¹ de nutriente nos anos posteriores (PALLARÉS et al., 2005). Em campo natural sobre Planossolo, em Pelotas/RS, a combinação de 2,0 t de calcário mais: 100 kg de N, 60 kg de P₂O₅ e 45 kg de K₂O ha⁻¹, em superfície, proporcionou o melhor resultado na produção de forragem, sendo significativamente superior às demais combinações testadas (BITENCOURT Jr. et al., 1996). Altas dosagens de fertilizantes, aplicadas em um período pouco inferior a 1 ano e fracionadas em 3 momentos, que totalizaram 800 kg ha⁻¹ da fórmula 05-20-20 (N-P-K) e 600 kg ha⁻¹ de ureia, além de 3 t ha⁻¹ de calcário, proporcionaram taxas de acúmulo de MS total de 102 kg ha⁻¹ dia⁻¹, tanto para área seca (coxilha), como para área úmida (baixada). Nestas mesmas

condições de relevo, quando não adubadas, as taxas de acúmulo foram de 47 e 41 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Com relação somente a MS do material verde, a adubação promoveu taxas que foram de 70 e 93 kg ha⁻¹ dia⁻¹, na mesma ordem de relevo acima. Sem a utilização de fertilizantes, estas áreas, seca e úmida, apresentaram taxas de 29 e 25 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente (SOUZA, 2008). Estes resultados foram obtidos a partir da adubação e disponibilidade hídrica em pastagem natural no município de Restinga Seca/RS. Nesta mesma área, em trabalho anterior, a aplicação de 600 kg ha⁻¹ de 05-20-20 e 3 t ha⁻¹ de calcário, da mesma forma, a taxa de acúmulo de MS apresentou resposta positiva ao tratamento de adubação, porém de menor magnitude. O acúmulo de MS total foi maior na área úmida, de 82,45 e 47,50 kg ha⁻¹ dia⁻¹ para os tratamentos com e sem adubação, respectivamente. Com relação a MS do material verde a resposta foi superior para a adubação, sendo de 58,56 e 37,49 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ para a área úmida e seca, respectivamente (BORTOLI et al., 2006). Em Cachoeira do Sul/RS, a aplicação de N-P-K, na dosagem de 150-90-60 kg ha⁻¹, respectivamente, sobre campo natural, em zona de transição entre a Depressão Central e a Serra do Sudeste, também teve efeito significativo (P<0,05) sobre a taxa de acúmulo diário, sendo as mais elevadas apresentadas na primavera, de 62,1 e 44,7 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ para os tratamentos com e sem adubação, respectivamente (PELLEGRINI et al., 2010).

Conjuntamente com a aplicação de fertilizantes, tem que haver um suprimento pluviométrico que possibilite a reatividade dos mesmos, e assim as potencialidades desta prática possam ser manifestadas. Situação esta que não ocorre nas pastagens naturais que formam as planícies da região de Mendoza, Argentina, em função da baixa precipitação anual, a qual dificilmente ultrapassa 300mm (GUEVARA et al., 2000). Os efeitos da adubação na estrutura da pastagem estão relacionados às modificações nas características morfológicas

e na composição florística uma vez que o aporte de minerais reduz ou elimina a limitação imposta pela deficiência de nutrientes, para que a planta e/ou comunidade vegetal consiga expressar seu potencial de produção de novos componentes (ELEJALDE, 2011). Quando se adicionam fosfatos ao solo, ocorrem várias reações físico-químicas que os transformam em substâncias fosfatadas complexas, as quais passam a controlar, via solo, a disponibilidade de P às plantas. A rapidez destas reações depende da estrutura cristalina e da energia de ligação do fosfato (RHEINHEIMER et al., 2001).

No caso de cultivos de pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas, a adubação nitrogenada não se faz necessária, visto que produzem seu próprio N, que provém da devida inoculação/nodulação. Caso seja aplicado, o N reduzirá a nodulação das leguminosas, o que comprometerá a sua habilidade de fixar o N atmosférico (NAZARCO, 2008). Na avaliação da capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN), na Nova Zelândia, com uso de N marcado (^{15}N), em misturas forrageiras, contendo gramíneas e leguminosas, foi possível atingir valores que variaram de 26 a 34 kg de N_2 fixado t^{-1} MS de leguminosa produzida (GOH E BRUCE, 2005). Nesta mesma linha de estudo, obteve-se de 20 a 25 kg de N_2 fixado t^{-1} MS de leguminosa produzida, em várias condições ambientais da Austrália (PEOPLES E BALDOCK, 2001). O trevo-branco proporcionou maiores concentrações de N em gramíneas associadas, do que quando cultivadas isoladamente com aplicação de 336 kg N ha^{-1} . A concentração de P foi pouco alterada, com aumento de 0,37% na primavera e 0,27% no outono. A concentração de cálcio (Ca) foi diretamente relacionada à quantidade de trevo-branco. As concentrações de N e Ca na forragem aumentaram significativamente em comparação ao cultivo isolado de gramíneas (DOBSON et al., 1980), sendo o P disponibilizado para a gramínea somente após estar suprida sua deficiência de N, que geralmente tem origem na FBN (WHEELER E

O'CONNOR, 1998), que, por sua vez, também é dependente do status de P na solução do solo, visto que trata-se de um nutriente essencial para o crescimento e nodulação de bactérias do gênero *Rhizobium* (LEUNG E BOTTOMLEY, 1987). Na segunda metade da década de 1970, a capacidade das leguminosas em suprir as necessidades de N em misturas forrageiras, já tinha sido comprovada no Sul do Brasil. A introdução de trevo-vesiculososo, na densidade de cultivo de 6,0 kg ha⁻¹, como fonte de nitrogênio, associada à gramínea em campo natural da Depressão Central/RS, proporcionou o mesmo ganho de peso para novilhos de 2 anos, do que a introdução de aveia (*Avena sativa* L.) cv. Coronado mais 90,0 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia. A pastagem sem nenhum melhoramento apresentou a pior produtividade, sendo que os ganhos obtidos foram de 467,0; 468,0 e 90,5 kg PV ha⁻¹, respectivamente. Portanto, a introdução de trevo-vesiculososo equivaleu a 90,0 kg ha⁻¹ de nitrogênio (SCHOLL et al., 1976). Da mesma forma, mas com espécies de estação quente, em Jaboticabal/SP, após 15 meses de avaliação, pastagem de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), com adubação de 100 kg N ha⁻¹, e desta gramínea consorciada com soja perene (*Neonotonia wightii* Verdc.) mais centrosema (*Centrosema pubescens* Benth.), também não apresentaram diferenças nos ganhos PV área⁻¹, mesmo sendo estes 16% superiores em relação ao da pastagem sem N e sem leguminosas (FAVORETTO et al., 1985). O uso de fertilizantes e/ou a introdução de espécies proporciona mudanças quantitativas na pastagem natural, que são desejáveis para a produção animal. Tanto a adubação como a introdução de espécies de estação fria contribuem para estabilizar a quantidade e a qualidade da forragem ao longo do ano, visto que a possibilidade de selecionar uma dieta de melhor qualidade é fundamental para o desempenho dos animais (ELEJALDE et al., 2012). Com relação à qualidade bromatológica da forragem, GATIBONI et al. (2008) testou

fontes de P, naturais e solúveis, associadas ou não à calagem, sobre pastagem natural sobressemeada com trevo-vesiculososo e azevém. A digestibilidade ‘in vitro’ da matéria orgânica (DIVMO) não apresentou diferença significativa em função das fontes de P aplicadas. O mesmo aconteceu para o teor de proteína bruta (%PB). Contudo, a produção de PB acompanhou a produção de forragem, que foi maior para os tratamentos com calcário e fosfatos solúveis. Com destaque para o SFS, que diferenciou-se estatisticamente das outras fontes de P, por apresentar como diferencial a presença de enxofre (S) e maior concentração de cálcio (Ca). Cabe também ressaltar que a participação das espécies introduzidas somente foi relevante na produção do componente forragem nos tratamentos com adição de fosfatos solúveis. Então, o melhoramento da pastagem natural pela calagem, adubação e introdução de espécies aumentou a produção e a qualidade bromatológica da forragem, assim como a DIVMO foi influenciada prioritariamente pelas espécies introduzidas.

Quando trata-se de fonte intrínseca de nutrientes, que faz parte do próprio ecossistema, deve-se levar em conta o mantilho ou material morto já desprendido da planta e depositado sobre a superfície do solo. Em pastagens naturais, assume papel fundamental na ciclagem de nutrientes, preservação da fertilidade do solo, da conservação e umidade do solo e como uma das principais fontes de N. Principalmente em cultivos reduzidos que visam à introdução de espécies, mantendo-se a vegetação existente com pouca ou nenhuma mobilização do solo (HERINGER E JACQUES, 2002b; JACQUES, 2003). O mantilho também tem influência sobre a dinâmica da vegetação campestre, auxilia na redução dos efeitos de estiagens, pela redução da evaporação e de temperaturas extremas, funcionando como uma camada de isolamento térmico (LOYDI et al., 2013).

2.1 APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE CALCÁRIO SOBRE A PASTAGEM NATURAL

Em solos onde o pH em água está abaixo de 5,5, a acidez pode levar a condições desfavoráveis para o crescimento das plantas, sendo que em áreas de clima temperado, a acidez do solo é frequentemente observada em regiões que apresentam alta precipitação pluviométrica (POOZESH et al., 2010). Estes mesmos autores afirmam que a calagem superficial em pastagens naturais sobre solos ácidos é altamente recomendada agronomicamente, apesar de seus efeitos quanto à produção de forragem ainda serem discutíveis. Adequada quantidade de calcário é essencial, não somente para o máximo retorno econômico, mas também para a apropriada manutenção do equilíbrio nutricional para a produção vegetal. Os efeitos da calagem em superfície são mais pronunciados sobre solos com textura mais grosseira do que sobre os de textura fina, devido à alta capacidade tampão destes últimos (FAGERIA E BALIGAR, 2008).

A aplicação de calcário em superfície é capaz de promover alterações nas condições químicas do solo, aumentando o pH em água, o Ca e o Mg trocáveis e a saturação por bases. Também diminui os teores de alumínio (Al^{+3}) trocável e a saturação do complexo de troca por esse elemento. Estes efeitos ocorrem de forma mais expressiva até a profundidade de 10cm, devido à formação de uma frente de correção da acidez e migração de bases em profundidade a qual é mais pronunciada com maiores doses e com maior tempo após a aplicação (PANDOLFO et al., 2013). A frente de alcalinização avança lentamente e atinge taxas maiores quando se adicionam doses integrais da necessidade de calcário. Além disso, doses maiores aumentam o efeito residual, o que não acontece com doses menores, tanto como a de 50% da necessidade do solo, quanto em aplicações parceladas e periódicas (KAMINSKI et al., 2005). Com o melhoramento da fertilidade do solo por meio de calagem e adubação superficiais

se estabelece uma condição favorável ao acúmulo de C na camada superficial do solo (0-5cm), o qual atingiu um acréscimo de 24% em comparação à pastagem que não recebeu estes insumos, e também quando submetida recentemente à queima (SANTANA et al., 2011). As respostas das pastagens ao calcário têm sido atribuídas às melhorias nas propriedades químicas, físicas e microbiológicas do solo. Entre estas estão a redução da toxidade do Al e manganês (Mn), o aumento na disponibilidade do N, sendo que o efeito sobre sua mineralização perdura por dois a três anos, do P e do molibdênio (Mo), além de elevar o conteúdo de umidade do solo (WHEELER E O'CONNOR, 1998).

Nas condições edafoclimáticas de Santa Maria/RS, conduziu-se experimento no sentido de se comparar a eficiência da calagem superficial e incorporada sobre os atributos da acidez do solo em profundidade, após sete anos de sua aplicação. Os resultados obtidos mostraram que a eficiência da aplicação de calcário se manteve e superou o período de 7 anos, em Sistema de Plantio Direto, independentemente da forma de aplicação, apesar de que a incorporação neutralizou a acidez em profundidades maiores (KAMINSKI et al., 2005). Então, a correção da acidez do solo é proporcional à dose de calcário aplicada, que independe do modo de aplicação, superficial ou incorporada. Porém, sendo em superfície, a profundidade em que ocorre a correção é proporcional à dose e ao tempo decorrido (WHEELER E O'CONNOR, 1998; RHEINHEIMER et al., 2000). Em campo natural de Ponta Grossa/PR, foram avaliados quatro métodos de incorporação de calcário e a distribuição superficial. Verificou-se que o modo de incorporação do corretivo no solo afeta a sua eficiência em relação à profundidade no perfil, visto que houve efeito de neutralização da acidez. A aplicação em superfície elevou a saturação por bases do solo até a camada de 10cm de profundidade. Apesar dos resultados positivos, as dosagens de 2,8; 6,6; e 10,3 t de calcário ha⁻¹, não

possibilitaram que os valores de saturação por bases desejados, de 30; 60; e 90%, fossem alcançados, respectivamente, passados três meses da aplicação (WEIRICH NETO et al., 2000). Em Nova Gales do Sul, Austrália, a aplicação de calcário, gesso e fosfogesso, em superfície, sobre pastagem de trevo-subterrâneo (*Trifolium subterraneum* L.), ficou demonstrado que o calcário foi o tratamento mais efetivo para elevar o pH do solo e reduzir as concentrações de Al e Mn. Entretanto, os efeitos ficaram principalmente limitados à camada de 5cm de profundidade. Sendo que, nem o gesso e sequer o fosfogesso reduziram significativamente o Al^{+3} tóxico (SMITH et al., 1994). A dose de 4,5 t ha⁻¹ de calcário sobre pastagem anual de estação fria, para posterior cultivo de soja, em sistema de integração lavoura-pecuária, foi eficiente na correção da acidez à profundidade de 12,5cm, passados 12 meses da distribuição superficial, e a 25cm após o quinto ciclo desta cultura de verão. Os animais em pastejo promoveram maior correção da acidez em função do pisoteio, que produz alteração dos atributos físicos do solo; e do próprio pastejo, que afeta a biomassa vegetal sobre e abaixo do solo e dos dejetos, que adicionam ligantes orgânicos (FLORES et al., 2008). Da mesma forma, também em integração soja-pecuária de corte, houve maior aprofundamento da ação corretiva do calcário aplicado em superfície, com animais em pastejo, ultrapassando a camada de 15cm, do que em áreas sem a presença de animais (CARVALHO et al., 2011). Nesta mesma linha de pesquisa, em avaliação da intensidade de pastejo no aprofundamento do calcário aplicado superficialmente e seu efeito sobre a correção da acidez do solo. O pastejo intenso, moderado, efetuados às alturas de 10 e 20 cm, respectivamente, e não pastejo, promoveram elevação do pH nas profundidades de 17,5; 20,0 e 7,5cm, respectivamente (MARTINS et al., 2014). Em ambos estudos os autores destacam que com a remoção da parte aérea pelo pastejo, há renovação do sistema radicular, que com sua decomposição formam-se pequenos canais e aumento da macro

e microporosidade. Caminhos estes utilizados para a descida das partículas de calcário pelo perfil do solo.

Aplicações de calcário e P, na forma de STF, sobre pastagem natural em West Virginia/EUA, em nível médio: 4,5 t ha⁻¹ de calcário e 40 kg P₂O₅ ha⁻¹; e alto: 9,0 t ha⁻¹ de calcário e 117,0 kg P₂O₅ ha⁻¹, promoveram a elevação do pH de 4,8, no tratamento testemunha, para 6,5 no nível médio e 7,0 no nível alto, na camada de 2,5cm de profundidade do solo, após oito anos do início das aplicações e avaliações. Ambos os níveis proporcionaram aumentos crescentes e significativos na produção de forragem, com destaque para a participação das leguminosas, principalmente no último ano de avaliação (DABAAN et al., 1997).

Os efeitos benéficos da calagem superficial foram observados em maior profundidade, quando distribuído em uma única vez, nas dosagens de zero; 2,5; 5; 10; 15 e 20 t ha⁻¹, sobre pastagem estabelecida de azevém-perene (*Lolium perenne* L.) e trevo-branco, em cinco locais diferentes, ao sul de Victoria, Austrália. Nestes experimentos foi possível verificar que o calcário continuou a ter efeito sobre o pH em todos os locais, durante os cinco anos de avaliação. Até a profundidade de 15cm, o pH aumentou significativamente (P<0,001), e foi associado linearmente com a quantidade aplicada. Apesar do calcário mover-se lentamente através do perfil do solo, em dois anos ocorreram mudanças significativas no pH até à camada de 20cm de profundidade, com a aplicação das maiores doses, na maioria dos locais avaliados (CRAWFORD E GOURLEY, 2001). Em um período menor, de 191 dias, foi possível verificar que, a distribuição em superfície de 3,3 t ha⁻¹ de calcário com PRNT de 80% sobre campo natural em Água Doce/SC, promoveu a redução de 37% nos teores de Al⁺³ a 20cm, enquanto que na camada de 0-5cm de profundidade este efeito de neutralização foi de 89% (VICCINI et al., 2004). Após 8 anos, em que foram feitas 3 distribuições superficiais de calcário, o pH, na camada de 0,0-

7,5cm de profundidade, passou de uma amplitude de 4,5-4,8 para 6,7, enquanto que no tratamento, que além das calagens, recebeu mais N-P-K-S o pH foi de 5,7, na mesma profundidade (POOZESH et al., 2010). Com relação à produção de forragem, a calagem para ½ e 1 SMP mais adubação de N-P-K, nos níveis de 100-70-60 kg ha⁻¹, proporcionaram aumentos significativos no acúmulo de MS quando comparados à testemunha, em pastagem natural da Depressão Central/RS, sendo que o N foi o nutriente que mais contribuiu para esta produção (PIZZANI et al., 2007). Nestas mesmas condições edafoclimáticas, a calagem superficial, em pastagem natural, de 3,2 t ha⁻¹, foi suficiente para elevar o pH do solo em uma amplitude que variou de 5,7 a 5,9, na camada de zero a 10cm de profundidade, como também eliminando a saturação de Al, passados 141 meses da aplicação. Ocasão em que o pH na camada de 0,0 a 20,0cm, anterior a aplicação dos tratamentos, apresentou valor de 4,5 (TIECHER et al., 2014).

2.2 APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE FÓSFORO SOBRE A PASTAGEM NATURAL

A adubação de pastagens tem por objetivos: intensificar a produção animal; reduzir a sazonalidade de produção; introduzir novos recursos forrageiros, mais exigentes em nutrientes; flexibilizar o manejo; e aumentar a fixação de carbono (FONSECA et al., 2011). A aplicação regular de P, tanto em sistemas de cultivo convencional como em cultivos reduzidos, promove expressivo aumento na produtividade de pastagens (McCASKILL E QUIGLEY, 2006).

Sob pastagens naturais, de maneira geral, os solos apresentam baixa fertilidade e são especialmente deficientes em fósforo disponível. Mesmo assim, as espécies nativas se mantêm com acúmulos satisfatórios de forragem. Este comportamento pode ser explicado através de experimento conduzido em Santa Maria/RS, em que após a desfolha, pelo pastejo, de uma pastagem natural, houve incremento na

quantidade de P microbiano. O rebrote da pastagem foi acompanhado pela diminuição desta forma de P, evidenciando que o fósforo armazenado na biomassa microbiana do solo (BMS) é fonte de P às plantas, em ambientes deficientes nesse nutriente (OLIVEIRA et al., 2009). Ou seja, o fósforo imobilizado na BMS constitui reserva potencial de P capaz de suprir a demanda de espécies nativas nas pastagens naturais (OLIVEIRA et al., 2011). Assim, quanto mais pobre em P disponível for o solo, maior é a dependência das formas orgânicas, inclusive do fósforo armazenado na BMS (GATIBONI et al., 2008). Sendo que a utilização do fósforo orgânico como fonte de P às plantas pode ser maximizada quando resíduos vegetais são lentamente decompostos, de forma a proporcionar sincronismo entre a disponibilidade de P e o crescimento das plantas (MARTINAZZO et al., 2007). Situação esta que ocorre com a senescência de porções e/ou morte da planta inteira durante seu ciclo de vida, como também após o pastejo e também com a decomposição da vegetação quando roçada.

Outra situação que ocorre quando o pH é baixo, é que parte do P presente no solo permanece fortemente adsorvido nos sítios de ligação da fase sólida, e também na forma de precipitados de fosfato de ferro e de alumínio, permanecendo pouco disponível às plantas (ERNANI et al., 2000). Quando eleva-se o pH, aumentam as cargas negativas do solo, reduz a solubilidade do ferro e do alumínio, e, com isso aumenta a disponibilidade de P na solução do solo (ERNANI et al., 2000), não havendo, portanto, o efeito da sua aplicação, visto que o fornecido naturalmente pelo solo (com a elevação do pH) é suficiente para aumentar a produção de MS da parte aérea das plantas. Com a elevação do pH além de 6,5, ocorre novamente diminuição no teor de P na solução do solo, devido à aplicação de calcário, que gera grande aumento na quantidade de Ca no solo, criando assim uma melhor condição para a precipitação do P na forma de fosfato de cálcio (AKINREMI E CHO,

1991). Reações estas que podem explicar a não resposta em produção de forragem com a aplicação de P, sobre a pastagem natural, como visto anteriormente.

As leguminosas são espécies com exigências particulares de fósforo. Então, para se alcançar uma boa implantação, é imprescindível o fornecimento deste nutriente em quantidades adequadas (CARÁMBULA et al., 1994). Visto que, quando introduzidas em pastagem natural, apresentam exigências de fósforo superiores àquelas já existentes na condição original, de ocorrência espontânea, e que são de alguma forma adaptadas aos baixos níveis do nutriente que caracterizam os solos em seu estado inicial (Mas, 1992). A adubação fosfatada por um período de cinco anos, e seu efeito residual ao longo de 11 anos, sobre pastagem natural, em Bagé/RS, possibilitou aumentos consideráveis no ganho de PV por unidade de área e seu efeito residual foi efetivo. Pois, 7 anos após a última aplicação, os ganhos de PV mantiveram-se e também houve mudança na composição florística da pastagem, com o aparecimento de espécies de melhor qualidade como capim melador (*Paspalum dilatatum* Poir.) e *Trifolium polymorphum* Poir. (BARCELLOS et al., 1987).

O conhecimento da fonte e do nível de P a ser aplicado nas diferentes etapas do melhoramento, é de alto valor biológico e econômico. A adubação com P promove mudanças qualitativas na produção de forragem, sendo que as leguminosas apresentam melhor resposta às fontes solúveis, quando aplicadas também em cobertura (BEMHAJA, 1998). Na comparação de fertilizantes fosfatados e suas combinações, com ou sem calcário, em Santa Maria/RS, conclui-se que, para a introdução de azevém e trevo-vesiculososo (*Trifolium vesiculosum* Savi.) em campo nativo, os fosfatos solúveis proporcionaram maiores produções que o fosfato natural. A calagem não aumentou a produtividade do azevém e da pastagem natural, mas o trevo-vesiculososo apresentou resposta positiva a este insumo (GATIBONI et al., 2000).

Com a aplicação de calcário, sobre pastagem natural, na dose de $3,0 \text{ t ha}^{-1}$, e fertilizante, na quantidade de 500 kg ha^{-1} da fórmula 05-20-20, sendo os tratamentos com nitrogênio (N), nos níveis de zero, 100 e 200 kg ha^{-1} , parcelados de forma igual em dois momentos, primavera de 1998 e verão de 1999. A análise bioeconômica realizada ao final do terceiro ano demonstrou que o investimento, como um todo, foi viável tanto biológica como economicamente, independentemente da dose de N. Sendo que, o maior retorno direto do capital empregado foi alcançado com a aplicação de calcário, P e K, sem a aplicação de N (SANTOS et al., 2008). Em trabalho realizado na Estação Experimental de Lages (EEL), a utilização isolada de calcário e de superfosfato triplo (SFT) não permitiu o estabelecimento de trevos sobre a pastagem natural. A sobressemeadura somente se efetivou quando o calcário foi aplicado conjuntamente com o SFT ou quando usou-se o hiperfosfato, que contém alto teor de cálcio (RITTER E SORRENSON, 1985). Ficando demonstrada a importância da combinação de corretivos da acidez com adubos fosfatados. Da mesma forma, a aplicação de N ou P isoladamente promoveu produções relativamente baixas de forragem, mas a interação entre estes nutrientes potencializou seus efeitos, fazendo com que fosse atingido mais rapidamente a altura da pastagem que otimiza a taxa de ingestão diária. Sendo a quantidade máxima de forragem verde obtida com a aplicação de P ($90 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, na forma de SFT), a qual elevou-se conjuntamente com doses crescentes de N (0, 75, 150 e 300 kg ha^{-1} , na forma de Sulfato de Amônio), em pastagem natural da Campanha/RS (FEDRIGO, 2011).

Com relação à fonte de P a ser utilizada, destaca-se que os fosfatos naturais brasileiros são de baixa solubilidade e de dissolução lenta. A eficiência agrônômica inicial é baixa, sendo que aumenta com o passar do tempo (SANZONOWICZ E GOEDERT, 1985). Ou seja, estas fontes não estão na forma de imediata utilização pelas plantas, sendo que requerem reações

prévias no solo para que possam estar disponíveis à pastagem (McCASKILL E QUIGLEY, 2006). Porém, as espécies nativas, que formam as pastagens naturais, apresentam uma melhor capacidade de capturar o fósforo de fontes menos solúveis (SIMPSON et al., 2011). Contudo, GATIBONI et al., 2003 demonstrou que com a distribuição superficial em pastagem natural, os fósforos de Gafsa e Arad foram fontes eficientes de P em moderada a alta acidez do solo. A atenuação da acidez do solo pela calagem aumentou a produção de forragem e a eficiência do superfósforo solúvel, mas reduziu o desempenho dos fósforos naturais. Com a calagem também sendo eficaz na neutralização de alumínio trocável, mas apenas nas camadas superficiais de solo. Ou seja, a utilização de fósforos naturais pode ser agronomicamente efetiva e alternativa econômica às fontes mais solúveis sob certas condições, especialmente em solos ácidos de regiões tropicais e subtropicais (CHIEN et al., 2009).

Em implantação convencional de pastagem perene de estação fria. O uso exclusivo de fósforo natural também não se mostrou recomendável, sendo que o trevo-vermelho (*Trifolium pratense* L.) e o cornichão apresentaram as melhores respostas ao calcário e ao fósforo mais solúvel (MAGNANTI et al., 2005). Anterior a estes estudos, a importância do uso de calcário e de fontes solúveis de P também foi evidenciada nas condições da região norte da Nova Zelândia. As aplicações de calcário e de superfósforo promoveram aumentos de 16 e 40% na produção de forragem, respectivamente (O'CONNOR E HUNT, 1996). Quanto ao investimento necessário para a aplicação destes insumos, calcário e P, estes mesmos autores argumentam que: o principal objetivo deve ser atingir o máximo potencial produtivo do solo para maximizar a produção da pastagem.

Mesmo que no longo prazo, o fósforo de Gafsa se equivalha aos solúveis, quando totalizadas as produções de MS após de 12 anos de avaliação de fontes de P, com aplicações e

reaplicações superficiais, ou não, em pastagem natural com introdução de azevém e trevo-vesiculososo (TIECHER et al., 2014), no ano de estabelecimento, quando se faz necessário um condicionamento mais imediato das características químicas do solo, a aplicação de fosfatos naturais deve ser evitada especialmente se o corretivo da acidez for adicionado na superfície do solo, como em pastagens naturais (RHEINHEIMER et al., 2001). Assim, deve-se dar preferência às fontes solúveis de P, como os superfosfatos, uma vez que as leguminosas a serem introduzidas têm pouca capacidade de competir pelo fósforo com o vasto sistema radicular das espécies nativas já estabelecidas (NABINGER et al., 2009). Entretanto, efeito contrário foi verificado na Unidade Experimental Glencoe, pertencente ao INIA, no Uruguai, em um período de quatro anos de avaliação. Os fosfatos menos solúveis, Natural de Gafsa (NG) e Hiperfosfato (HP), foram mais eficientes ao mais solúvel, Superfosfato Simples (SFS), tanto na adubação inicial como em suas refertilizações anuais, na produção de trevo-branco sobressemeado em campo nativo. Os níveis iniciais, por ocasião do cultivo, foram zero, 40, 80 e 160 kg P₂O₅ ha⁻¹ e as doses das refertilizações anuais, com as mesmas fontes iniciais, foram zero e 40 kg P₂O₅ ha⁻¹, aplicadas a partir do outono do 2º até o 4º ano, sempre na mesma estação do ano. Os valores obtidos foram 135 e 167% superiores para NG e HP, respectivamente, quando considerada a eficiência de 100% para o SFS (RISSO et al., 2008). Nas condições edafoclimáticas da Região de Montes de Nandubay, na Argentina, a adubação fosfatada da pastagem natural, na forma de SFT e nível de 150 kg ha⁻¹, foi realizada em cinco propriedades, com o objetivo de validar esta prática na recria de novilhas, por um período de dois anos. Os resultados médios ao final de dois anos foram: para ganho de peso individual de 93,7 e 104,3 kg an⁻¹, para os tratamentos campo nativo sem adubação e adubado, respectivamente e o ganho por área foi de 96,5 e 138,7 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, para a mesma

ordem dos resultados apresentados anteriormente. Ambos os resultados são reflexo do aumento na produção de forragem promovida pela elevação da fertilidade do solo (DELFINO et al., 2002).

2.3 APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE NITROGÊNIO SOBRE A PASTAGEM NATURAL

O nitrogênio é um dos nutrientes mais limitante e indispensável para aumentar o fluxo de energia e intensificar a produção (CARASSAI et al., 2008), sendo o nutriente mineral que as plantas necessitam em maiores quantidades (ELEJALDE, 2011). A planta absorve o carbono do ar na forma de CO_2 , e o N do solo através do sistema radicular. A combinação desses dois elementos dará origem aos novos tecidos da planta, por meio do processo de fotossíntese (LEMAIRE E CHAPMAN, 1996). Sendo que a produção de MS em resposta à adubação nitrogenada é normalmente linear dentro de certos limites e varia conforme o potencial genético das diferentes espécies, frequência de cortes e/ou pastejos e condições climáticas (BOIN, 1986).

Resultados positivos como resposta à adubação nitrogenada em pastagens naturais têm sido obtidas em diferentes condições edafoclimáticas. Em planossolo, região de Pelotas/RS, com níveis de N na ordem de zero, 100, 200, 300, 400, 500, 600 e 700 kg ha^{-1} , tendo como fonte o sulfato de amônio, atingiu-se o ponto de máxima expressão do potencial produtivo (efeito quadrático), que foi de 10 t MS ha^{-1} com 453 kg N ha^{-1} , sendo que a melhor eficiência de utilização ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ kg N}^{-1}$) ocorreu com 300 kg N ha^{-1} , caindo acentuadamente com o aumento das doses (SIEWERDT et al., 1995). Posteriormente, também na mesma região e com os mesmos níveis utilizados na avaliação anterior, foi alcançado o teto de produção (efeito quadrático), que foi de 11 t MS⁻¹ com a dose de 684 kg N ha^{-1} , sendo que a eficiência de utilização do N , da mesma forma, reduziu com o aumento das doses

(LAJÚS et al., 1996). Até então, em estudos anteriores, nesta mesma condição fisiográfica, os níveis de N utilizados, inferiores a estes, apresentaram respostas lineares. Em continuidade desta linha de pesquisa, a dose máxima de 200 kg N ha⁻¹ não foi suficiente para determinar a máxima produção de MS (CUNHA et al., 2001). Quando doses de 25, 50, 75, 100, 125 e 150 kg N ha⁻¹ foram aplicadas em diferentes momentos (10 dias antes do corte de avaliação, no dia do corte e 10 dias após), foi observado que novamente a resposta em produção de MS foi linear em função do aumento dos níveis utilizados, independentemente do momento de aplicação, e que a aplicação realizada 10 dias anteriores (29 de novembro) ao corte anterior, ou corte balizador realizado em 09 de dezembro, proporcionou maiores acúmulos de MS no corte subsequente, efetuado em 31 de janeiro, do que a aplicação em 10 dias posteriores ao corte balizador. Demonstrado-se desta forma que a pastagem necessita de um período para recuperar-se da redução do sistema radicular, provocada pela desfolha, e melhor utilizar o N aplicado (SIEWERDT et al., 2006).

Na Região da Campanha/RS, a aplicação de N sobrecampo nativo, nas doses de zero, 50, 100, 150, e 200 kg ha⁻¹, a produção de forragem aumentou linearmente conforme as doses, obtendo-se 5.420 kg MS ha⁻¹ com o nível de adubação mais elevado (CORREA et al., 2006). Utilizando chorume suíno, nas doses de zero, 15, 30, e 45 m³ ha⁻¹, aplicadas após cada um dos quatro cortes do período experimental, equivalentes a 76,8; 153,7 e 230,3 kg N ha⁻¹, sobre campo natural da Depressão Central/RS, a produção de forragem apresentou resposta linear com o aumento dos níveis de chorume. Assim como em outros trabalhos já apresentados, que utilizaram doses máximas que se situaram próximas a 200 kg ha⁻¹. Neste ensaio, com a dose mais elevada de dejetos de suínos atingiu-se o teto de produção de MS, que foi de 4.589 kg ha⁻¹, em um período de seis meses (SCHEFFER-BASSO et al., 2008).

Em pastagem nativa da Depressão Central/RS, diferida e adubada em 15 de janeiro, com níveis de N que foram de zero, 50 e 100 kg ha⁻¹, sendo utilizada de 15 de abril a 1º de setembro em uma oferta (OF) de 12% (12 kg de MS 100 kg PV⁻¹ dia⁻¹), a carga animal foi de 958, 1.072 e 1.443 kg PV ha⁻¹, para cada uma das doses de N referidas acima, respectivamente (GUMA, 2005). Anteriormente, nesta mesma condição regional, as doses de N foram zero, 100 e 200 kg ha⁻¹, obteve-se 697 kg PV ha⁻¹, com uma OF de 9%, como produtividade animal máxima no maior nível de N (GOMES, 2000). No mesmo tipo de campo, presente na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), da mesma forma, somente com a adubação e com o ajuste da carga animal, utilizadas para tanto doses de 0, 100, e 200 kg N ha⁻¹, sendo que todos tratamentos receberam 3 t calcário ha⁻¹ mais 500 kg ha⁻¹ da fórmula 05-20-50. No maior nível N aplicado, em combinação com a OF de 14%, obteve-se um ganho por animal e por área de 716 kg PV ha⁻¹ em um período experimental de 210 dias, com produção primária de 16 t MS de forragem verde (MSV) ha⁻¹. Nas demais doses de zero e 100 kg N ha⁻¹ e mesma OF, os resultados foram de 443 e 643 kg PV ha⁻¹, respectivamente. Com a elevação dos níveis de N, também houve maior densidade de perfilhos, que determinou uma estrutura mais ereta do pasto, expondo à desfolhação uma proporção maior de folhas (BOGGIANO, 2000). Ao contrário, em situação de deficiência ou com baixa disponibilidade de N, a pastagem apresenta-se mais prostrada e menos exposta à ação da desfolha por parte do pastejo realizado pelos animais (MARASCHIN, 2009).

No Uruguai, 100 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, fracionados em 50% no outono e 50% no inverno, proporcionou 30% a mais de MS de forragem do que no nível zero de N ha⁻¹, como resultado médio de seis anos de avaliação (PALMA et al., 2008a). Neste mesmo experimento, avaliou-se a produtividade animal por um

período de cinco anos, que tendo consequência na produção de forragem abordada anteriormente, a maior dose de N apresentou resultados superiores ($P < 0,10$), em kg PV ha⁻¹, em quatro dos cinco anos. Assim, a adubação nitrogenada de outono-inverno permitiu aumentar o acúmulo anual de forragem, resultando em incrementos nos níveis da produtividade secundária (PALMA et al., 2008b). Também neste país, a interação de irrigação com N, nas doses de 50, 100 e 200 kg ha⁻¹, incrementou de forma significativa ($p \leq 0,05$) a produção de forragem, em campo natural (JAURENA et al., 2013).

Em condições de déficit hídrico severo, a adubação nitrogenada em pastagem nativa não contribuiu para respostas mais intensas, podendo o componente material morto (MM), em produção de MS, superar a forragem verde, logo, não se justifica sua aplicação. Esta constatação deve-se ao fato de que a produtividade animal na recria de cordeiras, assim como as variáveis da produção vegetal avaliadas, ficaram muito aquém do normalmente obtido e esperado em condições climáticas normais (CARASSAI et al., 2008). Entretanto, em condições pluviométricas normais, ou até mesmo um pouco acima da média, as respostas ao N, nos níveis de 40, 90, e 140 kg ha⁻¹, em uma OF% de 12%, continuaram a se manifestar de maneira linear com a sobressemeadura de azevém sobre o campo natural, na mesma condição edafoclimática que foi conduzido o trabalho experimental dos autores anteriores. Este comportamento linear aconteceu tanto para a produção de forragem, como para carga animal e ganho animal por área (BRAMBILLA et al., 2012).

2.4 INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES EM PASTAGEM NATURAL

A introdução de espécies, principalmente leguminosas, contribuiu para o aumento de N colhido a partir da pastagem, assim como a elevação da fertilidade, de maneira geral, em

virtude do incremento na reciclagem do nitrogênio, além do aumento na produtividade de forragem e melhor distribuição desta ao longo do ano (BARTHOLOMEW E WILLIAMS, 2010), principalmente quando as espécies introduzidas apresentam ciclo de crescimento diferente da vegetação existente (BARTHOLOMEW, 2005). Entretanto, tradicionalmente, pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas têm sido consideradas, pelos produtores, como sendo de difícil estabelecimento e manejo que assegure um conteúdo suficiente de leguminosas na pastagem, principalmente sob condições de pastejo (ROCHON et al., 2004). Na Região Sudeste da Austrália, existem áreas com sérias restrições à mecanização, onde também o cultivo reduzido é a única opção para a implantação e/ou melhoramento das pastagens, como ocorre nas condições do Planalto Serrano Catarinense. Sob tais condições, a aplicação superficial de calcário, na quantidade de 2.500 kg ha^{-1} , e a de superfosfato, nos níveis de zero, 10 e 20 (no 1º ano) + $50 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ (no 2º ano), proporcionaram significativo aumento na produção de forragem. Destacando-se a maior dose de P, principalmente pela maior contribuição do trevo-subterrâneo, quando com a associação com o calcário, que também promoveu maior FBN. Entretanto, o calcário teve efeito localizado na camada de 5cm, reduzindo significativamente o Al e o Mn, assim como elevando o pH de 4,5 para 5,5 já no 2º ano (PEOPLES et al, 1995). A aplicação de doses crescentes de P, com 45 kg na semeadura + $30 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ anualmente e 90 kg na semeadura + $60 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ anualmente, em pastagem natural, no Uruguai, com introdução de trevo-branco e cornichão apresentou respostas positivas tanto em produção de MS total, como em produto animal. Com relação à eficiência bruta de conversão (kg MS ha^{-1} necessários para produzir $1,0 \text{ kg PV ha}^{-1}$), esta aumentou à medida que se elevou o nível de adubação, com valores de 34,3; 23,9 e $13,3 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ kg PV}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ para campo nativo sem introdução e sem adubação,

introdução mais 45+30 e introdução mais 90+60 kg P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente (BERMÚDEZ E AYALA, 2002). Também, em 7 propriedades, na Nova Zelândia, por um período de 3 anos, níveis crescentes de P, tendo como fonte o SFT, nas dosagens de zero; 30; 60; e 90 kg P₂O₅ ha⁻¹, promoveram aumentos, da mesma forma crescentes, na participação e produção de MS de trevo-branco e de trevo-subterrâneo, enquanto que o componente gramíneas apresentou pequena resposta. Nas mesmas quantidades de N, na forma de ureia, houve maior contribuição, também crescentemente, tanto quanto à participação, quanto à de produção de forragem das gramíneas e redução destas mesmas variáveis, quanto aos dois trevos associados (GILLINGHAM et al., 2008). Na Depressão Central/RS, o melhoramento de campo nativo através da calagem, adubação e introdução de trevo-branco, vermelho e vesiculoso, com o efeito destas espécies avaliado em separado, visto que cada uma constituiu um tratamento diferente, por um período de 11 meses, resultou no aumento da disponibilidade de forragem, com destaque para os trevos vesiculoso e vermelho, assim como, de maneira geral, melhorou a qualidade da forragem produzida (VIDOR E JACQUES, 1998). Durante um período de três anos, em área de pastagem natural sobresemeada com trevo-branco cv. Yi, na EEA da UFRGS, localizada na Depressão Central/RS, foram testadas dosagens de calcário (zero; 1,5 e 3,0 t ha⁻¹), com e sem adubação de cobertura na forma de N-P-K, assim como adubações anuais de manutenção (com e sem), também na forma de N-P-K, sobre a produção de forragem e composição florística. As doses de N-P-K, tanto a de cobertura como as de manutenção, nos anos seguintes ao cultivo, foram definidas pela Comissão de Fertilidade de Solos. Como resultados: houve interação significativa (P<0,05) entre ano e tratamento de adubação para a produção média anual de MS; o calcário não apresentou efeito significativo (P>0,05) sobre esta produção. Contudo, a adubação promoveu acréscimos em produção de forragem nos

três anos de avaliação. Sendo que a maior produção foi obtida no 1º ano, como resultado da adubação e maior participação do trevo-branco, comprovando assim a exigência desta leguminosa quanto à fertilidade do solo. As gramíneas apresentaram maior contribuição no tratamento sem adubação, no qual não houve competição por parte do trevo-branco (CASTILHOS E JACQUES, 2000). Em duas propriedades particulares, localizadas no município de André da Rocha/RS, na região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra, as alternativas de manejo da pastagem nativa: queima bienal há mais de 100 anos; sem queima e sem roçada há 32 anos; campo nativo melhorado há 24 anos; melhorado há 7 anos; e sem queima há 32 anos com roçada anual, produziram resultados de produção de matéria seca de forragem verde (MSFV) nos valores de 3.665, 9.555, 9.537, 9.148 e 7.049 kg ha⁻¹, respectivamente (HERINGER E JACQUES, 2002a). Com base nos resultados obtidos, os autores concluíram que as práticas de manejo sem queima são mais produtivas e ecologicamente mais sustentáveis. Quando comparou-se nove formas de uso do campo natural, sobre dois tipos de solo, arenoso e brunossolo, no Uruguai, as mais elevadas taxas de acúmulo de forragem foram obtidas com a prática de melhoramento, via calagem, adubação e introdução de espécies, para ambos os solos, sendo os valores na ordem de 15,79 e 20,92 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. Porém, a diversidade florística foi menor do que os demais manejos utilizados (OLMOS et al., 2005). Em São José dos Ausentes/RS, em uma condição similar a do Planalto Catarinense, obteve-se êxito na implantação de trevo-branco, trevo-vermelho e azevém na pastagem nativa, em solo extremamente ácido, com a necessidade de calcário podendo chegar a 29,7 t ha⁻¹. Entretanto, a distribuição superficial de apenas 3,0 t ha⁻¹ de calcário de excelente qualidade, com PRNT de 104 %, possibilitou o estabelecimento das espécies introduzidas (JACQUES E NABINGER, 2003). Na propriedade do primeiro autor, do trabalho anterior, localizada

também nos Campos de Cima da Serra/RS, a calagem, adubação e a introdução de espécies sobre a pastagem natural, realizada há sete e 24 anos, elevou os teores de Ca, Mg e P no solo, a saturação de bases e o pH e reduziu a acidez potencial (HERINGER et al., 2002). Para testar o efeito da adubação e da sobressemeadura de espécies de estação fria em Quaraí/RS, avaliou-se o produção de forragem, entre outras variáveis, em campo nativo (CN), campo nativo adubado, com 200 kg de Diamônio Fosfato (DAP) ha⁻¹ + 200 kg de Ureia ha⁻¹ em outubro (CNA) e campo nativo com a mesma adubação e mais a introdução de trevo-branco, cornichão e azevém (CNM). Os resultados obtidos após um ano foram de 1.876, 4.187 e 5.676 kg MS ha⁻¹, para CN, CNA CNM, respectivamente (FERREIRA et al., 2008a). Nesta mesma linha de avaliação, na região do Cristalino Central do Uruguai, em experimentação de longo prazo, sendo de 24 anos para o CN, de 12 anos para CN com introdução de espécie anual (*Lotus subbiflorus*) e de nove anos para CN com introdução de espécie perene (*Lotus uliginosus*), os valores médios para a produção de forragem obtidos foram expressivos, como segue: 4.350, 8.860 e 12.250 kg MS ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente (FORMOSO E COLUCCI, 2008).

Em Santa Catarina, o primeiro resultado em produtividade animal obtido pelo melhoramento de campo nativo (MCN), através da introdução de espécies, em ensaio conduzido na Estação Experimental de Lages (EEL), foi de 299 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹ (RITTER E SORRENSON, 1985). Este valor foi quase duplicado na validação desta tecnologia, em Campo Belo do Sul/SC, também com a introdução de espécies de estação fria, usando 4,0 t ha⁻¹ de calcário e 255kg ha⁻¹ de fertilizante da fórmula comercial 03-30-15. Obteve-se na recria de novilhas e na terminação de novilhos 511,63 kg PV ha⁻¹, com ganho médio diário (GMD) de 0,789 kg an⁻¹ dia⁻¹ e carga animal (CA) de 648 kg PV ha⁻¹, como produtividade média de três propriedades, em 305 dias de pastejo praticados em cada

um dos três anos do período de avaliação. Resultado produtivo que foi equivalente à margem bruta de R\$ 811,10 ha⁻¹, com o preço praticado à R\$ 2,90 kg PV⁻¹ (CÓRDOVA et al., 2012). Com valores atualizados para março de 2015 de R\$ 5,20 kg PV⁻¹, a margem bruta seria de R\$ 1.454,38. Nesta mesma região fisiográfica, no município de Urupema, em uma área de 11,5 ha com pedregosidade, afloramento de rocha e declividade, com aplicação a lanço de calcário, fertilizantes e sobressemeadura manual, 32 novilhos permaneceram por 293 dias, proporcionando uma produção de 540 kg de PV ha⁻¹, com ganho médio diário (GMD) de 0,662 kg, incluindo o período de outono-inverno (Santos, 2004).

Nos campos de Água Doce/SC, meio-oeste catarinense, comparou-se duas intensidades de pastejo, sendo 1.875 e 988 kg MS ha⁻¹, para massa alta (MA) e massa baixa (MB), respectivamente. A calagem e a adubação superficial consistiram em 3,3 t ha⁻¹ e 350 kg ha⁻¹ da fórmula 0-20-20 + 500 de fosfato natural, respectivamente. Conjuntamente à distribuição do calcário e adubo, fez-se a sobressemeadura na pastagem natural com trevo-branco, trevo-vermelho e cornichão. Após 12 meses, houve diferença significativa (P=0,042) para GMD, com valores de 0,346 na MA e 0,217 kg an⁻¹ na MB. Também quanto à produtividade animal os tratamentos apresentaram diferença estatística (P=0,0034), obtendo-se 254 e 174 kg PV ha⁻¹, para MB e MA, respectivamente. Demonstrando assim que, em função da intensidade de pastejo, a MA, proporcionou benefício em favor do ganho individual, entretanto a MB promoveu maior produção por área (MEZZALIRA et al., 2006). No ano anterior, nas mesmas condições experimentais, porém em um período pouco inferior a oito meses, e sendo MB=1.021 e MA=1.751 kg MS ha⁻¹, obteve-se a mesma tendência estatística (P≤0,05) quanto a variável GMD, que foi de 0,480 e 0,282 kg an⁻¹ dia⁻¹ para MA e MB, respectivamente. No entanto, para produção por área não houve diferença (P≥0,05), apesar de a

MA apresentar uma melhor resposta do que MB, com valores de 231 e 207 kg PV ha⁻¹ período⁻¹, respectivamente (SOARES et al., 2006). Na Região da Campanha/RS, por um período de 302 dias de pastejo, na fase de recria de novilhos, a pastagem natural (PN), adubada (PNA) e adubada com introdução de espécies de estação fria (PNM), apresentaram os seguintes resultados: o GMD na PNA foi de 0,581 kg dia⁻¹, sendo maior que o apresentado pela PN com 0,473 kg dia⁻¹; a carga animal foi de 701 kg PV ha⁻¹ para PNM e de 667 kg PV ha⁻¹ na PNA, durante a primavera; os valores de produção animal por área foram de 224, 310 e 287 kg PV ha⁻¹ na PN, PNA e PNM, respectivamente (FERREIRA et al., 2011). Os autores destacam que os resultados obtidos, aquém do esperado, provavelmente, tenham sido provocados pelo baixo regime pluviométrico durante o verão, visto que durante esta estação não houve diferença estatística entre os tratamentos. Quando comparou-se, por um período de 2 anos, a produtividade animal, na região de Alegrete/RS, com os animais permanecendo em pastagem natural durante o ano todo e, no outro tratamento, em pastagem natural diferida no outono mais pastagem natural melhorada com azevém, trevo-vesiculososo e cornichão no inverno, em uma oferta (OF) 12% de forragem verde para ambos tratamentos, obteve-se os seguintes resultados médios: o GMD foi de 0,420 e 0,740 kg dia⁻¹ e o ganho por área de 148 e 272 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹, sendo os animais abatidos aos 40 e 36 meses, respectivamente (CASTILHOS et al., 2011). Nesta validação de tecnologias, os resultados poderiam ter sido superiores, caso também não tivesse ocorrido um importante déficit hídrico no verão do 2º ano. Visto que no 1º ano, somente com o ajuste da carga animal, o ganho por área do tratamento em que os animais permaneceram em pastagem natural até o abate foi de 170 kg PV ha⁻¹. De qualquer forma, resultados bem superiores aos obtidos em sistemas extensivos de produção, conforme apresentados anteriormente. O melhoramento de pastagens naturalizadas na Nova Escócia, no

Canadá, também é uma opção para elevar a produtividade e qualidade das mesmas. Assim, a sobressemeadura de trevo-vermelho produziu GMD, em cordeiros, significativamente superior ($P < 0,001$) ao trevo-branco e ao tratamento testemunha, que não contou com a sobressemeadura de outras espécies, sendo os valores de 0,21; 0,18 e 0,17 kg dia⁻¹, respectivamente. A mesma resposta, com relação aos tratamentos, foi obtida para os ganhos obtidos pelas ovelhas, durante o outono, após o desmame dos cordeiros, que foram de 8,9; 6,7 e 6,2 kg para os tratamentos de introdução do trevo-vermelho, trevo-branco e controle, respectivamente (GRAVES et al., 2012). Ou seja, o trevo-vermelho proporcionou melhor desempenho neste estudo que foi conduzido por três anos e em três propriedades.

O melhoramento de pastagem natural é possível mesmo com a introdução de espécies que se propagam vegetativamente. Sobre planossolo hidromórfico, em região sob influência de clima Cfa, o amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*) cv. Alqueire-1 estabeleceu-se pelo cultivo de mudas. Havendo maior resposta à adubação fosfatada do que à potássica, nos níveis de zero, 30, 60, e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O para os fertilizantes SFT e cloreto de potássio (KCl), como também combinadas entre si. Com sua participação atingindo a proporção de 25% na composição botânica do campo nativo melhorado, em todas as combinações dos adubos utilizados (MACHADO et al., 2005).

Em determinadas regiões, com invernos não tão severos, o uso de herbicidas chegou a ser considerado como prática para reduzir a competição exercida pela vegetação nativa, e assim antecipar a introdução das espécies cultivadas. Situação esta que não se aplica no Planalto Catarinense em virtude do grande número de geadas que ocorrem anualmente. Mesmo porque, em certos anos, acontecem de forma antecipada, já no mês de abril. A adubação e introdução de espécies em pastagem nativa, independente do uso do herbicida glifosato, aumentou a

produção de forragem. A sobressemeadura de espécies hibernais permitiu maior carga e ganho por animal e por área comparados com a pastagem nativa (RIZO et al., 2004). Nesta mesma linha de trabalho, em Alegrete/RS, a introdução de espécies como trevo-branco, azevém e cornichão, sem e com uso de glyphosate, em um período de avaliação que foi de julho/2001 a maio/2002 produziu os seguintes resultados quanto à produtividade animal: 273, 287, 361, 353 e 360 kg PV ha⁻¹ para os tratamentos testemunha; campo nativo com introdução de espécies (CNI); CNI+glyphosate (G), na dosagem de dessecação, de 1,3 kg ha⁻¹; CNI+G, em duas dosagens de supressão da vegetação nativa, de 0,5 e 0,4 kg ha⁻¹, aplicadas, respectivamente, para cada ano de avaliação; e CNI com o dobro da adubação, na forma de MAP, utilizada nos tratamentos CNI anteriores, respectivamente. Durante a condução deste experimento também houve um período de estiagem, de 07/12/2001 a 27/02/2002, em que choveu apenas 134 mm (GARAGORRY et al., 2008). Uma das conclusões apresentada pelos autores, a partir dos resultados obtidos, é de que o uso do herbicida não apresentou efeitos sobre a produção animal e nem sobre a qualidade da forragem disponível. Nas pradarias do Condado de Marion, no estado americano de Iowa, que faz parte do Cinturão do Milho, parte das quais foram transformadas, há muito tempo, em pastagens perenes de estação fria, obteve-se sucesso com a calagem, adubação fosfatada e sobressemeadura de espécies nativas de estação quente. Tendo como objetivos o aumento da biodiversidade, sustentabilidade do sistema produtivo e a certificação por serviços ambientais prestados (WILTSHIRE et al., 2011).

Em avaliação de produção de carne, apesar do maior GMD, de 0,833 kg PV dia⁻¹, ter sido obtido pela pastagem anual de verão, o maior rendimento de carcaça resultou da pastagem natural melhorada (P<0,05), com calagem adubação e introdução de azevém e cornichão. Os percentuais de rendimento foram de 51,9; 49,2 e 48,9%, para campo natural

melhorado, pastagem anual de verão e pastagem natural sem melhoramento, respectivamente (DEVINCENZI et al., 2012). Pelos trabalhos e seus respectivos resultados, apresentados até aqui, é possível verificar as potencialidades da introdução de espécies sobre a pastagem natural. Prática esta, que é capaz de elevar em muito os indicadores de produtividade, ora obtidos em sistemas extensivos de produção, mesmo considerando a amplitude dos valores gerados pela pesquisa, de modo geral.

2.5 HIPÓTESE

- A aplicação de doses de calcário e fósforo, mesmo abaixo do recomendado, em campo nativo de baixa fertilidade e alta acidez natural aumenta a produção de forragem e permite o estabelecimento e a persistência de espécies forrageiras introduzidas.

2.6 OBJETIVOS GERAIS

Gerar tecnologia de correção dos fatores limitantes do solo, que permita elevar a produção de forragem do campo nativo em sua condição natural;

Gerar tecnologia de correção dos fatores limitantes do solo, que permita garantir a implantação e persistência das espécies introduzidas, assim como aumentar a produção da forragem do campo nativo ao longo do ano.

2.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

De acordo com os tratamentos propostos, compostos por diferentes níveis de corretivo da acidez do solo, de fertilizante fosfatado e nitrogenado:

- Avaliar a produção de forragem da pastagem natural, em função dos diferentes níveis de calcário, P e N aplicados sobre o campo nativo;

- Avaliar a produção de MS dos componentes da pastagem natural sobressemeada com espécies de estação fria;
- Avaliar o estabelecimento e a persistência das espécies introduzidas;
- Avaliar o comportamento do corretivo e do fertilizante fosfatado ao longo do perfil do solo, em função dos níveis aplicados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKINREMI, O.O.; CHO, C.M. Phosphate transport in calcium-saturated systems: Experimental results in a model system. **Soil Science Society of American Journal**. v.55, n.5, p.1282-1287, 1991.

BARCELLOS, J.M.; SEVERO, H.C.; ACEVEDO, A.S.; MACEDO, W. Influência da adubação e sistemas de pastejo na produção de pastagens naturais. In: EMBRAPA/CNPO. **Forrageiras: coletânea das pesquisas**, 1987, Bagé, RS, v.1, p.11-16, 1987.

BARRETO, I.L.; VINCENZI, M.L.; NABINGER, C. Melhoramento e renovação de pastagens. In: **Simpósio sobre manejo de pastagens**, 5. Anais..., Piracicaba, SP, p.28-63, 1978.

BARTHOLOMEW, P.W. Comparison of conventional and minimal tillage for low-input pasture improvement. **Online - Forage and Grazinglands – Plant Management Network**, <http://naldc.nal.usda.gov/naldc/download.xhtml?id=11901&content=PDF>, 2005.

BARTHOLOMEW, P.W.; WILLIAMS, R.D. Overseeding unimproved warm-season pasture with cool-and warm-season legumes to enhance forage productivity. **Journal of Sustainable Agriculture**, v.34, n.2, p.125-140, 2010.

BARTHOLOMEW, P.W.; SCHNEIDER, J.M.; WILLIAMS, R.D. Pasture residue amount and sowing method effects on establishment of overseeded cool-season grasses and on total annual production of herbage. **Grass and Forage Science**, v.66, n.4, p.560-568, 2011.

BEMHAJA, M. Mejoramiento de campo: fertilización fosfatada. In: **Seminário de actualización em tecnologías para basalto**. INIA, Serie Técnica 102, Tacuarembó, Uruguay, p.75-82, 1998.

BERG, R.T.; WALTERS, L.E. The meat animal: changes and challenges. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.57, n.2, p.133-146, 1983.

BERMÚDEZ, R; AYALA, W. El fósforo en la producción de forraje y carne en mejoramientos. In: **Reunión de grupo técnico em forrajas del Cono Sur – Zona Campos**. Sistemas de Producción – caminos para una integración sustentable, 19. Anais ..., Mercedes, Corrientes, Argentina. p.189, 2002.

BERRETA, E.J.; RISSO, D.F.; LEVRATTO, J.C.; ZAMIT, W.S. Mejoramiento de campo natural de basalto fertilizado con nitrógeno y fósforo. In: **Seminário de actualización em tecnologías para basalto**. INIA, Serie Técnica 102, Tacuarembó, Uruguay, p.63-73, 1998.

BLACK, A.L.; WIGHT, J.R. Nitrogen and phosphorus availability in a fertilized rangeland ecosystem of the Northern Great Plains. **Journal of Range Management**: v.49, n.6, p.456-460, 1972.

BITENCOURT Jr, D.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E.P. Efeito do nitrogênio em função de combinações de adubação fosfatada, potássio e da calagem na produção de forragem em campo natural de Planossolo. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 33. Anais..., Fortaleza/CE, CD-ROM, 1996.

BOGGIANO, P.R. Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em áreas de fertilidade corrigida sob efeito da adubação nitrogenada e oferta de forragem. UFRGS, Faculdade de Agronomia, DPFA, Porto Alegre/RS. **Tese Doutorado**. 191p, 2000.

BOGGIANO, P.R.; ZANONIANI, R.; MILLOT, J.C. Respuestas del campo natural a manejos con niveles crecientes de intervención. In: **Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural**. INIA, Serie Técnica Nº 151, p.105-113, 123p, 2005.

BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. In: **Calagem e adubação de pastagens**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS) Piracicaba, p. 383-419, 1986.

BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. Porto Alegre: Instituto de Biociências. **Boletim do Instituto de Biociências**, n.56, 39p. 1997.

BOLDRINI, I.I. Introdução Geral. In: **Biodiversidade dos campos do planalto das araucárias**. Brasília: MMA, Série Biodiversidade, v.30. 240p, 2009.

BOLDRINI, I.I.; EGGERS, L.; MENTZ, L.A.; MIOTTO, S.T.S.; MATZENBACHER, N.I.; LONGHI-WAGNER, H.M.; TREVISAN, R.; SCHNEIDER, A.A.; SETÚBAL, R.B. Flora. In: **Biodiversidade dos campos do planalto das araucárias**. Brasília: MMA, Série Biodiversidade, v.30, cap.3, p.40-94, 240p, 2009.

BORTOLI, A.; ENGELMANN, A.L.; VIÉGAS, J.; SKONIESKI, F.R.; SOUZA de, I.B.; BIEGER, I.R.; BINOTTO, J.; SCHNEIDER, D.J.; ZIECH, M.F.; ROSSAROLA, G. Curva de crescimento do campo nativo da Região Sul em diferentes disponibilidades hídricas. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 43. Anais..., João Pessoa: UFPB, CD-ROM, 2006.

BRAMBILLA, D.M.; NABINGER, C.; KUNRATH, T.R.; CARVALHO, P.C.F DE.; CARASSAI, I.J.; CADENAZZI, M. Impact of nitrogen fertilization on the forage characteristics and beef calf performance on native pasture overseeded with ryegrass. . **R. Bras. Zoot.**, v.41, n.3, p.528-536, 2012.

BRASIL, N.E.T.; GONÇALVES, J.O.N.; MACEDO de, W.S dos.L. Sistemas de implantação com forrageiras de inverno. In: EMBRAPA/CNPO. **Forrageiras: coletânea das pesquisas**, Bagé/RS, v.1, p.405-409. 1987.

BROWN, H.E.; MOOT, D.J.; POLLOCK, K.M. Herbage production, persistence, nutritive characteristics and water use of perennial forages grown over 6 years on a Wakanui silt loam. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.48, n.4, p.423-439, 2005.

BULLOCK, J.M. Plant competition and population dynamics. In: **The ecology and management of grazing systems**. HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). Guilford: CAB International. p.69-100, 1996.

CARÁMBULA, M.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E.; BERMÚDEZ, R. Siembra de mejoramientos en cobertura. **Boletim de Divulgação**, 46. INIA, Uruguay. 19p, 1994.

CARASSAI, I.J.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.deF.; SANTOS dos, D.T.; FREITAS de, F.K; GONÇALVES, E.N.; SILVA da, C.E.G. Recria de cordeiras em pastagem nativa melhorada submetida à fertilização nitrogenada. 1. Dinâmica da pastagem. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.8, p.1338-1346, 2008.

CARVALHO, P.C. de F.; FISHER, V.; SANTOS dos, D.T.; RIBEIRO, A.M.L.; QUADROS de, F.L.F.; CASTILHOS, Z.S.; POLI, H.C.E.C.; MONTEIRO, L.A.G.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; JACQUES, A.V.A. Produção animal no bioma campos sulinos. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 43. Anais..., JoãoPessoa: UFPB, p.125–164, 2006.

CARVALHO, P.C. de F.; SANTOS dos, D.T.; GONÇALVES, E.N.; PINTO, C.E.; NEVES, F.P.; TRINDADE da, J.K.; B, C.; MEZZALIRA, J,C.; NABINGER, C.; JACQUES, A.V.A. Lotação animal em pastagens naturais: políticas, pesquisas, preservação e produtividade. In: **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. PILLAR, Valério de Patta... et al., Edts. Brasília: MMA, cap.16, p.214-228, 2009.

CARVALHO, P.C. de F.; ANGHINIONI, I.; KUNRATH, T.R.; MARTINS, A.P.; COSTA, S.E.V.G.A de.; SILVA da, F.D.; ASSMANN, J.M.; LOPES, M.L.T.; PFEIFER, F.M.; CONTE, O.; SOUZA de, E.D. **Integração soja-bovinos de corte no Sul do Brasil**. Boletim Técnico. Porto Alegre. 60 p. 2011.

CASTILHOS, Z.M.S de.; JACQUES. A.V.A. Pastagem natural melhorada pela sobressemeadura de trevo branco e adubação. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, v.6, n.1, p.19-25, 2000.

CASTILHOS, Z.M.S de.; MACHADO, M,D.; PINTO, M.F. Produção animal com conservação da flora campestre do bioma Pampa. In: **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. PILLAR, Valério de Patta... et al., Edts. Brasília: MMA. cap.14, p.199-205, 2009.

CASTILHOS, Z.M.S de.; NABINGER, C.; VARGAS, A.F.C da.; GOMES, M.F.A de.; PIRES, G.S da.; GOMES, R.G.A. Unidade de validação: práticas de manejo do campo nativo em área de pecuarista familiar em solo suscetível à arenização no Bioma Pampa – Porto Alegre/RS: Fepagro, **Circular Técnica**, n.27, 21p, 2011.

CHIEN, S.H.; PROCHNOW, L.I.; CANTARELLA, H. Recent developments of fertilizer production and use to improve nutrient efficiency and minimize environmental impacts. **Advances in Agronomy**, v.102, p.267-322, 2009.

CÓRDOVA, U.A.; PRESTES, N.P.; SANTOS, O.V.; RAMOS, C.I. Validação da tecnologia de melhoramento de pastagens naturais no Planalto Sul de Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. CAV/UEDESC. Lages, v.11, n.1, p.54-62, 2012.

CORREA, D.A do.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; FONTANELI, R.S. Efeito da fertilização nitrogenada na produção e composição química de uma pastagem natural. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.1, p.17-23, 2006.

CRAWFORD, A.E.; GOURLEY, C.J.P. Pasture responses to lime over five years are limited and variable. **Australian Agronomy Conference**, 10. Proceedings..., Hobart, Tasmania. Session 3, p.1130-1300, 2001.

CUNHA, M.K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA Jr, P.; SIEWERDT, F. Doses de nitrogênio e enxofre na produção e qualidade da forragem de campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **R. Bras. Zootec.**, v.30, n.3, p.651-658, 2001.

DABAAN, M.E.; MAGADLELA, A.M.; BRYAN, W.B.; ARBOGAST, B.L.; PRIGGE, E.C.; FLORES, G.; SKOUSEN, J. Pasture development during brush clearing with sheep and goats. **Journal of Range Management**: v.50, n.2, p.217-221, 1997.

Da SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: **Simpósio sobre Manejo de Pastagens – A planta forrageira no sistema de produção**, 17. Anais..., Piracicaba/SP: FEALQ, p.71-88, 2000.

DELFINO, D.O.; RIVERO, L.D.; PIZZIO, M.R.; FERNÁNDEZ, J.G. Validacion de la fertilizacion fosfórica em campos de productores de Curuzú Cuatia – Corrientes. In: **Reunión de grupo tecnico em forrajas del Cono Sur – Zona Campos**. Sistemas de Produccion – caminos para una integración sustentable, 19. Anais ..., Mercedes, Corrientes, Argentina. p.258, 2002.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**. Cambridge, v.58, n.3, p.593-607, 1999.

DEVINCENZI, T.; NABINGER, C.; CARDOSO, F.F.; NALÉRIO, É.S.; CARASSAI, I.J.; FEDRIGO, J.K.; TAROUCO, J.U.; CARDOSO, L. L. Carcass characteristics and meat quality of Aberdeen Angus steers finished on different pastures. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.4, p.1051-1059, 2012.

DOBSON, J. W.; BEATY, E.R. Contributions of white clover to the N, P and Ca concentration of perennial grasses. **Journal of Range Management**: 33(2), p.107-110, 1980.

DORMAAR, J.F.; WILLMS, W.D. A comparison of soil chemical characteristics in modified rangeland communities. **Journal of Range Management**: 53(4), p.453-458, 2000.

DOYLE, C.J.; TOPP, C.F.E. The economic opportunities for increasing the use of forage legumes in north European livestock systems under both conventional and organic management. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v.19, n.01, p.15-22, 2004.

ELEJALDE, D.A.G. Interface planta-animal em função da intensidade de aplicação de insumos em pastagem natural. UFRGS, Faculdade de Agronomia, DPFA, Porto Alegre/RS. **Tese Doutorado**. 145p, 2011.

ELEJALDE, D.A.G.; NABINGER, C.; PASCUAL, M.G.C.; FERREIRA, E.T.; MISSIO, R.L.; KUNRATH, T.R.; DEVINCENZI, T.; CARDOSO, R.R. Quality of the forage apparently consumed by beef calves in natural grassland under fertilization and oversown with cool season forage species. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.6, p.1360-1368, 2012.

ENSER, M.; HALLET, K.G.; HEWETT, B.; FURSEY, G.A.; WOOD, J.D.; HARRINGTON, G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**. Barking, v.49, n.3, p.329-341. 1998.

ERNANI, P.R.; NASCIMENTO, J.A.L., CAMPOS, M.L.; CAMILLO, R.,J. Influência da combinação de fósforo e calcário no rendimento de milho. **R. Bras. Ci. Solo**. v.24, n.3, p.537-544, 2000.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Ameliorating soil acidity of tropical Oxisols by liming for sustainable crop production. **Advances in agronomy**, v.99, p.345-399, 2008.

FAVORETTO, V.; REIS, R.A.; VIEIRA, P.F de.; MALHEIROS, E.B. Efeito da adubação nitrogenada ou de leguminosas no ganho de peso vivo de bovinos em pastagens de capim-colonião. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.20, n.4, p.475-482, 1985.

FEDRIGO, J.K. Diferimento e fertilização de pastagem natural em neossolo de basalto na Campanha do Rio Grande do Sul. UFRGS, Faculdade de Agronomia, DPFA, Porto Alegre/RS. **Dissertação Mestrado**. 84p, 2011.

FEDRIGO, J.K.; NABINGER, C.; FETT, P.M.; KUNRATH, T.R.; BIDONE, N. B de.; SILVA, C.E.G da.; GUERRA, E. Fertilização outonal de pastagem nativa diferida sobre solos rasos. **Revista de la Facultad de Agronomia**, UNLPam, v.22, Serie sulp. 2. Congreso de Pastizales. Anais..., 6300 Santa Rosa, Argentina – ISSN 2314-2669 (online), Argentina, 2013.

FERREIRA, E.T.; NABINGER,C.; FREITAS de, A.K.; ELEJALDDE, D.A.G.; CARASSAI, I.J.; CARASSAI, I.J.; GORELIK, D.; SCHMITT, F.; TISCHLER, M.R. Influência da adubação e introdução de espécies hibernais sobre parâmetros produtivos de uma pastagem natural na fronteira Oeste do RS. In: **Reunion Del Grupo Técnico em Forrajas del Cono Sul – Innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad**, 22. Anais..., Minas, Uruguay. ISBN: 978-9974-38-258-9, CD-ROM: 123, 2008a.

FERREIRA, E.T.; NABINGER,C.; FREITAS de, A.K.; ELEJALDDE, D.A.G.; SCHMITT, F.; BRAMBILLA, D.M. Melhoramento do campo nativo: tecnologias e o impacto no sistema de produção. In: **Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos. Ênfase: bovinos de corte - princípios produtivos biotécnicas e gestão**. 13. Anais..., ULBRA, Canoas/RS, p.27-88, 136p, 2008b.

FERREIRA, E.T.; NABINGER,C.; FREITAS de, A.K.; ELEJALDDE, D.A.G.; FREITAS de, A.K.; CARASSAI, I.J.; SCHMITT, F. Fertilization and oversowing on natural grassland: effects on pasture characteristics and yearling steers performance. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.9, p.2039-2047, 2011.

FLORES, J.P.C.; CASSOL, L.C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F de. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v.32, n.6, p.2385-2396, 2008.

FOLEY, J.A.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F.S.; COE, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E.A.; KUCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; PRENTICE, I.C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P.K. Global consequences of land use. **Science**, v.309, n.5734, p.570-574, 2005.

FONSECA da, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; SANTOS, M.E.R. Adubação de pastagens: inovações e perspectivas. In: **ZOOTEC – Congresso Brasileiro de Zootecnia: Inovações Tecnológicas e Mercado Consumidor**, 21. Anais..., Maceió/AL, UFAL-ABZ, CD-ROM, 2011.

FORMOSO, D.; COLUCCI, P.E. Productividad de mejoramientos de campo natural em Cristalino Central, Uruguay. In: **Reunion Del Grupo Técnico em Forrajas del Cono Sul - Innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad**, 22. Anais..., Minas, Uruguay. ISBN: 978-9974-38-258-9, 167, 2008.

FREITAS de, A.K. Perfil de ácidos graxos da vegetação e da carne bovina produzida no Bioma Pampa. UFRGS, Faculdade de Agronomia, DPFA, Porto Alegre/RS. **Tese Doutorado**. 206p, 2010.

GARAGORRY, F.C.; QUADROS de, F.L.F.; TRAVI, M.E.L.; BANDINELLI, D.G.; FOUTOURA Jr., J.A.; MARTINS, C.E.N. Produção animal em pastagem natural e pastagem sobre-semeada com espécies de estação fria com e sem o uso de glyphosate. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá/PR, v.30, n.2, p.127-134, 2008.

GATIBONI, L.G.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J.B.R.; BRUNETTO, G.; SAGGIN, A.; FLORES, J.P.C. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.35, n.8, p.1663-1668, 2000.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G. Superphosphate and rock phosphates as P-source for grass-clover pasture on a limed acid soil of Southern Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.34, n.17-18, p.2503-2514, 2003.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.43, n.8, p.1085-1091, 2008.

GATIBONI, L.G.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J.B.R.; AQUINO, J.E.R. Efeito da adubação fosfatada e da calagem sobre a qualidade bromatológica da forragem de pastagem natural com introdução de espécies forrageiras de inverno. **R. Bras. Agrociência**. Pelotas/RS, v.14, n.3-4, p.125-134, 2008.

GILLINGHAM, A.G.; MORTON, J.D.; GRAY, M.H. Pasture responses to phosphorus and nitrogen fertilisers on east coast hill country: 2. Clover and grass production from easy slopes. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.51, n.2, p.85-97, 2008.

GOH, K.M.; BRUCE, G.E. Comparison of biomass production and biological nitrogen fixation of multi-species pastures (mixed herb leys) with perennial ryegrass-white clover pasture with and without irrigation in Canterbury, New Zealand. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. n.110, p.230-240, 2005.

GOMES, K.E., QUADROS, F.L.P., VIDOR, M.A, DALL'AGNOL, M. RIBEIRO, A M.L. Zoneamento das pastagens naturais do Planalto Catarinense. In: **Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Rurais das Áreas Tropical e Subtropical**, 11. Anais..., Grupos Campos, Lages-SC, EMPASC, 1990. p.304-312, 1989.

GOMES, L.H. Produção animal de uma campo nativo melhorado submetido a fertilização nitrogenada. UFRGS, Faculdade de Agronomia, DPFA, Porto Alegre/RS. **Dissertação Mestrado**. 93p, 2000.

GONÇALVES, J.O.N. As principais forrageiras de ocorrência natural no Rio Grande do Sul. In: **SEMINÁRIO SOBRE PASTAGENS “De que pastagens precisamos”**, 1980, Porto Alegre. Anais... PortoAlegre: FARSUL, p.59-73, 1980.

GOURLEY, C.J.P.; SALE, P.W.G. Chemical and physical amelioration of subsoils has limited production benefits for perennial pastures in two contrasting soils. **Soil and Tillage Research**, v.144, p.41-52, 2014.

GRAVES, M.E.; McLEAN, N.; JONES, G.; MARTIN, R.C. Pasture and sheep performance response to sod-seeding red clover (*Trifolium pratense* L.) or white clover (*Trifolium repens* L.) into naturalized pastures in eastern Canada. **Animal Feed Science and Technology**, 177, p.7-14, 2012.

GUEVARA, J.C; STASI, C.R.; ESTEVEZ, O.R.; LE HOUÉROU, H.N. N and P fertilization on rangeland production in Midwest Argentina. **Journal of Range Management**. 53, (4), p.410-414, 2000.

GUMA, J.M.C.R. Produção animal em pastagem nativa diferida e adubada com nitrogênio, no outono-inverno. UFRGS, Faculdade de Agronomia, DPFA, Porto Alegre/RS. **Dissertação Mestrado**. 67p, 2005.

HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A. Acumulação de forragem e material morto em pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo em relação às queimadas. **R. Bras. Zootec.** v.31, n.2, p.599-604, 2002a.

HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A. Nutrientes no mantilho em pastagem nativa sob distintos manejos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.841-847, 2002b.

HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, M. Características de um latossolo vermelho sob pastagem natural sujeita à ação prolongada do fogo e de práticas alternativas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.309-314, 2002.

HODGSON, J. **Grazing management. Science into practice**. Longman Group UK Ltd., 203p, 1990.

HOPKINS, A.; WILKINS, R.J. Temperate grassland: key developments in the last century and future perspectives. **The Journal of Agricultural Science**, v.144, n.6, p.503-523, 2006.

HOVELAND, C.S. Achievements in management and utilization of southern grassland. **Journal of Range Management**. 53(1), p.17-22, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de Santa Catarina 1995-1996**. RiodeJaneiro, 1996.

JACQUES, A.V.A. Melhoria de pastagens naturais: Introdução de espécies de estação fria. In: **Campo Nativo: Melhoramento e Manejo**. Esteio, RS, FEDERACITE IV, p. 24-31, 1993.

JACQUES, A.V.A.. A queima das pastagens naturais – efeitos sobre o solo e a vegetação. **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.177-181, 2003.

JACQUES, A.V.A.; HERINGER, I.; SCHEFFER-BASSO, S.M. Aspectos do manejo e melhoramento da pastagem nativa. In: **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. PILLAR, Valério de Patta... et al., Edts. Brasília: MMA, cap.18, p.237-247, 2009.

JACQUES, A. V. A.; & NABINGER, C. Estudo da vegetação campestre e de alternativas sustentáveis para a prática das queimadas de pastagens naturais na região dos Campos de Cima da Serra. In: **As pastagens nativas gaúchas**. 11, Federacite. p.55-83. 122p, 2003.

JAURENA, M.; GIORELLO, D.; GOMAR, E.P.; CARMO do, M.; CARDOZO, G. Efectos de corto plazo de interacción riego-fertilización en la producción y composición de un campo natural de basato en Uruguay. **Revista de la Facultad de Agronomía, UNLPam**, v.22, Serie sulp. 2. Congreso de Pastizales. Anais..., 6300 Santa Rosa, Argentina – ISSN 2314-2669 (online), Argentina, 2013.

JONES, R.J. Phosphorus and beef production in northern Australia. 1. Phosphorus and pasture productivity – a review. **Tropical Grasslands**, v.24, p.131-139, 1990.

KAMINSKI, J.; SANTOS dos, D.R.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; SILVA da, L.S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um argissolo sob pastagem natural. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:573-580, 2005.

LAJÚS, C.A.; SIEWERDT, L.; SIEWERDT, F. Campo natural de planossolo: efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca, proteína bruta, teor e extração de macrominerais. **R. Bras. Agrociência**. Pelotas/RS, v.2, n.1, p.45-50, 1996.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) The ecology and management of grazing systems. Guilford: CAB International, p.3-36, 1996.

LEMAIRE, G.; WILKINS, R.; HODGSON, J. Challenges for grassland science: managing research priorities. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n.108, p.99-108, 2005.

LEUNG, K.; BOTTOMLEY, P.J. Influence of phosphate on the growth and nodulation characteristics of *Rhizobium trifolii*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.53, n.9, p.2098-2105, 1987.

LOYDI, A.; ECKSTEIN, R.L.; OTTE, A.; DONATH, T.W. Effects of litter on seedling establishment in natural and semi-natural grasslands: a meta-analysis. **Journal of Ecology**, v.101, n.2, p.454-464. 2013.

LI, G.D.; LODGE, G.M.; MOORE, G.A.; CRAIG, A.D.; DEAR, B.S.; BOSCHMA, S.P.; ALBERTSEN, T.O.; MILLER, S.M.; HARDEN, S.; HAYES, R.C.; HUGHES, S.J.; SNOWBALL, R.; SMITH, A.B.; CULLIS, B.C. Evaluation of perennial pasture legumes and herbs to identify species with high herbage production and persistence in mixed farming zones in southern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, n.4, p.449-466, 2008.

MACHADO, A.N.; SIEWERDT, L.; VAHL, L.C.; FERREIRA, O.G.L. Estabelecimento e produção de amendoim-forrageiro em campo natural de planossolo, sob diferentes níveis de fósforo e potássio. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.11, n.4, p.461-466, 2005.

MAGNANTI, N.J.; ALMEIDA, M.; MAFRA, Á.L. Desempenho do fosfato natural alvorada comparado ao superfosfato triplo na introdução de pastagem perene de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, p.133-144, 2005.

MARASCHIN, G.E. Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do Sul do Brasil. In: **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. PILLAR, Valério de Patta... et al., Edts. Brasília: MMA, cap.19, p.248-259, 2009.

MARTINAZZO, R.; SANTOS dos, D.R.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto em resposta à adição de fosfato solúvel. **R. Bras. Ci. Solo**, v.31, p.563-570, 2007.

MAS, C. Mejoramientos extensivos: antecedentes. In: **Mejoramientos extensivos en la Región Este**. Resultados Experimentales. Treinta y Tres, INIA. - Estacion Experimental del Este. Uruguay, p.01-11, 1992.

MAZZA, L.M de.; MOTTA, A.C.V.; MORAES de, A.; VEZZANI, F.M.; ADAMI, P.F.; RABEL, D.O de. Forage yield and quality on soil subjected to phosphorus rates in subtropical grassland of Brazil. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.5, p.1100-1109, 2012.

McCASKILL, M.; QUIGLEY, P. Fertilising pastures. **Greener pastures for South West Victoria**. Victorian Dep. of Primary Industries, Hamilton, Australia. Chapter 5, p.43-52, 2006.

MEZZALIRA, J.C.; SOARES, A.B.; BUENO, E.A.C.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; FONSECA, L. Campo nativo melhorado com adubação e introdução de leguminosas. In: **Reunião do Grupo em Forrageiras do Cone Sul** – Desafios e oportunidades do bioma campos frente à expansão e intensificação agrícola, 21. Anais..., Pelotas/RS, v.2, CD-ROM, Embrapa Clima Temperado. Documentos, 166. ISSN: 1516-8840, 4-27, 2006.

NABINGER, C. Técnicas de Melhoramento de Pastagens Naturais no Rio Grande do Sul. In: **SEMINÁRIO SOBRE PASTAGENS "DE QUE PASTAGENS NECESSITAMOS"**, Porto Alegre, Anais...Porto Alegre, FARSUL. p.28-58, 1980.

NABINGER, C. Alguns princípios fundamentais que regem a produção do pasto e sua transformação em produto animal através do pastejo **In: Práticas para aumentar a eficiência dos campos naturais do Planalto Catarinense**. Epagri/Amures/Faesc-Senar, Apostila do 3º Curso sobre Melhoramento de Campo Nativo para Técnicos. Lages, SC, p.19–21. 2004.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropical brasileiro. In: **Simpósio de forrageiras e produção animal**. Ênfase: Importância e potencial produtivo da pastagem nativa, 1. Anais..., Porto Alegre/RS, UFRGS-DPFA. Canoas: Ed. ULBRA. p.25-75, 160p, 2006.

NABINGER, C.; CARVALHO, P.C. de F. Avanços no manejo do pasto para a produção bovina. In: **Jornada Técnica em Sistemas de Produção de Bovinos de Corte e Cadeia Produtiva-A pecuária que dá certo: Conhecimento+Tecnologia+Atitude=Lucro**, 3. Anais..., UFRGS, Porto Alegre/RS. p.21-70, 115p, 2008.

NABINGER, C.; FERREIRA, E.T.; FREITAS, A.K.; CARVALHO, P.C. de F.; SANT'ANNA, D.M. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. PILLAR, Valério de Patta... et al., Edts. Brasília: MMA, cap.13, p.175-198, 2009.

NAZARCO, O. Sod seeding - Seeding forages into existing stands using minimal tillage. Winnipeg. **Manitoba Forage Council**. Canada. 39p, 2008.

NIE, Z.N.; ZOLLINGER, R.P. Impact of deferred grazing and fertilizer on plant population density, ground cover and soil moisture of native pastures in steep hill country of southern Australia. **Grass and Forage Science**, v.67, n.2, p.231-242, 2012.

O'CONNOR, M.B.; HUNT, B.J. Use of capital fertiliser and lime to improve pasture production in Northland. **New Zealand Grassland Association**, 57. Proceedings..., p.139-144, 1996.

OLFF, H. Effects of light and nutrient availability on dry matter and N allocation in six successional grassland species. **Oecologia**, n.89, p.412-421, 1992.

OLIVEIRA de, L.B.; PITIRINI, D.A.; TIECHER, T.; QUADROS de, F.L.F.; SANTOS dos, D.R. Fósforo microbiano no solo sob pastagem natural afetada pelos distúrbios fogo e pastejo. In: **ZOOTEC – Congresso Brasileiro de Zootecnia: Visão estratégica de cadeias do agronegócio**. Anais..., 19, Águas de Lindóia/SP, FZEA/USP-ABZ, CD-ROM, 2009.

OLIVEIRA de, L.B.; TIECHER, T.; QUADROS de, F.L.F.; SANTOS dos, D.R. Fósforo microbiano em solos sob pastagem natural submetida à queima e pastejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.35, n.5, p.1509-1515, 2011.

OLMOS, F.; FRANCO, J.; SOSA, M. Impacto de las prácticas de manejo en la productividad y diversidad de pasturas naturales. In: **Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural**. INIA, Serie Técnica N° 151, p.93-103, 123p, 2005.

PALLARÉS, O.R.; BERRETA, E.J.; MARASCHIN, G.E. The south american campos ecosystem. In: **Grasslands of the world**. Suttie, J.; Reynolds, S.G.; Batello, C. (Eds.). FAO, Chapter 5, p.171-219, 2005.

PALMA, R.R.; RODRÍGUES, T.; ANDIÓN, J.; VERGNES, P. Fertilización de campo natural: respuesta en producción de forraje. In: **Reunion Del Grupo Técnico em Forrajas del Cono Sul – Innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad**, 22. Anais..., Minas, Uruguay. ISBN: 978-9974-38-258-9, CD-ROM: 98, 2008a.

PALMA, R.R.; RODRÍGUES, T.; ANDIÓN, J.; VERGNES, P. Fertilización de campo natural: respuesta en producción animal. In: **Reunion Del Grupo Técnico em Forrajas del Cono Sul – Innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad**, 22. Anais..., Minas, Uruguay. ISBN: 978-9974-38-258-9, CD-ROM: 99, 2008b.

PANDOLFO, C.M.; SHERER, E.E.; VEIGA da, M. Atributos químicos do solo e resposta das culturas à calagem superficial no sistema de plantio direto. Florianópolis: **Epagri. Boletim Técnico, N° 158**, 38p, 2013.

PELLEGRINI de, L.G.; NABINGER, C.; NEUMANN, M.; CARVALHO, P.C. de F.; CRANCIO, L.A. Produção de forragem e dinâmica de uma pastagem natural submetida a diferentes métodos de controle de espécies indesejáveis e à adubação. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.11, p.2380-2388, 2010.

PEOPLES, M.B.; LILLEY, D.M.; BURNETT, V.F.; RIDLEY, A.M.; GARDEN, A.M. Effects of surface application of lime and superphosphate to acid soils on growth and N₂ fixation by subterranean clover in mixed pasture swards. **Soil Biology and Biochemistry**. v.27, n.4/5, p.663-671, 1995.

PEOPLES, M.B.; BALDOCK, J.A. Nitrogen dynamics of pastures: nitrogen fixation inputs, the impact of legumes on soil nitrogen fertility, and the contributions of fixed nitrogen to Australian farming systems. **Animal Production Science**, v.41, n.3, p.327-346, 2001.

PIZZANI, R.; ROSSATO, O.B.; SCHAEFER, G.L.; SILVA da, L.S.; LOVATO, T. Oferta de forragem de um campo nativo submetido à calagem e adubação. **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo – Conquistas & desafios da ciência do solo brasileira**, 31. Anais..., Gramado/RS, 2007.

POOZESH, V.; CASTILLON, P.; CRUZ, P.; BERTONI, G. Re-evaluation of the liming-fertilization interaction in grasslands on poor and acid soils. **Grass and Forage Science**, v.65, n.2, p.260-272, 2010.

PRESTES, N.E.; JACQUES, A.V.A. Sobressemeadura do cornichão (*Lotus corniculatus* L.) cv. São Gabriel em pastagem natural – diferimento e adubação. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. CAV/UDESC. Lages, v.1, n.2, p.73-81,2002.

PRESTES, N.E.; CÓRDOVA, U.A de. Introdução de espécies em campos naturais. In: **Melhoramento e manejo de pastagens naturais no Planalto Catarinense**. Florianópolis: Epagri, cap.2, p.107-173. 274p. 2004.

QUADROS de, F.L.F.; TRINDADE, J.P.P.; BORBA, M. A abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. In: **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. PILLAR, Valério de Patta...et al., Edts. Brasília: MMA, cap.15, p. 206-213. 2009.

RISSO, D.F.; CUADRO, R.; MORÓN, A. Respuesta de un mejoramiento a diferentes estrategias de fertilización fosfatada em Basalto. In: **Reunion Del Grupo Técnico em Forrajeiras del Cono Sur - Innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad**. 22, Anais..., Minas, Uruguay. ISBN: 978-9974-38-258-9, 119, 2008.

RITTER,W.;SORRENSON,W.J. **Produção de bovinos no Planalto Catarinense, Brasil: situação atual e perspectivas**. Eschborn: GTZ, 172p, 1985.

RIZO, L.M.; MOOJEN, E.L.; QUADROS de, F.L.F.; CÔRREA, F.L.; FONTOURA Jr, J.A.; Desempenho de pastagem nativa e pastagem sobre-semeada com forrageiras hibernais com e sem glifosato. **Ciência Rural**, v.34. n.6, p.1921-1926, 2004.

RHEINHEIMER, D.S dos.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.C.; GATIBONI, L.C. Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:797-805, 2000.

RHEINHEIMER, D.S dos.; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Mitos e verdades sobre o uso de fosfatos naturais na agroecologia. **Nota Técnica Nº 1**. UFSM, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos. Santa Maria/RS. 2001.

ROCHON, J.J.; DOYLE, C.J.; GREEF, J.M.; HOPKINS, A.; MOLLE, G.; MOLLE, G.; SITZIA, M.; SCHOLEFIELDS, D.; SMITH, C.J. Grazing legumes in Europe: a review of their status, management, benefits, research needs and future prospects. **Grass and Forage Science**, v.59, n.3, p.197-214, 2004.

SALLIS, M. G da.; SIEWERDT, L. Combinação entre N, P, K e calcário na produtividade de matéria seca e proteína bruta da forragem de campo natural de planossolo. **R. Bras. Agrociência**. Pelotas/RS, v.6, n.2, p.157-162, 2000.

SANTANA, G.S.; DICK, D.P.; JACQUES, A.V.A.; CHITARRA, G.D.S. Substâncias húmicas e suas interações com Fe e Al em latossolo subtropical sob diferentes sistemas de manejo de pastagem **R. Bras. Ci. Solo**, v.35, n.2, p.157-160, 2011.

SANT'ANNA, D.M.; NABINGER, C. Adubação e implantação e forrageiras de inverno em campo nativo. In: **Simpósio de forrageiras e produção animal, 2**. Ênfase: Sustentabilidade produtiva do Bioma Pampa. Anais..., Porto Alegre/RS, UFRGS-DPFA. p.123-156, 156p. 2007.

SANTOS dos, D.T.; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C.; CARASSAI, I.J.; GOMES, L.H. Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.437-444, 2008.

SANTOS dos, O.V. Análise econômica e custos de implantação de pastagens nativas melhoradas. **In: Práticas para aumentar a eficiência dos campos naturais do Planalto Catarinense**. Epagri/Amures/Faesc-Senar, Apostila do 3º Curso sobre Melhoramento de Campo Nativo para Técnicos. Lages, SC, p.88-90. 2004.

SANZONOWICZ, C; GOEDERT, W.J. Uso de fosfatos naturais em pastagem. In: **Simpósio sobre manejo da pastagem**, 7. Anais..., Piracicaba/SP, 1984. FEALQ, p.235-267, 270p, 1985.

SBRISSIA, A.F.; Da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 38. Anais..., Piracicaba/SP, p.731-754, 2001.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; SCHERER, C.V.; ELLWANGER, M.F de. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.2, p.221-227, 2008.

SCHLUETER, D; TRACY, B. Sowing method effects on clover establishment into permanent pasture. **Agronomy Journal**, v.104, n.5, p.1217-1222, 2012.

SCHOLL, J.M.; LOBATO, J.F.P.; BARRETO, I.L. Improvement of pastures by direct seeding into native grass in Southern Brazil with oats, and with nitrogen supplied by fertilizer or arrowleaf clover. **Turrialba**, San José, v.26, n.2, p.144-149, 1976.

SIEWERDT, L.; NUNES, A.P.; SILVEIRA Jr.,P. Efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da matéria seca de um campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **R. Bras. Agrociência**. Pelotas/RS, v.1, n.3, p.157-162, 1995.

SIEWERDT, L.; FERREIRA, G.L.; BITENCOURT Jr., D. Rendimento forrageiro de campo natural de planossolo em função de doses e épocas de adubação nitrogenada relacionadas ao corte anterior. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 43. Anais..., João Pessoa: UFPB, CD-ROM, 2006.

SILVERTOWN, J.; LINES, C.E.M; DALE, M.P. Spatial Competition between grasses - rates of mutual invasion between four species and the interaction with grazing. **Journal of Ecology**, v.82, p.31-38. 1994.

SIMPSON, R.J.; OBERSON, A.; CULVENOR, R.A.; RYAN, M.H.; VENEKLAAS, E.J.; LAMBERS, H.; LYNCH, J.P.; RYAN, P.R.; DELHAIZE, E.; SMITH, F.A.; SMITH, S.E.; HARVEY, P.R.; RICHARDSON, A.E. Strategies and agronomic interventions to improve the phosphorus-use efficiency of farming systems. **Plant and Soil**, v.349, n.1-2, p.89-120, 2011.

SMITH, C.J.; PEOPLES, M.B.; KEERTHISINGHE, G.; JAMES, T.R.; GARDEN, D.L.; TUOMI, S.S. Effects of surface applications of lime, gypsum and phosphogypsum on alleviating of surface and subsurface acidity in a soil under pasture. **Aust. J. Soil Res.**, 32, 995-1008, 1994.

SOARES, A.B.; MEZZALIRA, J.C.; BUENO, E.A.C.; ZOTTI, C.F.; TIRELLI, L.A.; CASSOL, L.C.; MARECENIUK, L.V.; ADAMI, P.F.; SARTOR, L.R. Efeitos de diferentes intensidades de pastejo em pastagem nativa melhorada sobre o desempenho animal. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.1, p.75-83, 2006.

SOUZA de, I.B. Respostas de pastagem natural, localizada em área da Depressão Central do Rio Grande do Sul, à adubação e à disponibilidade hídrica. PPGZootecnia/Centro de Ciências Agrárias/UFSM/RS, **Dissertação de Mestrado**, 98p, 2008.

SPIEGELBERGER, T.; DELÉGLISE, C.; DEDANIELI, S.; BERNARD-BRUNET, C. Resilience of acid subalpine grassland to short-term liming and fertilization. **Agriculture, ecosystems & environment**, v.137, n.1, p.158-162, 2010.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª Edição. Porto Alegre: Artmed, ISBN 85-363-0291-7, 719p. 2004.

TAUBE, F.; GIERUS, M.; HERMANN, A.; LOGES, R.; SCHÖNBACH, P. Grassland and globalization—challenges for north-west European grass and forage research. **Grass and Forage Science**, v.69, n.1, p.2-16, 2014.

THOM, E.R.; FRASER, T.J.; HUME, D.E. Sowing methods for successful pasture establishment - a review. In: **Pasture Persistence Symposium. Grassland Research and Practice Series**, 15. Proceedings..., p.31-38, 2011.

THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H.J.; PANDOLFO, C.; SILVA Jr, V.P.; BACIC, I.Z.; LAUSNETO, J.; SOLDATELLI, D.; GEBLER, E.F.; DALLEORE, J. de; SUSKI, P.P. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina**; 01/99. Florianópolis: Epagri, CD-ROM, 1999.

TIECHER, T.; OLIVEIRA, L.B.; RHEINHEIMER, D.S dos.; QUADROS de, F.L.F.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Phosphorus application and liming effects on forage production, floristic composition and soil chemical properties in the Campos Biome, southern Brazil. **Grass and Forage Science**. v.69, n.4, p.567-579, 2014.

VICCINI, R.; ASSMANN, T.S.; SOARES, A.B.; ASSMANN, A.L.; RUOSO, A.; CAMBRUZZI, M.A.; BUENO, E.A.C.; ASSMANN, J.M. Efeito de massa de forragem sobre atributos químicos de um cambissolo sob vegetação de campo nativo melhorado no Sul do Brasil. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 41. Anais..., Campo Grande/MS, CD-ROM, FORR 421, 2004.

VIDOR, M.A.; JACQUES, A.V.A. Comportamento de uma pastagem sobressemeada com leguminosas de estação fria e avaliada sob condições de corte e pastejo. 1. Disponibilidade de matéria seca, matéria orgânica digestível e proteína bruta. **R. Bras. Zootec.**, v.27, n.2, p.267-271, 1998.

WRAGE, N.; STRODTHOFF, J.; CUCHILLO, H.M. Phytodiversity of temperate permanent grasslands: ecosystem services for agriculture and livestock management for diversity conservation. **Biodiversity and Conservation**, v.20, n.14, p.3317-3339, 2011.

WEIRICH NETO, P.H.; CAIRES, E.F.; JUSTINO, A.; DIAS, J. Correção da acidez do solo em função de modos de incorporação de calcário. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v.30, n.2, p.257-261, 2000.

WHALEN, J.K.; WILLMS, W.D.; DORMAAR, J.F. Soil carbon, nitrogen and phosphorus in modified communities. **Journal of Range Management**. 56(6), p.665-672, 2003.

WHEELER, D.M.; O'CONNOR, M.B. Why do pastures respond to lime? **New Zealand Grassland Association**. Proceedings..., 60, p.57-61, 1998.

WILTSHIRE, K.; DELATE, K.; WIEDENHOEFT, M.; FLORA, J. Incorporating native plants into multifunctional prairie pastures for organic cow-calf operations. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v.26, n.02, p.114-126, 2011.

ZANONIANI, R.A. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. **Agrociência**, v.14, n.3, p.26-30, 2010.

3 - CAPÍTULO I:

RESPOSTA DE UMA PASTAGEM NATURAL À APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE DIFERENTES NÍVEIS DE CALCÁRIO E FÓSFORO

3.1 RESUMO

Em Santa Catarina, as pastagens naturais se constituem na base alimentar dos rebanhos da pecuária de corte. Nos últimos anos, estas vêm sofrendo severa substituição por outras atividades, florestais e/ou agrícolas, em função dos baixos indicadores produtivos que ora proporcionam, resultado dos baixos níveis de fertilidade natural dos solos da região. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas produtivas de um campo nativo submetido a níveis de calcário e fósforo. Para tanto, foi conduzido um experimento de janeiro de 2010 a dezembro de 2013, em área de campo nativo a 1.140 metros de altitude. Os tratamentos consistiram na aplicação superficial de calcário nos níveis de 0,0; 7,2 e 14,4 t ha⁻¹; e fósforo, na forma de SFT, nos níveis de 0; 35; 70 e 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com 3 repetições. Os níveis de calcário foram distribuídos na parcela principal e as doses de P nas subparcelas. Não houve interação significativa (P>0,10) entre os tratamentos de calcário e fósforo. A elevação dos níveis de calcário aumentou a produção de forragem somente a partir do 3º ano. Neste ano a resposta foi linear (P≤0,10), com valor máximo de produção de 1.182,3 kg MS ha⁻¹, com 14,4 t de calcário ha⁻¹, e quadrática (P≤0,05) no quarto ano, com 2.316,1 kg MS ha⁻¹, com 7,2 t de calcário ha⁻¹. Houve diferença estatística às aplicações de P a partir do segundo ano, sendo a maior produção de forragem obtida no quarto ano, com nível de 140 kg P₂O₅ ha⁻¹ produzindo 2.232,8 kg MS ha⁻¹. O calcário em superfície promoveu alterações positivas até a camada de 15-20cm de profundidade. No entanto, as de maior relevância concentraram-se até 10cm. De 0-5cm, 14,4 t de calcário ha⁻¹, elevaram o pH de 4,77 para 6,45, o Al reduziu de 2,51 para 0,0 cmol_c kg⁻¹ e a saturação por bases aumentou de 31,34 para 84,17%. Com o P, acréscimos importantes em seu teor limitaram-se principalmente até 5cm, que com 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, de 4,33, com 0 P₂O₅ ha⁻¹, para 11,41

mg kg⁻¹.Aplicação de calcário de 25% (7,2 t ha⁻¹) da dose recomendada, associada com dose de fósforo de 50% da recomendação (70 kg P₂O₅ ha⁻¹), já potencializam a produção de forragem em pasto natural com predomínio de *Schizachirium tenerum*.

Palavras-chave: Campo nativo. Fertilidade. Doses. Calcário. Fósforo.

3.2 ABSTRACT

In Santa Catarina, the natural pastures constitute the main source of food for beef cattle. In the last years, these have suffered severe replacement by other activities, forestry and/or agricultural, due to low productivity indices. Thus, the aim of this work was to evaluate the productivity responses of a natural pasture submitted to levels of lime and phosphorus. The experiment was conducted from January 2010 to December 2013. The treatments consisted of surface lime application in the levels of 0,0; 7,2 and 14,4 t ha⁻¹; and phosphorus in the form of triple superphosphate, the levels of 0; 35; 70 and 140 kg ha⁻¹ of P₂O₅. The experimental design was a randomized block design in a split-plot arrangement 3x4, with three replications. Limestone levels were distributed in the main plots and P in the subplots. There was no interaction (P>0.10) between the limestone and phosphate treatments. Increasing limestone levels led to significant increases in forage production only from the 3rd year. This year the response was linear (P≤0.10), with a maximum production of 1.182,3 kg DM ha⁻¹, with 14,4 t ha⁻¹ lime, and quadratic in the fourth year, with 2.316,1 kg DM ha⁻¹, with 7,2 t ha⁻¹ lime. There was statistical difference at P applications from the second year, with a greater forage yield obtained in the fourth, with a level of 140 kg P₂O₅ ha⁻¹ producing 2.232,8 kg DM ha⁻¹. The lime surface produced positive changes in the soil layer of 15-20cm deep.. For 0-5cm, 14,4 t ha⁻¹ lime, increased pH of 4,77 to 6,45, Al decreased from 2,51 to 0,0 cmol_c kg⁻¹ and bases saturation increased from 31,34 to 84,17%. With P, adds significant strength mainly in their limited up to 5 cm, than with 140 kg ha⁻¹ P₂O₅, of 4,33, with zero kg P₂O₅ ha⁻¹, to 11,41 mg kg⁻¹. Levels of limestone of 25% of recommended dose, associated with phosphorus dose of 50% of recommendation potencialize herbage production in natural pasture with predominant *Schizachirium tenerum* species.

Key words: Natural pasture. Fertility. Levels. Lime. Phosphorus

3.3 INTRODUÇÃO

As pastagens naturais de Santa Catarina estão distribuídas em nove tipos fisionômicos (GOMES et al., 1989), que até quase 30 anos totalizavam cerca de 1.325.000 ha (IBGE, 1996). Cerca de 60% deste total concentrava-se no Planalto Serrano Catarinense. Apesar da substituição que o ecossistema natural vem sofrendo nos últimos anos por cultivos diversos, como os florestais e mais recentemente pela produção de grãos, ainda é o maior responsável pela produção pecuária na região. Os sistemas criatórios utilizados pelos produtores, com pequenas diferenças entre si, são tradicionalmente os extensivos, com uma lotação fixa ao longo do ano de 0,3 a 0,4 unidade animal (UA) ha⁻¹, determinada pela disponibilidade de forragem produzida ou presente durante a estação fria, normalmente prolongada. Neste período, as pastagens quase paralisam totalmente seu crescimento, em função das baixas temperaturas e geadas, que são normalmente frequentes, ocorrendo, em média, de 25 a 30 eventos ano⁻¹ e por serem constituídas por uma composição herbácea forrageira predominantemente de estação quente. Além destas limitações, estes campos apresentam outras restrições aos sistemas de produção mais intensivos, que são: acidez elevada, baixa fertilidade natural, presença de altos teores de Alumínio (Al) trocável, relevo acidentado, pedregosidade, afloramentos de rocha, entre outras. Esta combinação de fatores, de maneira geral, faz com que seja possível o cultivo convencional de lavouras e/ou pastagens em apenas 30% dos solos desta região (THOMÉ et al., 1999). Os sistemas criatórios extensivos, conjuntamente com as limitações ambientais, faz com que estes campos dificilmente superem a produtividade animal de 60 a 70 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹ (CARVALHO et al., 2006). Ou seja, é bastante difícil permanecer nesta atividade com resultados tão baixos. A não ser que a escala de produção, associada à dimensão da propriedade e tamanho do rebanho, compense estes baixos indicadores numéricos, e por consequência financeiros. Como alternativa tem-se o uso de

práticas de melhoramento e manejo que tenham por objetivo elevar os índices produtivos como a subdivisão das invernadas, a roçada, o diferimento, a correção da acidez do solo, assim como sua adubação, e por fim a introdução de plantas com de alto valor forrageiro, que se justificam de forma sustentável nos âmbitos ambiental, econômico e social.

A aplicação superficial de calcário em pastagens naturais, sobre solos ácidos, é altamente recomendada agronomicamente, apesar de seus efeitos quanto à produção de forragem ainda serem discutíveis (POOZESH et al., 2010). As respostas das pastagens ao calcário têm sido atribuídas às melhorias nas propriedades químicas, físicas e microbiológicas do solo. Entre estas estão a redução da toxicidade do Al e manganês (Mn), o aumento na disponibilidade do nitrogênio (N), do fósforo (P) e do molibdênio (Mo) (WHEELER E O'CONNOR, 1998). A calagem superficial forma uma frente de alcalinização que é mais efetiva nos maiores níveis e em períodos mais prolongados após a aplicação, atingindo a profundidade no perfil do solo de até 10cm (PANDOLFO et al., 2013). O aprofundamento desta frente é lento, havendo maior rapidez com a aplicação de doses integrais da necessidade de calcário. Afora isso, o efeito residual aumenta nos maiores níveis, não ocorrendo da mesma forma com doses menores, tanto como na que se equivale a 50% da necessidade de correção do solo, quanto em distribuições fracionadas, mesmo que periódicas (KAMINSKI et al., 2005). Com a melhoria na fertilidade do solo por meio de calagem e adubação superficiais se estabelece uma condição favorável ao acúmulo de carbono (C) na camada superficial do solo (0-5cm), o qual pode atingir um acréscimo de 24% em comparação à pastagem que não recebeu estes insumos, e também quando submetida recentemente à queima (SANTANA et al., 2011).

O fósforo é um macronutriente essencial que pode limitar o crescimento normal de plantas, caso não seja provido pelo solo ou por apropriadas quantidades de fertilizantes (CHIEN et al., 2011) e se configura no segundo nutriente, depois do

nitrogênio, mais limitante para a produção vegetal (JOUANY et al., 2004). Em condições de fertilidade natural, os solos das pastagens naturais, de maneira geral, são pouco férteis, com alta deficiência em P disponível, mesmo assim se mantêm com acúmulos satisfatórios de forragem. Esta aparente contradição é esclarecida quando leva-se em conta o fósforo contido na biomassa microbiana do solo (BMS), que disponibiliza este nutriente às plantas e configura-se em seu reservatório, com potencial de responder de forma orgânica pela necessidade das espécies que compõem estes campos (OLIVEIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; GATIBONI et al., 2008). Entretanto, sua aplicação regular, tanto em sistemas de cultivo convencional como em cultivos reduzidos, promove expressivo aumento na produtividade de pastagens (McCASKILL E QUIGLEY, 2006).

Com relação à aplicação de recursos financeiros na utilização de calcário e fósforo, é importante salientar que a meta a ser alcançada é fazer com que o solo tenha condições de chegar a sua máxima capacidade de produção para ter condições que a pastagem chegue ao seu limite superior de produção de forragem (O'CONNOR E HUNT, 1996). Com base no exposto, este trabalho teve como objetivos: avaliar a produção de forragem da pastagem natural, em função dos diferentes níveis de calcário e fósforo aplicados sobre o campo nativo bem como avaliar as alterações decorrentes da aplicação do corretivo e do fertilizante fosfatado ao longo do perfil do solo.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre janeiro de 2010 a dezembro de 2013, em área de campo nativo, do tipo fisionômico “Palha Fina”, caracterizado pelo predomínio de capim mimoso (*Schizachyrium tenerum* Nees). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb, correspondendo ao mesotérmico com verões brandos. O solo, de acordo com a classificação da EMBRAPA (2006), se

caracteriza como uma associação entre Cambissolo Húmico Álico e Nitossolo Bruno por ser uma derivação de rochas efusivas ácidas da formação Serra Geral. A área experimental fica situada no município de Lages/SC a 1.140 metros acima do nível do mar e seu ponto central, que possui 0,8 ha, apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude Sul 28° 01' 30,79'' e Longitude Oeste 50° 25' 03,13''.

Os tratamentos consistiram na aplicação superficial de:

- Calcário Dolomítico, com PRNT de 60%, nas doses de 0,0; 25,0 e 50,0% da recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS) – RS/SC (2004), para cultivo convencional. Percentuais estes que corresponderam a 0,0; 7,2 e 14,4 t ha⁻¹ de acordo com análise de solo realizada antes do período experimental (Tabela 1).
- Fósforo, na forma de superfosfato triplo (SFT), nas dosagens de 0,0; 25,0; 50,0 e 100,0% da recomendação oficial para consorciação de gramíneas e de leguminosas de estação fria (CQFS – RS/SC, 2004), para cultivo convencional. Percentuais estes que corresponderam a 0,0; 35,0; 70,0 e 140,0 kg de P₂O₅ ha⁻¹ de acordo com a mesma análise de solo citada no item anterior.

As parcelas mediram 6x3m (18m²), sendo que a área útil (desconsiderando as bordaduras de 1m) totalizou 4x1m (4m²). O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com parcelas subdivididas, com 3 repetições. Os níveis de calcário foram distribuídos na parcela principal e as doses de fósforo foram aplicadas nas subparcelas.

Em 29 de janeiro de 2010, antes do início do experimento, realizou-se coleta de 20 sub-amostras de solo em toda área de 0,8 ha, as quais formaram uma única amostra composta, para posterior análise de rotina e conseqüente determinação dos atributos químicos para determinação das doses de calcário e fósforo (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo, prévios à aplicação dos tratamentos de níveis de calcário, fósforo e nitrogênio. Lages, Santa Catarina.

Profundidade (cm)	Argila (%)	pH H ₂ O (1:1)	Índice SMP	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	M.O. (%)	Al (cmol _c /dm ³)	Ca (cmol _c /dm ³)	Mg (cmol _c /dm ³)	Saturação V%
0-5	47	4,3	4,5	5,4	217	5,3	2,81	3,11	2,41	19,94
5-10	54	4,1	4,5	5,1	54	4,8	7,88	1,98	1,61	13,25
10-15	57	4,0	4,3	4,9	94	4,6	5,48	1,53	1,12	8,60
15-20	57	3,9	4,3	7,0	68	4,3	6,35	1,27	0,77	6,73

Fonte: Laboratório de análises de solo da UDESC/CAV.

Tabela 2 - Interpretação do teor de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1, para teores de argila que estão na faixa de 41 a 60%, conforme CQFS - RS/SC (2004).

Interpretação	P (mg kg ⁻¹)
Muito baixo	≤ 3
Baixo	3,1 - 6,0
Médio	6,1 - 9,0
Alto	9,1 - 18,0
Muito alto	> 18,0

Fonte: CQFS - RS/SC (2004).

A demarcação do experimento e distribuição das diferentes doses de calcário ocorreram em 9 de fevereiro de 2010. Em 14 de junho de 2010, realizou-se uma roçada de limpeza e emparelhamento. Em 7 de julho de 2010 realizou-se a aplicação dos diferentes níveis de fósforo em cada uma das subparcelas.

As amostragens foram feitas nas profundidades, acima referidas, previamente à aplicação dos tratamentos e posteriormente em 27/08/2011; 20/08/2012 e 03/09/2013, mas anteriormente a adubação de manutenção anual, em uma única perfuração por subparcela. Quanto à análise e discussão dos resultados, somente serão abordados o comportamento da

acidez (pH em água), do Al trocável, da saturação por bases e do P.

As coletas foram feitas com trado tipo ‘calador’(CQFS–RS/SC, 2004), com diâmetro de 10cm e analisadas no Laboratório de Solos da UDESC/CAV, em Lages/SC. A adubação de manutenção, realizada no final da estação fria e início da primavera, consistiu em uma dose de P equivalente a 30% do nível do mesmo fertilizante aplicado por ocasião da adubação de base, conforme recomendação da CQFS–RS/SC, 2004.

No ano de 2011, houve um problema quanto à identificação das amostras de solo coletadas. Como a etiqueta auto-adesiva de identificação não aderiu adequadamente externamente à embalagem, optou-se por colocá-la internamente. Desta forma, a unidade contida no solo amostrado fez com que tenha havido a deterioração da etiqueta, prejudicando a identificação de uma grande parte das amostras. Como ocorreu uma similaridade muito grande entre os atributos químicos do solo nos anos de 2012 e 2013, decidiu-se fazer a análise estatística levando-se em conta os valores médios destes dois anos, ou seja, do terceiro e quarto anos.

As medidas de altura da pastagem, na condição de pré é pós corte foram feitas em todas as avaliações, com o uso de haste graduada em centímetros, cujo um marcador corre livremente por toda extensão desta ‘régua’, denominada por Sward Stick (BARTHAM, 1985). Esta ‘régua’ foi disposta aleatoriamente, em 3 locais, sobre a pastagem contida na área útil de cada unidade experimental, verificando-se e anotando-se o valor demarcado pelo marcador deste equipamento (Tabela 3).

Tabela 3 - Altura média da pastagem, em cm, nas condições de pré e pós corte de avaliação. Valores médios compostos pela média das três leituras realizadas em cada repetição e média das três repetições de cada tratamento de doses de calcário e de fósforo, aplicadas sobre pastagem natural, Lages, Santa Catarina.

Calcário (t ha ⁻¹)	Fósforo (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	1º ano		2º ano		3º ano		4º ano	
		Pré corte	Pós corte	Pré corte	Pós corte	Pré corte	Pós corte	Pré corte	Pós corte
0,0	0	12,7	8,1	22,0	8,5	13,1	8,4	21,8	7,6
0,0	35	13,6	8,1	22,8	8,5	13,7	8,1	21,8	7,2
0,0	70	12,3	8,0	22,5	8,5	14,8	8,1	21,1	7,7
0,0	140	12,6	8,4	21,6	8,6	14,9	7,9	24,3	7,4
7,2	0	14,6	8,6	23,2	7,7	14,8	8,1	21,0	7,6
7,2	35	13,1	8,6	21,5	7,8	13,1	7,7	21,4	7,2
7,2	70	13,8	7,5	22,3	7,9	14,1	7,7	24,1	7,7
7,2	140	13,9	7,4	23,6	8,3	15,1	8,2	21,4	7,8
14,4	0	12,4	8,5	20,6	7,9	12,3	7,8	21,3	7,0
14,4	35	13,7	8,2	21,4	8,9	13,3	7,9	19,8	8,0
14,4	70	14,2	8,6	21,9	8,6	12,9	7,8	19,7	7,6
14,4	140	14,0	8,1	24,2	9,0	13,8	7,9	20,9	7,8
Média anual		13,4	8,2	22,3	8,3	13,8	8,0	21,6	7,6

Para determinação da produção da forragem, foram feitos cortes com uso de motosegadeira de parcelas marca Agromáquinas Finardi, Modelo M 03, com faixa de corte de 1,0 m de largura e regulada para cortar a 8,0 cm de altura. A pastagem colhida verde, na área útil de 4m², em cada data de avaliação, foi pesada e posteriormente subamostrada, sendo esta pesada novamente. O material contido em cada subamostra foi submetido à separação botânica, na EEL, nos seguinte componentes da pastagem: gramíneas nativas, leguminosas nativas, plantas indesejáveis e material morto. Para determinação da produção de MS, cada componente devidamente embalado e identificado em sacos de papel, foi mantido em estufa de ar forçado à temperatura de 65°C, até atingir peso constante, ou seja, por aproximadamente 72 horas, e novamente pesado. As quantidades, de cada um dos componentes da pastagem, originadas em cada uma das avaliações de corte, foram transformadas para a unidade de kg

de MS ha⁻¹ e totalizados anualmente, conforme o seguinte agrupamento: considerou-se 2 cortes no 1º ano (30/11/2010 e 11/01/2011), 3 cortes para o 2º ano (05/04/2011, 31/08/2011 e 04/01/2012), 3º ano (13/03/2012, 22/08/2012 e 06/12/2012) e 4º ano (22/03/2013, 05/09/2013 e 06/12/2013). O manejo de cortes foi definido em função de observação visual utilizando-se como critério o ponto de pastejo médio de todo experimento, independente dos tratamentos aplicados. Este procedimento foi adotado em função da distância da área experimental, deslocamento e alimentação das pessoas envolvidas em cada avaliação, mesmo tendo conhecimento que haveria prejuízo à produção da pastagem em vista da senescência e morte de componentes vegetais. Condição esta provocada pelo intervalos longos entre os cortes, que variaram em número de vezes que foram realizados em cada um dos quatro anos experimentais, em função do que foi exposto acima e da sazonalidade produtiva inerente a estas pastagens.

A partir da primeira avaliação de 2011, após cada corte, foi permitido o livre acesso de animais bovinos, de diversas categorias, por um período de 3 a 5 dias, para pastejarem as bordaduras laterais. Com isto, pode se promover o efeito de pastejo e pisoteio sobre a pastagem em cada uma das condições dos tratamentos impostos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Sendo o efeito dos tratamentos aplicados, de diferentes doses de calcário e de fósforo, analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais (linear e quadrático). O nível de significância adotado foi de 10% de probabilidade.

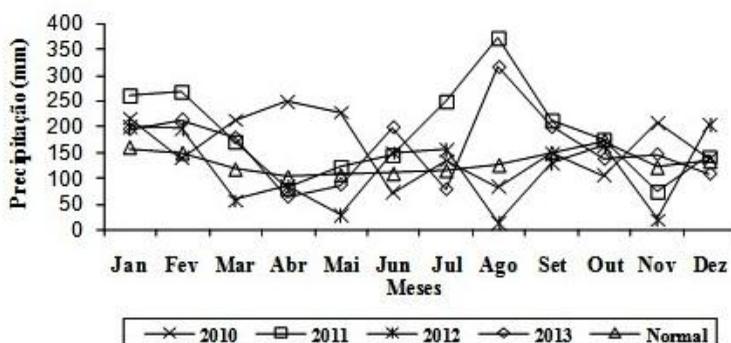


Figura 1 - Precipitação pluviométrica acumulada mensalmente durante o período de condução do experimento.

Fonte: Dados coletados pela Epagri - Estação Meteorológica Experimental de Lages, Santa Catarina.

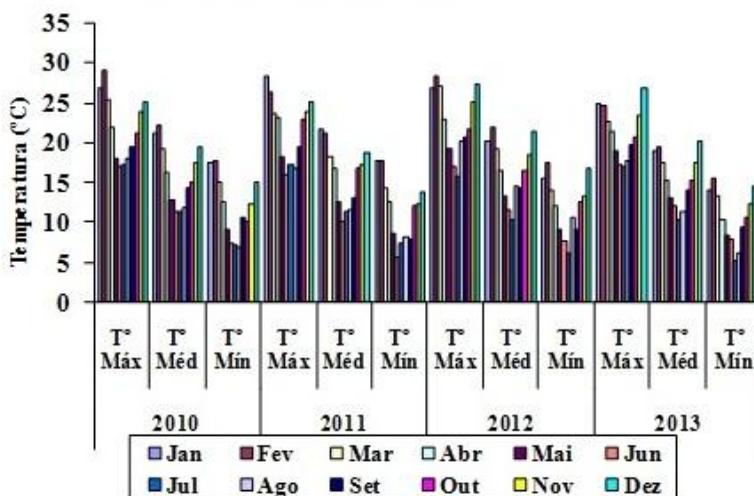


Figura 2 - Temperaturas máxima (T° Máx), média (T° Méd) e mínima (T° Mín), em $^{\circ}\text{C}$, mensais que ocorreram durante o período experimental.

Fonte: Dados coletados pela Epagri - Estação Meteorológica Experimental de Lages, Santa Catarina.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como não houve interação entre os níveis de calcário e fósforo aplicados, a discussão dos dados será realizada considerando os efeitos dos fatores isolados (calcário e fósforo). Apesar da aplicação superficial de calcário ainda apresentar efeitos discutíveis, quanto a produção de MS (POOZESH et al., 2010), principalmente em experimentos de curta duração, neste trabalho houve algumas respostas positivas, tanto com significância linear como quadrática, mas não da mesma forma para todos o componentes avaliados.

As produções de MS da pastagem natural, de modo geral, independentemente dos tratamentos aplicados, ficaram muito aquém do que poderia se esperar, conforme resultados registrados nas tabelas a seguir e discutidos oportunamente. Esta baixa produção obtida de maneira generalizada pode ser atribuída a altura de ceifa realizada em todos os cortes em cada ano (Tabela 3), com a motosegadeira sendo ajustada a 8cm de altura do solo. Ou seja, grande parte de material forrageiro ou não, escapou da ação de corte praticado. Outro motivo para a baixa produção pode ser explicado em função do manejo de cortes adotado, com intervalos longos entre os mesmos e o número variável em que ocorreram em cada ano experimental, conforme descrito em Material e Métodos.

O componente gramíneas nativas, que se constitui no maior contribuinte da produção forrageira, mesmo que tenha apresentado uma tendência de elevação em função do aumento das doses de calcário, não apresentou significância estatística no primeiro e segundo anos experimentais (Tabela 4), possivelmente em virtude do calcário ainda não ter tido tempo de reagir contra as fontes de acidez do solo. Comportamento contrário foi obtido por CRAWFORD E GOURLEY (2001), que obtiveram uma reatividade mais imediata e expressiva já no dois primeiros anos experimentais, e que perdurou durante os cinco anos de avaliação com doses de calcário, aplicadas

superficialmente, na ordem de 2,5; 5; 10; 15 e 20 t ha⁻¹, sobre pastagem estabelecida de azevém-perene (*Lolium perenne* L.) e trevo-braco, em cinco locais diferentes na Austrália. Entretanto, neste ensaio, respostas significativas somente ocorreram no terceiro e quarto anos, sendo linear ($P \leq 0,10$) e quadrática ($P \leq 0,05$), respectivamente (Tabela 4). Cabe ressaltar que o resultado de terceiro ano ocorreu mesmo em um período prolongado de déficit hídrico (Figura 1). Apesar de não ter havido monitoramento no local em que foi conduzido o experimento, o evento de estiagem, que aconteceu em três momentos daquele ano, foi registrado pela Estação Meteorológica da Estação experimental de Lages (EEL), situada à cerca de 30 km de distância. O efeito quadrático no quarto ano, possivelmente tenha como consequência o fato de que doses acima de determinado nível não tenham mais efeito sobre a produção de MS (Tabela 4). De maneira semelhante, RAMOS et al., (1998) também não obtiveram diferença estatística na produção de MS de um campo natural, quando combinou-se calcário e fontes de P. Da mesma forma, a calagem também não aumentou a produtividade da pastagem natural e nem do azevém sobressemeado, mas o trevo-vesiculososo (*Trifolium vesiculosum* Savi.), implantado do mesmo modo, apresentou resposta positiva ao calcário (GATIBONI et al., 2000). Também em Santa Maria/RS, as maiores doses de calcário aumentaram o efeito residual, o que não aconteceu com doses menores, tanto como a de 50% da necessidade do solo, quanto às aplicações parceladas e periódicas (KAMINSKI et al., 2005). Para o componente leguminosas nativas, houve resposta mais consistente conforme elevou-se as doses de calcário, linear ($P \leq 0,10$) no primeiro e terceiro anos, e ($P \leq 0,05$) no quarto (Tabela 4), que pode ser explicada por tratar-se de um componente formado basicamente pelo trevo-branco de crescimento espontâneo na área experimental, implantado pelas dejeções dos animais anteriormente ao fechamento da referida área. Desde o primeiro ano as produções responderam de forma positiva e

crescente com o aumento dos níveis de calcário e com o avanço do período experimental, atingindo no último ano 138,0 kg MS ha⁻¹. Somente não houve significância estatística no segundo ano, mas sendo as produções superiores ao primeiro, e assim sucessivamente até o final da avaliação (Tabela 4). Este comportamento é perfeitamente justificável, pois sabe-se que as leguminosas, principalmente as cultivadas, são mais sensíveis ao aumento do pH do solo, como também à maior disponibilidade de P (GATIBONI et al., 2000; 2003). As plantas indesejáveis se mostraram indiferentes aos tratamentos aplicados (Tabela 4), apesar de que, anteriormente a distribuição dos níveis de calcário, haver uma grande participação de samambaia (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn) na área experimental, planta esta considerada indicadora de solos ácidos, que pode ser controlada com aplicações de calcário (KLIEWER, 2003). A aplicação das doses de calcário aplicadas em 09/02/2010, uma roçada de emparelhamento e limpeza ocorrida em 14/06/2010, com o primeiro corte de avaliação realizado em 30/11/2010. Assim, possivelmente, o período decorrido da calagem, conjuntamente com as práticas de condução do experimento como os cortes de avaliação, tenham contribuído para a redução da presença ou até mesmo para o desaparecimento desta espécie.

Na Tabela 4, verifica-se que a produção de forragem, por ser formada predominantemente por gramíneas nativas, apresentou o mesmo comportamento que este componente. Ou seja, a abordagem feita para este, pode ser discutida nos termos daquele que para a produção de forragem, que atingiu seu máximo, com 2.316,1 kg MS ha⁻¹, no quarto ano e com a dose intermediária (7,2 t de calcário ha⁻¹), sendo que os tratamentos proporcionaram efeito quadrático ($P \leq 0,05$), da mesma forma que para gramíneas nativas (Tabela 4). Nos anos anteriores, havendo ou não diferença estatística entre os tratamentos, a maior produção de forragem sempre foi obtido com a mais alta dose de calcário de 14,4 t ha⁻¹, com valores de 731,3; 1.606,6 e

1.182,3 kg Ms ha⁻¹, no 1º, 2º e 3º anos, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4– Produção anual de MS (kg ha⁻¹) de cada um dos componentes de uma pastagem natural, em resposta a aplicação de diferentes doses de calcário (toneladas ha⁻¹). Lages, Santa Catarina.

Doses de calcário (t ha ⁻¹)	Produção de Matéria Seca (kg ha ⁻¹)					
	Gramíneas nativas	Leguminosas nativas	Plantas invasoras	#M.M	Forragem	Matéria Seca Total
Primeiro ano						
0	672,6	0,8	160,6	56,1	673,4	890,1
7,2	621,7	12,0	191,5	28,5	633,7	853,7
14,4	708,4	22,9	155,7	59,6	731,3	946,6
* CV (%)	25,7	179,4	44,2	62,9	25,6	23,6
Linear	ns	*	ns	ns	ns	ns
Quadrático	ns	ns	ns	**	ns	ns
Segundo ano						
0	1.287,5	2,9	233,9	484,6	1.290,4	2.008,9
7,2	1.501,7	78,3	347,1	482,2	1.580,0	2.409,3
14,4	1.546,7	59,9	247,0	449,8	1.606,6	2.303,4
* CV (%)	26,8	209,5	46,2	26,8	26,5	21,7
Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Terceiro ano						
0	933,2	1,1	169,8	523,2	934,2	1.627,2
7,2	1.141,9	34,5	196,5	594,2	1.176,4	1.967,0
14,4	1.151,3	31,0	189,0	696,1	1.182,3	2.067,4
CV (%)	19,5	162,7	48,9	23,3	20,3	18,4
Linear	*	*	ns	***	*	*
Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Quarto ano						
0	1.901,4	0,9	224,7	464,6	1.902,3	2.591,6
7,2	2.213,6	102,5	289,2	509,4	2.316,1	3.114,8
14,4	1.604,8	138,0	160,2	510,6	1.742,8	2.413,7
* CV (%)	23,2	152,3	52,3	32,9	21,7	19,3
Linear	ns	**	ns	ns	ns	ns
Quadrático	**	ns	ns	ns	**	***

#MM = Material morto.

*CV(%) = Coeficiente de variação.

Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais.

ns: não significativo.

*, ** e ***: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

As pastagens naturais, de maneira geral, não respondem às aplicações de P, visto que o nitrogênio é normalmente o fator mais limitante. Além disto, as respostas ao uso de fósforo são variáveis conforme seu status inicial no solo, à composição botânica e ao regime de precipitações (JONES, 1990). Entretanto, (BARCELLOS et al., 1987) demonstraram a efetividade e efeito residual da adubação fosfatada ao longo de 11 anos, a qual proporcionou aumentos expressivos de produção animal em campo natural, mesmo passados sete anos da última aplicação. Na Tabela 5 verifica-se que as gramíneas nativas, ao contrário do que ocorreu com a aplicação de calcário (Tabela 4), produziram MS em quantidades que diferiram de forma quadrática ($P \leq 0,01$) já a partir do segundo ano, sendo que no terceiro esta resposta foi linear ($P \leq 0,10$). No quarto ano, apesar de uma marcante tendência em favor do aumento da dosagem de P, os resultados em produção de MS não foram significativos, alcançando valor superior a todos os demais anos anteriores de $2.076,5 \text{ kg ha}^{-1}$. Também com doses crescentes de P, na forma de superfosfato triplo e nas quantidades de zero, 30, 60 e $90 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, GILLINGHAM et al. (2008), na Nova Zelândia, obteve reduzida resposta em produção para o componente gramíneas, em consórcios de forrageiras cultivadas. O efeito quadrático obtido no segundo ano, com $1.456,6 \text{ kg MS ha}^{-1}$ produzidos com $140 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, enquanto que 50% desta quantidade contabilizou $1.615,9 \text{ kg MS ha}^{-1}$ (Tabela 5), pode ser explicado em função de que quando o pH do solo é baixo, parte do fósforo contido no solo está fortemente adsorvido aos sítios de ligação da fase sólida, e também na forma de precipitados de fosfato de ferro e de alumínio, permanecendo em pouca quantidade à disposição das plantas. Ao elevar-se o pH, aumentam as cargas negativas do solo, reduz a solubilidade do ferro e do alumínio, e, com isso aumenta a disponibilidade de P na solução do solo (ERNANI et al., 2000), não havendo, portanto, o efeito da sua aplicação, visto que o fornecido naturalmente pelo solo (com a elevação

do pH) é suficiente para aumentar a produção de MS da parte aérea das plantas. Com a elevação do pH para 6,5 (Tabela 6 – na profundidade de 0-5cm) , ocorre novamente uma diminuição no teor de P na solução do solo, devido à aplicação de calcário, que gera um grande aumento na quantidade de Ca no solo, criando assim uma melhor condição para a precipitação do P na forma de fosfato de cálcio (AKINREMI E CHO, 1991).

O valor mais alto de produção de MS de gramíneas nativas, de 2.076,5 kg ha⁻¹, foi obtido com a maior dose de P, de 140 kg ha⁻¹, no quarto ano, apesar desta produção não diferir estatisticamente das demais obtidas pelas doses inferiores de P (Tabela 5). Quanto às leguminosas nativas, houve aumento linear de sua produção de MS em função do aumento das doses de P no segundo ($P \leq 0,01$), terceiro ($P \leq 0,05$) e quarto anos ($P \leq 0,10$). Com valores máximos de 124,0; 42,9; e 122,1 kg MS ha⁻¹, respectivamente, sempre com a maior dose de P (Tabela 5).

Mesmo que os resultados do primeiro ano tenham sido estatisticamente iguais, houve uma tendência da produção em prol da elevação dos níveis de P (Tabela 5). Ou seja, o fósforo, de maneira geral, eleva a participação de leguminosas (FERREIRA et al., 2008b), principalmente neste estudo no qual o componente em discussão é constituído basicamente pelo trevo-branco de ocorrência espontânea na área experimental. A não significância estatística no primeiro ano para as gramíneas e leguminosas nativas, provavelmente tenha acontecido em função do P ser um nutriente de pouca mobilidade no solo. Entretanto, o comportamento de resposta crescente destes dois componentes, os quais são responsáveis pela formação da forragem, com exceção do terceiro ano – ano de estiagem prolongada (Figura 1) -, à medida que elevaram-se as doses P, e contínuo até o final do período experimental demonstra os efeitos benéficos da dose mais alta, assim como das adubações anuais de manutenção e do efeito residual do

fósforo aplicado (Tabela 5). Em uma revisão sobre o tema, diversos experimentos conduzidos em diferentes épocas, locais e sistemas de cultivo, que datam desde 1948 a 2011, e que atestam o efeito residual do fósforo, foram apresentados por MASCARENHAS et al. (2014), em culturas de grãos. Com respeito ao déficit hídrico ocorrido durante o terceiro ano (Figura 1) salienta-se que conjuntamente com a aplicação de fertilizantes, tem que haver um suprimento pluviométrico que possibilite a reatividade dos mesmos, e assim as potencialidades desta prática possam ser manifestadas. Na região de Mendoza, Argentina, em função da baixa precipitação anual, a qual dificilmente ultrapassa 300mm, GUEVARA et al. (2000) não obtiveram resultados que justifiquem a adubação fosfatada sobre a pastagem natural.

Tabela 5 -Produção anual de MS (kg ha⁻¹) de cada um dos componentes de uma pastagem natural, em resposta a aplicação de diferentes doses de fósforo (kg de P₂O₅ ha⁻¹). Lages, Santa Catarina.

Doses de fósforo (Kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	Produção de Matéria Seca (kg ha ⁻¹)					
	Gramíneas nativas	Leguminosas nativas	Plantas invasoras	#M.M	Forragem	Matéria Seca Total
Primeiro ano						
0	574,4	9,3	142,8	35,9	583,7	762,4
35	755,0	6,5	143,6	61,0	761,5	966,2
70	631,4	11,5	185,8	41,0	643,0	869,7
140	709,5	20,2	204,8	54,3	729,7	988,8
*CV (%)	25,7	179,4	44,2	62,9	25,6	23,6
Linear	ns	ns	**	ns	ns	*
Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Segundo ano						
0	1.190,5	13,0	302,2	475,1	1.203,5	1.980,8
35	1.518,3	9,7	252,0	420,0	1.393,1	2.011,9
70	1.615,9	41,4	266,0	506,2	1.657,3	2.429,5
140	1.456,6	124,0	283,8	487,5	1.580,6	2.351,9
*CV (%)	26,8	209,5	46,2	26,8	26,5	21,7
Linear	ns	***	ns	ns	***	**
Quadrático	***	ns	ns	ns	*	ns
Terceiro ano						
0	990,7	9,3	192,8	604,6	1.000,0	1.797,3
35	1.084,1	8,8	162,9	575,0	1.092,9	1.830,7
70	1.076,9	27,7	204,0	660,9	1.104,7	1.969,6
140	1.150,1	42,9	180,7	577,4	1.193,0	1.951,2
*CV (%)	19,5	162,7	48,9	23,3	20,3	18,4
Linear	*	**	ns	ns	**	ns
Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Quarto ano						
0	1.847,9	27,3	238,6	343,3	1.875,2	2.457,0
35	1.905,3	52,7	211,8	512,9	1.958,0	2.682,7
70	1.796,6	119,8	205,1	519,9	1.916,4	2.641,4
140	2.076,5	122,1	243,4	603,5	2.232,8	3.045,5
*CV (%)	23,2	152,3	52,3	32,9	21,7	19,3
Linear	ns	*	ns	***	*	***
Quadrático	ns	ns	ns	ns	Ns	ns

#MM = Material morto.

*CV(%) = Coeficiente de variação. Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais.

ns: não significativo.

*, ** e ***: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

As plantas indesejáveis, somente no primeiro, ano apresentaram um comportamento de resposta linear ($P \leq 0,05$), com uma participação no total de MS produzida de 204,8 kg ha^{-1} , no nível de 140 kg P_2O_5 ha^{-1} (Tabela 5). A não significância a partir de então talvez se justifique pelo regime de cortes de avaliação realizados, assim como pela competição exercida pelos componentes de maior interesse na formação da dieta animal. O material morto acompanhou de mesma maneira o comportamento de produção do que as gramíneas e leguminosas nativas, ou seja, à medida que estes componentes aumentaram suas produções ao longo do período experimental, também houve maior participação de material senescido. No terceiro ano, igualmente ao que foi discutido quanto às diferentes doses de calcário aplicadas, foi a época de maior produção, na ordem de 604,6; 575,0; 660,9; e 577,4 kg ha^{-1} , para as dosagens de zero, 35, 70 e 140 kg P_2O_5 ha^{-1} , respectivamente, em vista da estiagem ocorrida. Somente no quarto ano é que houve resposta linear ($P \leq 0,01$) com 140 kg P_2O_5 ha^{-1} , que produziu 603,5 kg ha^{-1} de material morto (Tabela 5).

O componente forragem apresentou o mesmo desempenho produtivo, em termos estatísticos, que o seu principal constituinte, que são as gramíneas nativas. No primeiro ano, assim como para esse componente ora citado, não houve diferença significativa ($P > 0,10$) entre os tratamentos. Sendo que a partir de então ocorreram em maior ou menor nível. O interessante a destacar é que no quarto ano, enquanto não houve efeito de doses de P nas produções das gramíneas, houve efeito linear do aumento de doses de P nas produções de forragem ($P \leq 0,10$) devido à totalização das gramíneas mais as leguminosas, atingindo valores de 1.875,2; 1.958,0; 1.916,4 e 2.232,8 kg MS ha^{-1} , para os tratamentos de 0, 35, 70 e 140 kg P_2O_5 ha^{-1} , respectivamente (Tabela 5). A partir do terceiro ano, independente do grau e do nível de significância, o aumento na produção de MS foi associado

linearmente ($P \leq 0,05$) e ($P \leq 0,10$) às doses de P_2O_5 , com produções de 1.193,0 e 2.232,8 kg MS ha^{-1} , no nível mais alto, no terceiro e quarto anos, respectivamente (Tabela 5), possivelmente em decorrência das adubações de manutenção e do efeito residual do P. Na Argentina, o campo natural adubado com 61,5 kg P_2O_5 ha^{-1} (equivalente a 150 kg de superfostato triplo ha^{-1}), e sendo a produção de forragem transformada em produção animal na recria de novilhas, apresentou resultado de 138,7 kg de peso vivo (PV) $ha^{-1} ano^{-1}$ contra 96,5 kg PV $ha^{-1} ano^{-1}$ quando não adubado (DELFINO et al., 2002). O total de MS alcançou seu maior valor no quarto ano com 3.045,5 kg ha^{-1} na maior quantidade de P aplicado. Neste ano a resposta foi linear ($P \leq 0,01$), conforme o aumento dos níveis iniciais de fósforo, e provavelmente também em resposta as adubações de manutenção e seu efeito residual (Tabela 5).

A adubação de pastagens tem como principal objetivo o aumento da produção forrageira, com isto elevar sua capacidade de suporte e assim, como resultado, aumentar a produtividade (SALLIS E SIEWERDT, 2000; DELFINO et al., 2002). Na expressão gráfica da Figura 3 é possível verificar que, apesar da não interação entre os tratamentos de níveis de calcário e P, houve uma potencialização de seus efeitos isolados, quando totalizados as produções de forragem dos quatro anos do período experimental. A totalização das produções anuais de MS de forragem (Figura 3) foi efetuada realizando-se o somatório das produções obtidas em cada um dos cortes, conforme agrupamento de avaliações descrito em Material e Métodos. A combinação do nível intermediário de calcário de 7,2 t ha^{-1} , com 70 kg P_2O_5 ha^{-1} , promoveu o resultado mais elevado, ultrapassando 6.000 kg MS ha^{-1} .

Neste caso, provavelmente também se aplique a abordagem de ERNANI et al. (2000), que a partir de determinada elevação do pH, há aumento da disponibilidade de P na solução do solo, fazendo com que sua aplicação deixe de ter efeito. As respostas das pastagens ao calcário têm sido

atribuídas às melhorias nas propriedades químicas, físicas e microbiológicas do solo. No que se refere aos aspectos químicos, e que maior significado tem a respeito deste estudo, está o aumento na disponibilidade do P (WHEELER E O'CONNOR, 1998). Esta relação de sinergismo entre calcário e P pode ser visualizada na Figura 3. No nível 0 de P_2O_5 ha^{-1} , as produções de forragem se mantiveram inferiores, mesmo com a elevação do nível de calcário. E quando elevou-se os níveis de ambos, houve aumento da produção de forragem em todas as demais combinações entre estes mesmos níveis. Apesar de haver resposta crescente em produção de forragem com a elevação dos níveis de P, quando o nível de calcário é zero $kg\ ha^{-1}$ (Figura 3). Provavelmente esta condição indique que a pastagem natural seja mais responsiva ao fósforo do que ao calcário.

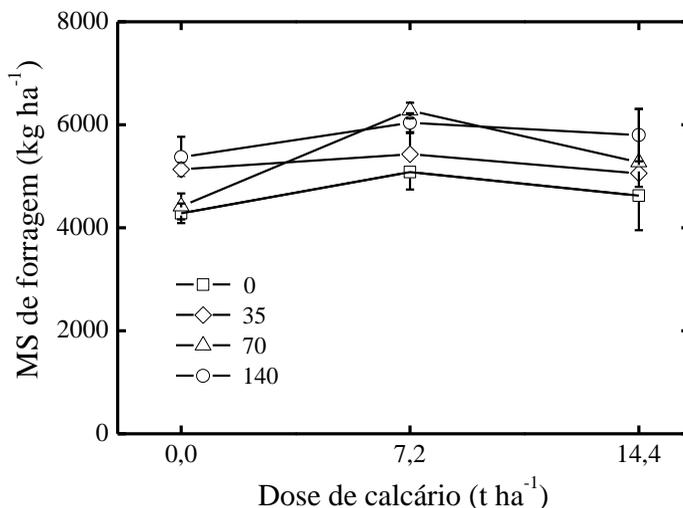


Figura 3 – Produção total de MS de forragem, em $kg\ ha^{-1}$, acumulada no período experimental de 4 anos, em função das doses de calcário, em $t\ ha^{-1}$, e das doses de fósforo de 0; 35; 70 e 140 $kg\ de\ P_2O_5\ ha^{-1}$, aplicadas superficialmente sobre uma pastagem natural. Lages, Santa Catarina. Barras verticais indicam o erro padrão da média.

Assim como não houve interação entre os tratamentos aplicados de calcário e fósforo quanto à produção primária da pastagem natural, também não ocorreu quando analisados os atributos químicos do solo nas profundidades de 0-5; 5-10; 10-15; e 15-20cm.

O resultados obtido por este estudo seguiram os preceitos de PANDOLFO et al. (2013) que referem-se à aplicação de calcário em superfície. A qual é capaz de promover alterações nas condições químicas do solo: aumentando o pH em água, a saturação por bases (V%) e diminuir os teores de alumínio (Al) trocável. Estes efeitos ocorrem de forma mais expressiva até a profundidade de 10cm, devido à formação de uma frente de correção da acidez e migração de bases em profundidade. A qual é mais pronunciada com maiores doses e com maior tempo após a aplicação.

Tanto o pH em água (pH-H₂O), como o Al e a V% apresentaram este mesmo comportamento, ou seja, com o aumento do nível de calcário aplicado, houve melhoria nos valores de todos estes atributos, inclusive na profundidade de 15-20cm, como mostra a Tabela 6. É possível que este aprofundamento da frente de alcalinização tenha sido consequência do pastejo promovido pelos animais, que tinham livre acesso após cada corte de avaliação. Entretanto, não de forma tão eficiente quanto em sistema de integração lavoura-pecuária, em que a correção da acidez do solo chegou até 12,5cm, decorridos 12 meses da aplicação superficial de 4,5 t de calcário ha⁻¹, e a 25cm após o quinto ciclo de soja (FLORES et al., 2008), como superar 15cm de profundidade (CARVALHO et al., 2011) e atingir 20cm com pastejo moderado, realizado a 20cm de altura de pastejo sobre a pastagem de estação fria (MARTINS et al., 2014).

Contudo, este condicionamento foi mais favorável e expressivo também até a camada de 5-10cm. Na profundidade de 0-5cm, os tratamentos de 0; 7,2 e 14,4 t de calcário diferiram entre si de forma linear, e ao mesmo tempo,

quadrática para ambas as variáveis avaliadas, em magnitudes que variaram de ($P \leq 0,01$) e ($P \leq 0,05$), respectivamente. A não ser com relação ao Al que apresentou comportamento linear e quadrático de igual significância ($P \leq 0,01$). Para o pH e V% as respostas quanto ao efeito dos tratamentos diferiram em maior nível ($P \leq 0,01$) de modo linear (Tabela 6). Nas demais profundidades prevaleceu a diferença linear como resposta ao aumento das doses de calcário. Numericamente, na camada de 0-5cm, com a elevação dos níveis de calcário de 0; 7,2 e 14,4 t ha⁻¹, o pH aumentou de 4,77; para 5,91 e 6,45, o Al reduziu de 2,51; para 0,04 e 0,0 cmol_ckg⁻¹ e a V% passou de 31,34 para 72,33 e 84,17, respectivamente (Tabela 6). Conforme referido anteriormente, mesmo que de forma não tão expressiva, destaca-se que os efeitos da calagem que atingiram até a profundidade de 15-20cm, na qual os resultados com nível 0 de calcário ha⁻¹ para pH, Al e V% foi de 4,60; 4,53 cmol_ckg⁻¹ e 12,46%, apresentaram valores, na dose de 14,4 t de calcário ha⁻¹, de 5,08; 3,85 cmol_ckg⁻¹ e 26,48, respectivamente. Ou seja, esta quantidade de calcário nesta profundidade proporcionou a elevação do pH em 26% (efeito linear: $P \leq 0,01$), a redução do Al em 15% (efeito linear: $P \leq 0,05$) e o aumento da saturação por bases em 112% (efeito linear: $P \leq 0,05$) (Tabela 6). Na mesma tabela é possível observar que nas camadas de 10-15 e 15-20cm o pH estabilizou em 5,08 com a dose mais elevada do corretivo da acidez do solo utilizado (Tabela 6). Subindo à superfície de 10cm os efeitos com 14,4 t de calcário ha⁻¹ foram favoráveis, de forma percentual, em relação à dose 0 t de calcário ha⁻¹ de 17% mais; 180% menos e 138% mais, para pH, Al e V%, respectivamente, sendo ambos de forma linear ($P \leq 0,01$). Ou seja, considerando a porção superficial e a mais profunda, é possível afirmar que a efetividade da dose intermediária de 7,2 t, assim como a mais elevada de 14,4 t de calcário ha⁻¹, alcançou a profundidade de 20cm em quatro anos (Tabela 6).

Aplicações de calcário e P, na forma de STF, sobre

pastagem natural em West Virginia/EUA, em nível médio: 4,5 t ha⁻¹ de calcário e 40 kg P₂O₅ ha⁻¹, e alto: 9,0 t ha⁻¹ de calcário e 117,0 kg P₂O₅ ha⁻¹, promoveram a elevação do pH de 4,8, no tratamento testemunha, para 6,5 no nível médio e 7,0 no nível alto, na camada de 2,5cm de profundidade do solo, após oito anos do início das aplicações e avaliações (DABAAN et al., 1997).

Os efeitos da calagem superficial também foram observados em maior profundidade, quando distribuído em uma única vez, nas doses de 0; 2,5; 5; 10; 15 e 20 t ha⁻¹, sobre pastagem estabelecida de azevém-perene (*Lolium perenne* L.) e trevo-branco, em cinco locais diferentes, ao sul de Victoria, Austrália. Nestes experimentos foi possível verificar que o calcário continuou a ter efeito sobre o pH, em todos os locais, durante os cinco anos de avaliação. Ocorreram mudanças significativas no pH até à camada de 20cm de profundidade, com a aplicação das maiores doses (CRAWFORD E GOURLEY, 2001). Em 191 dias, a distribuição de 3,3 t ha⁻¹ de calcário com PRNT de 80% sobre campo natural, em Água Doce/SC, reduziu em 37% os teores de Al⁺³ a 20cm, enquanto que na camada de 0-5cm de profundidade a neutralização foi de 89% (VICCINI et al., 2004). Na Depressão Central/RS, a calagem superficial 3,2 t ha⁻¹, foi suficiente para elevar o pH do solo em uma amplitude que variou de 5,7 a 5,9, na camada de 0-10cm de profundidade, como também eliminou a saturação de Al, passados 141 meses da aplicação. Sendo que o pH na camada de 0-20cm, anterior a aplicação dos tratamentos, apresentou valor de 4,5 (TIECHER et al., 2014).

Dessa forma, é possível afirmar que a correção da acidez do solo é proporcional à dose de calcário aplicada, e sendo em superfície, a profundidade em que ocorrem seus efeitos é proporcional à dose e ao tempo decorrido (WHEELER E O'CONNOR, 1998; RHEINHEIMER et al., 2000) e às precipitações pluviométricas (FIDALSKI E TORMENA, 2005). Assim sendo, a aplicação superficial de calcário tem-se

mostrado eficiente na correção da acidez do solo. Ao contrário do esperado, os efeitos da aplicação superficial têm ocorrido em profundidade e em períodos de tempo relativamente curtos, apesar da sua baixa solubilidade no solo (AMARAL et al., 2004).

Tabela 6 – Valores de pH em água, teores de alumínio (Al) trocável (cmol_c kg⁻¹) e de percentagem de saturação por bases (V%) em diferentes profundidades do solo, em resposta a aplicação de diferentes doses de calcário (toneladas ha⁻¹) em uma pastagem natural. Média do terceiro e quarto anos experimentais, na média dos níveis de fósforo. Lages, Santa Catarina.

Doses de calcário (toneladas ha ⁻¹)	pH	Al	V%
	0-5 cm		
0	4,77	2,51	31,34
7,2	5,91	0,04	72,33
14,4	6,45	0,00	84,17
* C.V. (%)	12,86	142,69	38,71
Linear	***	***	***
Quadrático	**	***	**
5-10 cm			
0	4,65	3,87	21,29
7,2	5,06	2,20	30,06
14,4	5,44	1,38	50,85
* C.V. (%)	8,19	50,11	45,25
Linear	***	***	***
Quadrático	ns	ns	*
10-15 cm			
0	4,66	4,27	16,14
7,2	4,84	3,70	15,14
14,4	5,08	3,34	31,96
* C.V. (%)	4,08	15,91	46,80
Linear	***	***	***
Quadrático	ns	ns	**
15-20 cm			
0	4,60	4,53	12,46
7,2	4,78	4,14	11,59
14,4	5,08	3,85	26,48
* C.V. (%)	6,14	16,00	54,96
Linear	***	**	**
Quadrático	ns	ns	ns

* C.V. (%) = Coeficiente de variação.

Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais.

ns: não-significativo.

*, ** e ***: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

De forma diferente ao que aconteceu com o calcário, o P ficou limitado à camada de 5-10cm, ao final de quatro anos de avaliação, provavelmente por ser um elemento que apresenta pouca mobilidade no solo. Seus teores aumentaram conforme a elevação dos níveis utilizados, de 0; 35; 70 e 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, linearmente (P≤0,01) na camada de 0-5cm e 5-10cm, sendo que nesta profundidade houve resposta também quadrática (P≤0,01) (Tabela 7). Após 14 anos de cultivos de diferentes culturas, em sistemas de plantio direto (SPD) e convencional (SPC), a maior concentração de P também ficou localizada na camada de 0-10cm e de 0-20cm, para os respectivos sistemas de cultivo, em Planaltina/DF (NUNES et al., 2011). Ou seja, em sistemas de cultivo reduzido, o P distribuído superficialmente no solo, tende a concentrar-se até 10cm de profundidade. De acordo com o referido anteriormente, nas camadas inferiores, de 10-15 e 15-20cm, os teores de P não diferiram entre si, em função das doses deste nutriente aplicadas em superfície sobre a pastagem natural (Tabela 7). Nesta mesma tabela, é possível verificar que na profundidade de 0-5cm foi onde ocorreram os efeitos mais expressivos, com os conteúdos de P (mg kg⁻¹) aumentado de 4,33 para 6,44; 8,81 e 11,41, para os níveis de 0; 35; 70 e 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente. Situando-se nas classes de teores de P no solo como baixo, médio, médio e alto, respectivamente (Tabela 2). O fósforo quando excede o seu conteúdo no solo acima de determinados limites pode causar danos ao meio ambiente, quanto à eutrofização das águas por exemplo, quando arrastado pelo processo erosivo aos cursos e reservatórios de água existentes. Desta forma, mesmo com a dose mais alta de P aplicado, que foi de 140 kg P₂O₅ ha⁻¹ com teor de P atingindo de 11,41 mg kg⁻¹, na camada de 0-5cm, este valor está muito distante do limite crítico ambiental de P (LCA-P), para um solo com 47% de argila (Tabela 1), proposto de 86 a 101 mg P kg⁻¹, para solos com 40 e 60% de argila, respectivamente (GATIBONI et al., 2014).

Tabela 7 – Teores médios do 3º e 4º anos de fósforo (P) em diferentes profundidades do solo, em resposta a aplicação de diferentes doses do elemento (kg de P₂O₅ ha⁻¹) em uma pastagem natural, na média dos níveis de calcário. Lages, Santa Catarina.

Doses de fósforo (kg de P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	Teores de P (mg kg ⁻¹) no solo (Mehlich-1)			
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm
0	4,33	2,56	2,57	1,83
35	6,44	2,70	2,21	1,92
70	8,81	4,07	2,66	1,86
140	11,41	3,49	2,09	1,67
* C.V. (%)	58,4	70,0	78,1	98,7
Linear	***	***	ns	ns
Quadrático	ns	***	ns	ns

* C.V.(%) = Coeficiente de variação.

Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais.

ns: não-significativo.

*, ** e ***: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Em sistema de cultivo convencional de soja e milho, em Goiás, sobre Latossolo Vermelho-Amarelo, com diversas combinações de proporções de distribuição de P (a lanço e/ou em linha), quando o fertilizante foi aplicado em maior percentual a lanço, em área total, proporcionou maior acúmulo de fósforo na profundidade de 0-2,5cm. Entretanto, quando houve predomínio da aplicação na linha os maiores acúmulos ocorreram na profundidade de 5-7,5cm (BARBOSA et al., 2015), semelhante, de certa forma, o que ocorreu no estudo em discussão, ficando o P aplicado, independentemente da dose, localizado na profundidade de 0-10cm (Tabela 7). Mesmo porque estes autores verificaram que abaixo de 10cm, em todas as combinações testadas, apresentaram diminuição importante no teor de fósforo e não diferindo entre si (BARBOSA et al., 2015). Entretanto, com a utilização de dejetos líquidos de suínos, o P disponível às plantas atingiu a profundidade de até 15cm (BERWANGER et al., 2008). Entre 5-10cm, a resposta aos tratamentos de P foi também quadrática ($P \leq 0,01$), havendo

uma redução o teor de P com a aplicação da dose mais alta. Nas doses inferiores, os teores de P responderam positivamente ao aumento das mesmas (Tabela 7). Este comportamento provavelmente se esclareça em função de que a aplicação de calcário acima de um determinado limite, há um grande aumento de Cálcio (Ca) no solo, proporcionando desta forma uma condição mais favorável para a precipitação do P na forma de fosfato de cálcio (AKINREMI E CHO, 1991). Contudo, os efeitos da adubação fosfatada atingiram a profundidade de 10cm (Tabela 7), o que não aconteceu quando foram introduzidas leguminosas de estação fria, que pela utilização do P aplicado, concentraram este nutriente aos 5cm de profundidade (Capítulo 2, Tabela 9)

3.6 CONCLUSÃO

Aplicação de calcário de 25% (7,2 t ha⁻¹) da dose recomendada, associada com dose de fósforo de 50% da recomendação (70 kg P₂O₅ ha⁻¹), potencializam a produção de forragem em pasto natural com predomínio de *Schizachirium tenerum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKINREMI, O.O.; CHO, C.M. Phosphate transport in calcium-saturated systems: Experimental results in a model system. **Soil Science Society of American Journal**. v.55, n.5, p.1282-1287, 1991.

AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I.; HINRICHS, R.; BERTOL, I. Movimentação de partículas de calcário no perfil de um Cambissolo em plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v.28, n.2, p.359-367, 2004.

BARBOSA, N.C.; ARRUDA, E.M.; BROD, E.; PEREIRA, H.S. Distribuição vertical do fósforo no solo em função dos modos de aplicação. **Bioscience Journal**, v.31, n.1, p.87-95, 2015.

BARCELLOS, J.M.; SEVERO, H.C.; ACEVEDO, A.S.; MACEDO, W. Influência da adubação e sistemas de pastejo na produção de pastagens naturais. In: EMBRAPA/CNPO. **Forrageiras: coletânea das pesquisas**, 1987, Bagé, RS, v.1, p.11-16, 1987.

BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. Midlotnian: Hill Farming research **Organization-Biennial Report**, p.29-30, 1985.

BERWANGER, A.L.; CERETTA, C.A.; SANTOS dos D.R. Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **R. Bras. Ci. Solo**, v.32, n.6, p.2525-2532, 2008.

CARVALHO, P.C. de F.; FISHER, V.; SANTOS dos, D.T.; RIBEIRO, A.M.L.; QUADROS de, F.L.F.; CASTILHOS, Z.S.; POLI, H.C.E.C.; MONTEIRO, L.A.G.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; JACQUES, A.V.A. Produção animal no bioma campos sulinos. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 43. Anais..., JoãoPessoa: UFPB, p.125-164, 2006.

CARVALHO, P.C. de F.; ANGHINIONI, I.; KUNRATH, T.R.; MARTINS, A.P.; COSTA, S.E.V.G.A de.; SILVA da, F.D.; ASSMANN, J.M.; LOPES, M.L.T.; PFEIFER, F.M.; CONTE, O.; SOUZA de, E.D. **Integração soja-bovinos de corte no Sul do Brasil**. Boletim Técnico. Porto Alegre. 60 p. 2011.

CHIEN, S.H.; PROCHNOW, L.I.; TU, S.; SNYDER, C.S. Agronomic and environmental aspects of phosphate fertilisers varying in source and solubility: an update review. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.89, n.2, p.229-255, 2011.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Ed.10ª, Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 400p, 2004.

CRAWFORD, A.E.; GOURLEY, C.J.P. Pasture responses to lime over five years are limited and variable. **Australian Agronomy Conference**, 10. Proceedings..., Hobart, Tasmania. Session 3, p.1130-1300, 2001.

DABAAN, M.E.; MAGADLELA, A.M.; BRYAN, W.B.; ARBOGAST, B.L.; PRIGGE, E.C.; FLORES, G.; SKOUSEN, J. Pasture development during brush clearing with sheep and goats. **Journal of Range Management**: v.50, n.2, p.217-221, 1997.

DELFINO, D.O.; RIVERO, L.D.; PIZZIO, M.R.; FERNÁNDEZ, J.G. Validacion de la fertilizacion fosfórica em campos de productores de Curuzú Cuatia – Corrientes. In: **Reunión de grupo técnico em forrajeras del Cono Sur – Zona Campos**. Sistemas de Produccion – caminos para una integración sustentable, 19. Anais ..., Mercedes, Corrientes, Argentina. p.258, 2002.

ERNANI, P.R.; NASCIMENTO, J.A.L., CAMPOS, M.L.; CAMILLO, R.J. Influência da combinação de fósforo e calcário no rendimento de milho. **R. Bras. Ci. Solo**. v.24, n.3, p.537-544, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **EMBRAPA**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 306p, 2006.

FERREIRA, E.T.; NABINGER,C.; FREITAS de, A.K.; ELEJALDDE, D.A.G.; SCHMITT, F.; BRAMBILLA, D.M. Melhoramento do campo nativo: tecnologias e o impacto no sistema de produção. In: **Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos. Ênfase: bovinos de corte - princípios produtivos biotécnicas e gestão**. 13. Anais..., ULBRA, Canoas/RS, p.27-88, 136p, 2008.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A. Dinâmica da calagem superficial em um Latossolo Vermelho distrófico. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 29, n. 2, p. 235, 2005.

FLORES, J.P.C.; CASSOL, L.C.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F de. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v.32, n.6, p.2385-2396, 2008.

GATIBONI, L.G.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J.B.R.; BRUNETTO, G.; SAGGIN, A.; FLORES, J.P.C. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de foragem de pastagem natural. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.35, n.8, p.1663-1668, 2000.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G. Superphosphate and rock phosphates as P-source for grass-clover pasture on a limed acid soil of Southern Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.34, n.17-18, p.2503-2514, 2003.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.43, n.8, p.1085-1091, 2008.

GATIBONI, L.C.; SMYTH, T.J.; SCHMITT, D.E.; CASSOL, P.C.; OLIVEIRA, C.M.B. Proposta de limites críticos ambientais de fósforo para solos de Santa Catarina. **Boletim Técnico**. Lages/SC: UDESC/CAV, 38p, 2014.

GILLINGHAM, A.G.; MORTON, J.D.; GRAY, M.H. Pasture responses to phosphorus and nitrogen fertilisers on east coast hill country: 2. Clover and grass production from easy slopes. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.51, n.2, p.85-97, 2008.

GOMES, K.E., QUADROS, F.L.P., VIDOR, M.A, DALL'AGNOL, M. RIBEIRO, A M.L. Zoneamento das pastagens naturais do Planalto Catarinense. In: **Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Rurais das Áreas Tropical e Subtropical**, 11. Anais..., Grupos Campos, Lages-SC, EMPASC, 1990.p.304-312, 1989.

GUEVARA, J.C; STASI, C.R.; ESTEVEZ, O.R.; LE HOUÉROU, H.N. N and P fertilization on rangeland production in Midwest Argentina. **Journal of Range Management**. 53, (4), p.410-414, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de Santa Catarina 1995-1996**. Rio de Janeiro, 1996.

JONES, R.J. Phosphorus and beef production in northern Australia. 1. Phosphorus and pasture productivity – a review. **Tropical Grasslands**, v.24, p.131-139, 1990.

JOUANY, C.; CRUZ, P.; PETIBON, P.; DURU, M. Diagnosing phosphorus status of natural grassland in the presence of white clover. **European Journal of Agronomy**, v.21, n.3, p.273-285, 2004.

KAMINSKI, J.; SANTOS dos, D.R.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; SILVA da, L.S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um argissolo sob pastagem natural. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:573-580, 2005.

KLIEWER, I. Alternativas de controle de plantas daninhas sem herbicidas. In: **WORLD CONGRESS ON SUSTAINABLE AGRICULTURE**. 2003.

MARTINS, A.P.; ANGHINONI, I.; ANDRADE COSTA De, S.E.V.G; CARLOS, F.S.; HOLANDA NICHEL De, G.; SILVA, R.A.P.; CARVALHO, P.C. de F. Amelioration of soil acidity and soybean yield after surface lime reapplication to a long-term no-till integrated crop-livestock system under varying grazing intensities. **Soil and Tillage Research**, v.144, p.141-149, 2014.

MASCARENHAS, H.A.A.; ESTEVES, J.A.F de; WUTKE, E.B. Efeito residual da adubação fosfatada aplicada na cultura que antecede o cultivo da soja. Nota Técnica. IAC. **Nucleus**, v.11, n.1, p.73-77, 2014.

McCASKILL, M.; QUIGLEY, P. Fertilising pastures. **Greener pastures for South West Victoria**. Victorian Dep. Of Primary Industries, Hamilton, Australia. Chapter 5, p.43-52, 2006.

NUNES, R.S de.; SOUSA de, D.M.G.; GOEDERT, W.J.; VIVALDI, L.J. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. **R. Bras. Ci. Solo**, v.35, n.3, p.877-888, 2011.

O'CONNOR, M.B.; HUNT, B.J. Use of capital fertiliser and lime to improve pasture production in Northland. **New Zealand Grassland Association**, 57. Proceedings..., p.139-144, 1996.

OLIVEIRA de, L.B.; PITIRINI, D.A.; TIECHER, T.; QUADROS de, F.L.F.; SANTOS dos, D.R. Fósforo microbiano no solo sob pastagem natural afetada pelos distúrbios fogo e pastejo. In: **ZOOTEC – Congresso Brasileiro de Zootecnia: Visão estratégica de cadeias do agronegócio**. Anais..., 19, Águas de Lindóia/SP, FZEA/USP-ABZ, CD-ROM, 2009.

OLIVEIRA de, L.B.; TIECHER, T.; QUADROS de, F.L.F.; SANTOS dos, D.R. Fósforo microbiano em solos sob pastagem natural submetida à queima e pastejo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.35, n.5, p.1509-1515, 2011.

PANDOLFO, C.M.; SHERER, E.E.; VEIGA da, M. Atributos químicos do solo e resposta das culturas à calagem superficial no sistema de plantio direto. Florianópolis: **Epagri. Boletim Técnico**, Nº 158, 38p, 2013.

POOZESH, V.; CASTILLON, P.; CRUZ, P.; BERTONI, G. Re-evaluation of the liming-fertilization interaction in grasslands on poor and acid soils. **Grass and Forage Science**, v.65, n.2, p.260-272, 2010.

PRESTES, N.E.; JACQUES, A.V.A. Sobressemeadura do cornichão (*Lotus corniculatus* L.) cv. São Gabriel em pastagem natural – diferimento e adubação. **Revistade Ciências Agroveterinárias**. CAV/UEDESC. Lages, v.1, n.2, p.73-81,2002.

RAMOS, J.C. “O estado da arte” na pesquisa regional em forragicultura. In: **Reunião do grupo técnico em forrageiras do Cone Sul - Zona Campos – Utilização sustentável e melhoramento de campos naturais do Cone Sul: desafios para o III milênio**. 17. Anais..., Lages/SC. p.19-28. 156p, 1998.

RHEINHEIMER, D.S dos.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.C.; GATIBONI, L.C. Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:797-805, 2000.

SALLIS, M. G da.; SIEWERDT, L. Combinação entre N, P, K e calcário na produtividade de matéria seca e proteína bruta da forragem de campo natural de planossolo. **R. Bras. Agrocência**. Pelotas/RS, v.6, n.2, p.157-162, 2000.

SANTANA, G.S.; DICK, D.P.; JACQUES, A.V.A.; CHITARRA, G.D.S. Substâncias húmicas e suas interações com Fe e Al em latossolo subtropical sob diferentes sistemas de manejo de pastagem. **R. Bras. Ci. Solo**, v.35, n.2, p.157-160, 2011.

THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H.J.; PANDOLFO, C.; SILVA Jr, V.P.; BACIC, I.Z.; LAUSNETO, J.; SOLDATELLI, D.; GEBLER, E.F.; DALLEORE, J. de; SUSKI, P.P. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina**; 01/99. Florianópolis: Epagri, CD-ROM, 1999.

TIECHER, T.; OLIVEIRA, L.B.; RHEINHEIMER, D.S dos.; QUADROS de, F.L.F.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Phosphorus application and liming effects on forage production, floristic composition and soil chemical properties in the Campos Biome, southern Brazil. **Grass and Forage Science**. v.69, n.4, p.567-579, 2014.

VICCINI, R.; ASSMANN, T.S.; SOARES, A.B.; ASSMANN, A.L.; RUOSO, A.; CAMBRUZZI, M.A.; BUENO, E.A.C.; ASSMANN, J.M. Efeito de massa de forragem sobre atributos químicos de um cambissolo sob vegetação de campo nativo melhorado no Sul do Brasil. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 41. Anais..., Campo Grande/MS, CD-ROM, FORR 421, 2004.

WHEELER, D.M.; O'CONNOR, M.B. Why do pastures respond to lime? **New Zealand Grassland Association Proceedings...**, 60, p.57-61, 1998.

4 - CAPÍTULO II

**RESPOSTA DE UMA PASTAGEM NATURAL, COM
INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES DE ESTAÇÃO FRIA, À
APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE DIFERENTES NÍVEIS
DE CALCÁRIO E DE FÓSFORO**

4.1- RESUMO

A pecuária de corte no Planalto Catarinense é praticada, principalmente, em pastagens naturais. Este ecossistema, por pressão de outras atividades, está sendo substituído por florestamentos e culturas de grãos. A pressão econômica, em primeiro lugar, e ambiental, por consequência, deve-se aos baixos índices de produtividade da produção animal, que inviabilizam a atividade e a manutenção destes campos. Com a perspectiva de proporcionar maior rentabilidade e preservar este ecossistema buscou-se responder questões quanto ao melhoramento de campo nativo. Conduziu-se um experimento de 01/2010 a 12/2013, a 1.140 metros de altitude. Os tratamentos consistiram na distribuição superficial de calcário, 3,6; 7,2; 11,0 e 14,4 t ha⁻¹; distribuição de P, na forma de SFT, 35; 70; 105 e 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹; conjuntamente com sobressemeadura de trevo-branco, trevo-vermelho, cornichão, azevém, festuca e capim-lanudo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e 3 repetições. Os níveis de calcário foram distribuídos nas parcelas principais e as doses de P nas subparcelas. Não houve interação significativa (P>0,10) entre os tratamentos de calcário e fósforo. Houve uma potencialização dos efeitos isolados de calcário e de P. O calcário, com 11,0 t ha⁻¹, teve com produção máxima de forragem, de 3.932,2 kg MS ha⁻¹, no 2º ano. O trevo-vermelho foi a espécie que melhor respondeu a este corretivo, nos níveis de 7,2 a 11,0 t ha⁻¹, durante os quatro anos. O fósforo produziu respostas significativas quanto à produção de forragem durante todo período experimental. A forragem atingindo seu teto produtivo no 2º ano, 4.419,4 kg MS ha⁻¹ com 140 kg P₂O₅ ha⁻¹. O trevo-vermelho, neste ano produziu 2.956,6 kg MS ha⁻¹, com a mesma dosagem. O trevo-vermelho estabeleceu-se e persistiu melhor que as demais espécies com os níveis crescentes de calcário e P. O calcário e P, em superfície, concentraram seus efeitos principalmente até 5cm. Com 14,4 t de calcário o pH chegou a 6,04, o Al a 0,03

$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e a saturação por bases a 74,56%. Nesta camada, $140 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, elevou o P para $12,08 \text{ mg kg}^{-1}$. A aplicação de dose de 1/8 ($3,6 \text{ t ha}^{-1}$) da recomendação de calcário permite o estabelecimento e a persistência de leguminosas introduzidas em campo nativo; a aplicação de 1/8 ($3,6 \text{ t ha}^{-1}$) da dose da recomendação oficial de calcário associada com doses crescentes de fósforo aumentam linearmente a produção de forragem em campo nativo. Essa potencialização se deve, principalmente, ao efeito benéfico do fósforo no incremento produtivo das leguminosas forrageiras introduzidas.

Palavras-chave: Campo nativo. Fertilidade. Doses. Calcário. Fósforo. Introdução de espécies.

4.2 ABSTRACT

The beef cattle in Santa Catarina plateau is mainly produced in natural pastures. This ecosystem, by pressure from other activities, is being replaced by afforestation and grain crops. Economic pressure, first and environmental therefore, it should be of animal production to low productivity rates, which render the activity and the maintenance of these fields. With the prospect of providing higher profitability and preserve this ecosystem we search to answer questions regarding the improvement of native pasture. To do so, we conducted an experiment from 01/2010 to 12/2013. The treatments consisted in the surface distribution of limestone, 3,6; 7,2; 11,0 and 14,4 t ha⁻¹; distribution P as triple superphosphate, 35; 70; 105 to 140 kg ha⁻¹ P₂O₅; together with oversowing white-clover, red-clover, birdsfoot trefoil, ryegrass, tall-fescue and velvet-grass. The experimental design was a randomized block design in a split plot arrangement 4x4 and 3 replications. Limestone levels were distributed in the main plots and P in the subplots. There was no significant interaction (P>0.10) between the limestone and phosphate treatments. There was a potentiation of the isolated effects of limestone and P. The limestone, with 11,0 t ha⁻¹, had a maximum forage yield of 3.932,2 kg DM ha⁻¹ in the 2nd year. The red-clover was the species that best responded to this correction, the levels of 7,2 to 11,0 t ha⁻¹ during the four years. The P produced significant responses for forage production throughout the experimental period. Forage reaching its production ceiling in the 2nd year, 4.419,4 kg DM ha⁻¹ with 140 kg P₂O₅ ha⁻¹. The red-clover, that year, produced 2.956,6 kg DM ha⁻¹, with the same level. The red clover was established and persisted better than the other species with increasing levels of limestone and limestone and P. The P in surface, mainly concentrated their effects up to 5cm. With 14,4 t of lime the pH reached 6,04, the Al to 0,03 cmol_c kg⁻¹ and bases saturation to 74.56%. This layer, 140 kg ha⁻¹ P₂O₅, P increased to 12,08 mg kg⁻¹. Limestone levels of 1/8 of official

recommendation allow for establishment and persistence of introduced legume in natural pasture.

Keywords: Natural pasture. Fertility. Lime. Phosphorus. Species sod-seeding.

4.3 INTRODUÇÃO

Dos campos naturais existentes em Santa Catarina, que totalizavam 1.325.000 ha (IBGE, 1996), com nove tipos fisionômicos diferentes (GOMES et al., 1989), a maior parte ainda concentra-se no Planalto Catarinense, que chegava a representar 60% deste total. Entretanto, por estes números estarem defasados, estima-se que esta área esteja substituída em mais de 400,000 ha por cultivos diversos (CÓRDOVA et al., 2012) dentre os quais, além da produção de grão, o florestamento tem sido o principal responsável (BOLBRINI, 2009). Diante deste cenário, e mesmo pelas limitações ambientais impostas quanto à fertilidade natural dos solos, que apresenta-se aquém dos níveis desejáveis para a produção vegetal, solos também ácidos e com elevado conteúdo de alumínio (Al) trocável, além do relevo acidentado, grande presença de pedras sobre a vegetação campestre e de afloramentos rochosos, este recurso forrageiro natural ainda é a principal fonte alimentar, que proporciona sustento para a produção de bovinos e ovinos. Apenas 30% da extensão territorial do Planalto Catarinense é passível de uma agricultura mais intensiva (THOMÉ et al., 1999). Estas pastagens também caracterizam-se por apresentar marcante estacionalidade produtiva, visto que são formadas basicamente por espécies de estação quente, nas quais predominam os sistemas produtivos extensivos com lotações fixas durante todo ano, que varia de 0,3 a 0,4 unidades animais (UA) ha⁻¹. Como reflexo do manejo adotado pela grande parte dos produtores, dificilmente consegue-se transpor os valores em produtividade que situam-se de 60 a 70 kg de peso vivo (PV) ha⁻¹ ano⁻¹ (CARVALHO et al., 2006). Assim, a manutenção destas pastagens faz com que se exija que as técnicas de uso adotadas preservem os recursos naturais como um todo, bem como proporcionem índices produtivos que permitam aos produtores a permanência na atividade e garantam a sustentabilidade dos sistemas de

produção (CASTILHOS et al., 2011). Uma das alternativas para reverter a situação vigente poderia ser a introdução de espécies de estação fria e de alto valor forrageiro sobre a pastagem nativa existente. Esta tecnologia permite que seja elevada a produção e qualidade da forragem, assim como reduzir os efeitos de sua sazonalidade produtiva (FONTANELI E JACQUES, 1991; BARTHOLOMEW E WILLIAMS, 2010), principalmente quando as espécies introduzidas apresentam ciclo de crescimento diferente da vegetação existente (BARTHOLOMEW, 2005). O uso de espécies de leguminosas para este fim apresenta fundamental importância por tratar-se de diversos materiais forrageiros de elevada produção e qualidade, além de possuírem a capacidade de fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico (FBN) ao solo, através da associação mutualista com bactérias do gênero *Rhizobium*, beneficiando desta forma, todas as espécies presentes na mistura forrageira, como também proporcionam maior produção de forragem e incremento crescente da fertilidade do solo (PRESTES & JACQUES, 2002; PRESTES E CÓRDOVA, 2004). Contudo, as leguminosas têm maiores demandas por fósforo (P), fazendo que para se conseguir adequada implantação e estabelecimento, é preponderante o seu fornecimento em níveis satisfatórios (CARÁMBULA et al., 1994). Ou seja, as leguminosas introduzidas em pastagem natural apresentam maiores necessidades de P do que aquelas de ocorrência espontânea, e que são mais adaptadas aos baixos níveis deste nutriente. Condição esta que é generalizada nos solos que dão suporte físico e químico aos campos naturais (Mas, 1992).

Em Santa Catarina, o primeiro resultado em produtividade animal obtido pelo melhoramento de campo nativo (MCN), com a introdução de espécies, em ensaio conduzido na Estação Experimental de Lages (EEL), foi de 299 kg PV ha⁻¹ ano⁻¹ (RITTER E SORRENSON, 1985). Este valor foi quase duplicado em Campo Belo do Sul/SC, quando

obteve-se na recria de novilhas e na terminação de novilhos 511,63 kg PV ha⁻¹, com ganho médio diário (GMD) de 0,789 kg an⁻¹ dia⁻¹ e carga animal (CA) de 648 kg PV ha⁻¹, como produtividade média de três propriedades, em 305 dias de pastejo praticados em cada um dos três anos do período de avaliação (CÓRDOVA et al., 2012).

A introdução de espécies de estação fria, como alternativa para elevar a produção de forragem das pastagens nativas envolve menor investimento financeiro, mantém a estrutura física do solo e não elimina as espécies nativas que, em determinada época do ano, podem contribuir para melhorar a composição da forragem (BARRETO et al., 1978), como também, reduz o risco de erosão e a compactação do solo, causada pelo pisoteio dos animais (BARTHOLOMEW, 2005). Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram: avaliar a produção de MS dos componentes da pastagem natural sobresemeada com espécies de estação fria, em função dos diferentes níveis de calcário e fósforo aplicados; avaliar o estabelecimento e a persistência das espécies introduzidas; e avaliar o comportamento do corretivo e do fertilizante fosfatado ao longo do perfil do solo.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre janeiro de 2010 a dezembro de 2013, em área de campo nativo, do tipo fisionômico “Palha Fina”, caracterizado pelo predomínio de capim mimoso (*Schizachyrium tenerum* Nees). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb, correspondendo ao mesotérmico com verões brandos. O solo, de acordo com a classificação da EMBRAPA (2006), se caracteriza como Nitossolo Bruno. A área experimental fica situada no município de Lages/SC a 1.140 metros acima do nível do mar e seu ponto central, que possui 0,8 ha, apresenta

as seguintes coordenadas geográficas: Latitude Sul 28° 01' 30,79'' e Longitude Oeste 50° 25' 03,13''.

Tratamentos:

- Aplicação de calcário dolomítico, com PRNT de 60%, em superfície, nas doses de 12,5; 25,0; 37,5 e 50,0% da recomendação da CQFS – RS/SC (2004), para cultivo convencional. Percentuais estes que correspondem a 3,6; 7,2; 11,0 e 14,4 t ha⁻¹;
- Aplicação de fósforo em superfície, na forma de superfosfato triplo (SFT), nas dosagens de 25,0; 50,0; 75,0 e 100,0% da recomendação da CQFS – RS/SC (2004), para cultivo convencional de consorciações de gramíneas e de leguminosas de estação fria. Percentuais estes que correspondem a 35,0; 70,0; 105,0 e 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹;
- Introdução de espécies: trevo-branco (*Trifolium repens* L.) cv. Zapicán (3 kg ha⁻¹); trevo- vermelho (*Trifolium pratense* L.) cv. Quinquelli (5 kg ha⁻¹); cornichão (*Lotus corniculatus* L.) cv. São Gabriel (5 kg ha⁻¹); azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) cv. Comum (30 kg ha⁻¹); festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.) cv. El Palenque (15 kg ha⁻¹) e capim-lanudo (*Holcus lanatus* L.) cv. La Magnólia (6 kg ha⁻¹). As sementes das espécies de leguminosas foram inoculadas com *Rhizobium* específico e devidamente peletizadas.

A sobressemeadura das espécies introduzidas, nas densidades já referidas, aconteceu em 14 de julho de 2010, após gradagem superficial, com a passagem de rolo compactador logo a seguir.

As parcelas mediram 6x3m (18m²), sendo que a área útil (desconsiderando as bordaduras de 1m) totalizou 4x1m (4m²). O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com parcelas subdivididas, com 3 repetições. Os

níveis de calcário foram distribuídos na parcela principal e as doses de fósforo foram aplicadas nas subparcelas.

Em 29 de janeiro de 2010, antes do início do experimento, realizou-se coleta de 20 sub-amostras de solo em toda área de 0,8 ha, as quais formaram uma única amostra composta, para posterior análise de rotina e consequente determinação dos atributos químicos para determinação das doses de calcário e fósforo (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo, prévios à aplicação dos tratamentos de níveis de calcário, fósforo e nitrogênio. Lages, Santa Catarina.

Profundidade (cm)	Argila (%)	pH (1:1)	Índice SMP	P (mg/dm ³)	K	M.O. (%)	Al (cmol _c /dm ³)	Ca	Mg	Saturação Base (V%)
0-5	47	4,3	4,5	5,4	217	5,3	2,81	3,11	2,41	19,94
5-10	54	4,1	4,5	5,1	54	4,8	7,88	1,98	1,61	13,25
10-15	57	4,0	4,3	4,9	94	4,6	5,48	1,53	1,12	8,60
15-20	57	3,9	4,3	7,0	68	4,3	6,35	1,27	0,77	6,73

Fonte: Laboratório de análises de solo da UDESC/CAV.

Tabela 2 - Interpretação do teor de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1, para teores de argila que estão na faixa de 41 a 60%, conforme CQFS - RS/SC (2004).

Interpretação	P (mg kg ⁻¹)
Muito baixo	≤ 3
Baixo	3,1 - 6,0
Médio	6,1 - 9,0
Alto	9,1 - 18,0
Muito alto	> 18,0

Fonte: CQFS - RS/SC (2004).

As amostragens foram feitas nas profundidades referidas na Tabela 1, previamente à aplicação dos tratamentos e posteriormente em 15/06/2011; 03/05/2012 e 25/04/2013, mas anteriormente a adubação de manutenção anual, em uma única perfuração por subparcela. Quanto à análise e discussão dos resultados, somente serão abordados o comportamento da

acidez (pH em água), do Al trocável, da saturação por bases (V%) e do P.

As coletas foram feitas com trado tipo ‘calador’(CQFS–RS/SC, 2004), com diâmetro de 10cm e analisadas no Laboratório de Solos da UDESC/CAV, em Lages/SC. A adução de manutenção consistiu em uma dose de P equivalente a 30% do nível do mesmo fertilizante aplicado por ocasião da sobressemeadura, ou seja, da adubação de base, conforme recomendação da CQFS–RS/SC, 2004.

No ano de 2011, houve um problema quanto à identificação das amostras de solo coletadas. Como a etiqueta auto-adesiva de identificação não aderiu adequadamente externamente à embalagem, optou-se por colocá-la internamente. Desta forma, a umidade contida no solo amostrado fez com que tenha havido a deterioração da etiqueta. Tendo como resultado a perda de uma grande parte de amostras. Nos anos seguintes, de 2012 e 2013, resolveu-se esta questão, sendo assim, então, possível analisar as amostras na sua totalidade. Como ocorreu uma similaridade muito grande entre os atributos químicos do solo nos anos de 2012 e 2013, decidiu-se fazer a análise estatística levando-se em conta os valores médios destes dois anos, ou seja, do terceiro e quarto anos.

A demarcação e distribuição das diferentes doses de calcário ocorreram em 9 de fevereiro de 2010, sendo que em 14 de junho de 2010 realizou-se uma roçada de limpeza e emparelhamento. Em 7 de julho de 2010, fez-se a gradagem superficial. Nesta mesma data, realizou-se a aplicação dos diferentes níveis de fósforo, em cada uma das subparcelas.

As medidas de altura da pastagem, na condição de pré é pós corte foram feitas em todas as avaliações, com o uso de haste graduada em centímetros, cujo um marcador corre livremente por toda extensão desta ‘régua’, denominada Sward Stick (BARTHAM, 1985). Esta ‘régua’ foi disposta aleatoriamente, em três locais, sobre a pastagem contida na

área útil de cada unidade experimental, verificando-se e anotando-se o valor demarcado pelo marcador deste equipamento (Tabela 2).

Para determinação da produção da forragem, foram feitos cortes com uso de motosegadeira de parcelas marca Agromáquinas Finardi, Modelo M 03, com faixa de corte de 1,0m de largura e regulada para cortar a 8,0cm de altura. A pastagem colhida verde, na área útil de 4m², em cada data de avaliação, foi pesada e posteriormente subamostrada, sendo esta pesada novamente. O material contido em cada subamostra foi submetido à separação botânica, na EEL, nos seguintes componentes da pastagem: gramíneas nativas, leguminosas nativas, trevo-branco, trevo-vermelho, cornichão, azevém, festuca, capim-lanudo, plantas indesejáveis e material morto.

Para determinação da produção de MS, cada componente devidamente embalado e identificado em sacos de papel, foi mantido em estufa de ar forçado à temperatura de 65°C, até atingir peso constante, ou seja, por aproximadamente 72 horas, e novamente pesado. As quantidades, de cada um dos componentes da pastagem, originadas em cada uma das avaliações de corte, foram transformadas para a unidade de kg de MS ha⁻¹ e totalizados anualmente, conforme o seguinte agrupamento: foram considerados 2 cortes para o 1º ano (30/11/2010 e 11/01/2011), 4 para o 2º ano (05/04/2011, 15/06/2011, 19/10/2011 e 04/01/2012), 2 para o 3º ano (29/03/2012 e 06/12/2012) e 2 para o 4º ano (12/04/2013 e 05/11/2013). O manejo de cortes foi definido em função de observação visual utilizando-se como critério o ponto de pastejo médio de todo experimento, independente dos tratamentos aplicados. Este procedimento foi adotado em função da distância da área experimental, deslocamento e alimentação das pessoas envolvidas em cada avaliação, mesmo tendo conhecimento que haveria prejuízo à produção da pastagem em vista da senescência e morte de componentes

vegetais. Condição esta provocada pelo intervalos longos entre os cortes, que variaram em número de vezes que foram realizados em cada um dos quatro anos experimentais, em função do que foi exposto acima e da sazonalidade produtiva inerente a estas pastagens.

Tabela 3 - Altura da pastagem, em cm, nas condições de pré e pós corte de avaliação. Valores médios compostos pela média das três leituras realizadas em cada repetição e média das três repetições de cada tratamento de doses de calcário e de fósforo, aplicadas sobre pastagem natural sobressemeada com espécies de estação fria. Lages, Santa Catarina.

Calcário t ha ⁻¹	Fósforo kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	1º ano		2º ano		3º ano		4º ano	
		Pré corte	Pós corte	Pré corte	Pós corte	Pré corte	Pós corte	Pré corte	Pós corte
3,6	35	16,8	9,6	23,2	10,0	15,6	8,4	21,9	8,1
3,6	70	17,4	9,2	23,2	9,4	15,7	8,3	23,6	7,8
3,6	105	17,1	9,8	24,1	9,5	15,8	8,2	23,3	7,9
3,6	140	18,5	9,5	25,7	9,6	16,7	8,7	24,0	8,2
7,2	35	16,8	8,7	25,9	10,3	15,4	8,6	19,2	8,1
7,2	70	18,9	9,9	26,9	10,3	16,4	7,6	23,4	7,6
7,2	105	16,9	8,7	25,4	9,6	15,9	9,4	23,7	7,7
7,2	140	19,4	9,8	26,9	9,7	16,4	7,8	26,8	7,4
11,0	35	18,2	8,4	25,9	9,9	15,7	8,5	22,3	7,8
11,0	70	19,4	8,4	27,8	9,7	16,9	7,9	24,1	8,4
11,0	105	19,7	8,4	27,2	9,3	17,6	8,0	23,1	8,2
11,0	140	17,4	8,3	29,1	9,8	17,7	7,9	22,7	7,9
14,4	35	15,3	8,3	23,9	8,0	16,6	8,7	22,3	7,4
14,4	70	18,3	8,9	24,4	10,4	17,3	8,3	23,8	8,2
14,4	105	17,4	8,4	24,2	8,6	16,3	8,6	21,9	7,9
14,4	140	18,8	8,3	25,6	8,9	16,8	9,1	26,1	7,5
Média anual		17,9	8,9	25,6	9,6	16,4	8,4	23,3	7,9

Tanto para a avaliação do estabelecimento (estande inicial), como para a determinação de persistência das espécies introduzidas (estande final), utilizou-se quadrados de ferro com 20cm de lado, jogados três vezes ao acaso sobre a área útil de cada subparcela, em 17 de novembro de 2010 e 22 de janeiro de 2014, respectivamente. Então, com este quadrado disposto sobre a pastagem, fez-se a contagem do número de plantas de cada espécie introduzida, contidas na dimensão de seu interior.

A partir da primeira avaliação de 2011, após cada corte, foi permitido o livre acesso de animais bovinos, de diversas categorias, por um período de 3 a 5 dias, para pastarem as bordaduras laterais. Com isto, pode se promover o efeito de pastejo e pisoteio sobre a pastagem em cada uma das condições dos tratamentos impostos. Os resultados obtidos, de cada variável avaliada, foram submetidos à análise de variância. Sendo o efeito dos tratamentos aplicados, de diferentes doses de calcário e de fósforo, analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais (linear e quadrático). O nível de significância adotado foi de 10% de probabilidade.

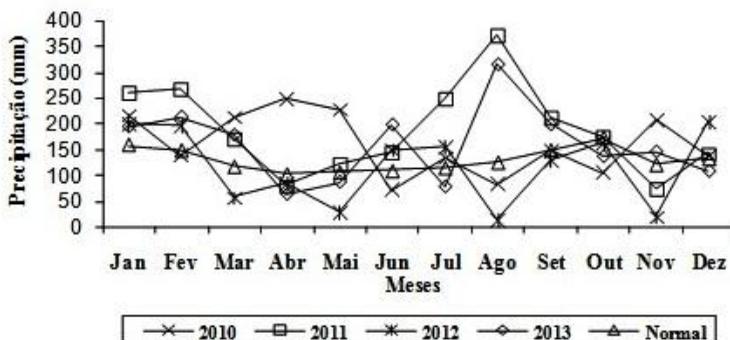


Figura 1 - Precipitação pluviométrica acumulada mensalmente durante o período de condução do experimento.

Fonte: Dados coletados pela Epagri - Estação Meteorológica Experimental de Lages, Santa Catarina.

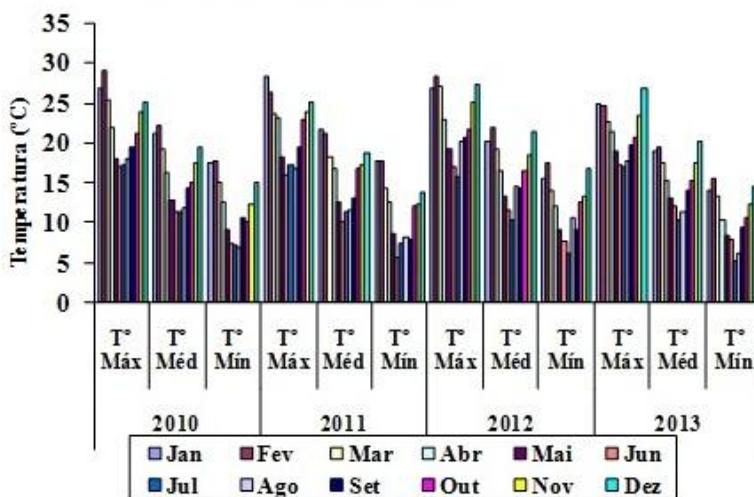


Figura 2 - Temperaturas máxima (T° Máx), média (T° Méd) e mínima (T° Mín), em $^{\circ}\text{C}$, mensais que ocorreram durante o período experimental.

Fonte: Dados coletados pela Epagri - Estação Meteorológica Experimental de Lages, Santa Catarina.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções de MS da pastagem natural, de modo geral, independentemente dos tratamentos aplicados, ficaram muito aquém do que poderia se esperar, conforme resultados registrados nas tabelas a seguir e discutidos oportunamente. Esta baixa produção obtida de maneira generalizada pode ser atribuída a altura de ceifa realizada em todos os cortes em cada ano (Tabela 3), com a motosegadeira sendo ajustada a 8cm de altura do solo. Ou seja, grande parte de material forrageiro ou não, escapou da ação de corte praticado. Outro motivo para a baixa produção pode ser explicado em função do manejo de cortes adotado, com intervalos longos entre os mesmos e o número variável em que ocorreram em cada ano experimental, conforme descrito em Material e Métodos.

Uma vez que não houve interação significativa entre as combinações dos tratamentos de diferentes doses de calcário e de fósforo aplicados sobre a pastagem natural, em relação à produção de MS dos componentes nativos e introduzidos, os resultados dos respectivos tratamentos serão discutidos separadamente.

Os níveis de calcário promoveram diferenças sobre a produção de gramíneas nativas ao longo de todo o período experimental, de quatro anos: quadrático ($P \leq 0,10$), linear ($P \leq 0,10$), linear ($P \leq 0,01$) e novamente quadrático ($P \leq 0,10$) no primeiro, segundo, terceiro e quarto anos, respectivamente (Tabela 4). Para esta resposta imediata em termos dos tratamentos diferirem já a partir do primeiro ano, supondo que o calcário não tenha tido tempo suficiente de reação contra as fontes de acidez do solo, é possível que a fixação biológica do nitrogênio (FBN) também tenha contribuído, estando esta resposta de acordo com a importância da FBN para a disponibilização de N para as gramíneas, quando em misturas forrageiras (NAZARCO, 2008). GOH E BRUCE, 2005; PEOPLES E BALDOCK, 2001 utilizaram N marcado (^{15}N) em consórcios forrageiros com gramíneas e leguminosas, na Nova Zelândia e Austrália e observaram fixação biológica de N de 26 a 34 e 20 a 25 kg N_2 fixado t^{-1} MS de leguminosas produzidas, respectivamente.

De maneira geral, este comportamento errático do componente gramíneas nativas, em termos dos diferentes modos de resposta, sem um padrão definido e constante, durante os quatro anos, provavelmente tenha ocorrido em função da competição exercida pela demais espécies introduzidas até o terceiro ano, uma vez que no último ano este componente participou, em produção de MS, de forma muito expressiva na composição da forragem, e muito superior aos anos anteriores, com 2.252,0; 1.736,9; 2.009,1 e 2.074,2 kg MS ha^{-1} , para as doses de calcário de 3,6; 7,2; 11,0 e 14,4 t ha^{-1} , respectivamente (Tabela 4). Contrariamente a esta avaliação,

durante três anos, em pastagem natural localizada na Depressão Central/RS, sobressemeada com trevo-branco, a combinação de doses de calcário, de zero; 1,5; e 3,0 t ha⁻¹, com ou sem adubações de cobertura e de manutenção, na forma de N-P-K, concluiu-se que o calcário não teve efeito significativo ($P>0,05$) sobre a produção de forragem (CASTILHOS E JACQUES, 2000). A diferença entre os tratamentos, de maior significância ($P\leq 0,01$), foi obtida no terceiro ano, com o aumento da produção em MS associada linearmente ao aumento dos níveis de calcário, com produções de 879,7; 679,7; 1.044,8 e 997,4 kg MS ha⁻¹, na mesma ordem dos tratamentos apresentados anteriormente (Tabela 4). Destaca-se que neste ano, a produção das gramíneas nativas, em todos as doses de calcário, foi superior ao somatório de todos os demais componentes da forragem (Tabela 4). Esse fato pode ser explicado por se tratar de um ano em que houve um déficit hídrico muito importante, além de que aconteceu, de maneira involuntária, a entrada de animais equinos na área experimental, logo após o corte de avaliação feito em março de 2012. Com isso, houve um consumo excessivo de toda a pastagem, ficando grande parte da área com solo descoberto, que foi ainda mais agravado pela falta de precipitações regulares (Figura 1). Entretanto, com as respostas em produção das gramíneas nativas, demonstrou ser este componente mais tolerante a um estresse tão severo, ou seja, a capacidade de resiliência da vegetação nativa (NABINGER, 2006; SPIEGELBERGER et al., 2010). Apesar de não ter havido monitoramento no local em que foi conduzido o experimento, o evento de estiagem, que aconteceu em três momentos daquele ano (Figura 1), foi registrado pela Estação Meteorológica da Estação experimental de Lages (EEL), situada à cerca de 30 km de distância. Nesta mesma linha de pesquisa, em pastagem natural (PN), PN adubada (PNA) e PN adubada e sobressemeada com espécies de estação fria (PNM), os resultados aquém do esperado também foram atribuídos ao

baixo regime pluviométrico ocorrido durante o período experimental, na região da Campanha/RS (FERREIRA et al., 2011). Da mesma forma, só que substituindo a PN adubada por PN diferida, os resultados abaixo da expectativa também foram decorrentes do déficit hídrico (CASTILHOS et al., 2011). Afora a condição de déficit hídrico, em Santa Maria/RS, a calagem superficial não teve efeito sobre a produtividade da pastagem natural e nem sobre o azevém sobressemeado, mas o trevo-vesiculoso apresentou resposta positiva ao calcário (GATIBONI et al., 2000). Quanto às leguminosas nativas, este componente foi de participação praticamente nula durante os quatro anos experimentais (Tabela 4). O trevo-branco apresentou baixa produção, sem diferença entre as doses de calcário, também durante todo tempo de avaliação (Tabela 4). Por se tratar de uma espécie com hábito de crescimento prostrado e estabelecimento mais lento (VIDOR et al., 1997) que outras de hábito mais ereto e por se estabelecerem mais rapidamente, como o trevo-vermelho, por exemplo, provavelmente não tenha tido oportunidade de manifestar seu reconhecido potencial forrageiro (JACQUES, 1993), tanto em produção como em persistência, em função da competição imposta, tanto pelas gramíneas nativas como pelas demais espécies sobressemeadas, como pelo manejo de cortes (Tabela 4). Em uma condição muito similar ao Planalto Catarinense, nos Campos de Cima da Serra/RS a introdução de trevo-branco, trevo-vermelho e azevém sobre pastagem nativa teve êxito em solo extremamente ácido, com a necessidade de calcário podendo chegar a $29,7 \text{ t ha}^{-1}$. Porém, a aplicação de apenas $3,0 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário com PRNT de 104%, possibilitou o estabelecimento das espécies introduzidas (JACQUES E NABINGER, 2003).

Os tratamentos de calcário diferiram significativamente entre si, em relação à produção de MS do trevo-vermelho em cada um dos anos avaliados (Tabela 4). Estas diferenças se manifestaram sempre de forma quadrática em todos os anos

(Tabela 4). As mais altas produções de MS situaram-se, em todos estes anos, entre os níveis intermediários de 7,2 e 11,0 t de calcário ha^{-1} . Valores estes que foram de 712,5; 3.068,4; 345,5 e 402,4 kg MS ha^{-1} , no 1º ano com dose de 11,0; no 2º com dose de 7,2; no 3º com dose de também 7,2 e no 4º ano com a dose de 11,0 t de calcário ha^{-1} , respectivamente (Tabela 4). O cornichão apresentou diferença estatística, quanto à produção de MS, em função das quantidades de calcário aplicadas, no primeiro ano (efeito linear: $P \leq 0,05$) e no terceiro ano (linear: $P \leq 0,05$ e quadrática: $P \leq 0,01$), no segundo e quarto anos os tratamentos não diferiram entre si (Tabela 4). Nesta mesma tabela é possível verificar que apesar da não significância no segundo ano, houve uma tendência de aumento da produção de MS, com a elevação dos níveis de calcário, de 181,2; 165,6; 188,7 e 233,3 kg MS ha^{-1} , para calcário nas quantidades de 3,6; 7,2; 11,0 e 14,4 t ha^{-1} (Tabela 4). Mesmo que neste ano tenha contribuído de forma modesta, nos demais anos, apesar de haver ou não diferença estatística entre os tratamentos, sua participação na composição da forragem foi ainda menor (Tabela 4). O cornichão é uma espécie que em misturas forrageiras, como a utilizada neste estudo, não tem apresentado bons resultados, tanto em função da competição exercida pelas demais espécies como por sua necessidade fundamental da ressemeadura natural para poder persistir. Mesmo com observações no sentido de que a manutenção de uma boa população de cornichão pode ocorrer pela sobrevivência da própria planta ou pela ressemeadura natural (BEUSELINCK et al., 1984). Entretanto, suas virtudes como forrageira são amplamente conhecidas como a maior tolerância à acidez do solo, menor exigência em fertilidade e não causar timpanismo (JACQUES, 1993; VIDOR et al., 1997). Após quatro anos de uma única aplicação superficial de 2,0 t de calcário ha^{-1} e de 50 kg P_2O_5 ha^{-1} , houve aumento de 60% na participação das leguminosas introduzidas em pastagem natural, no Sul da Austrália (NIE E ZOLLINGER,

2012). O azevém e a festuca, espécies forrageiras de ciclo anual e perene, respectivamente, apresentaram resultados inferiores ao cornichão (Tabela 4). Sendo assim, a discussão de seus resultados é irrelevante. A não ser que o azevém, mesmo perenizando com extrema facilidade por meio da ressemeadura natural, não teve condições de expressar todo seu alto valor forrageiro, possivelmente devido ao manejo de cortes e a competição existente pelas demais espécies envolvidas, mesmo sendo oportunizado que acontecesse o florescimento e maturação das sementes. A festuca, não só nesta avaliação, não tem se mostrado uma boa competidora, principalmente quando está associada com espécies de mais rápido estabelecimento, como o trevo-vermelho por exemplo.

O componente capim-lanudo, apesar de ter se mostrado significativamente responsivo às quantidades de calcário, de forma quadrática ($P \leq 0,10$), somente no primeiro ano, atingindo como produção máxima de MS, ainda de maneira bastante inexpressiva, de 56,3 kg ha⁻¹, com 11 t de calcário ha⁻¹, foi a espécie que, assim como as demais gramíneas, aumentou sua produção e consequente participação para a formação do componente forragem até o término da avaliação (Tabela 4). Principalmente devido a sua facilidade de perenizar em função da alta capacidade de ressemeadura natural, mesmo sendo de ciclo anual, nas condições climáticas locais. A não ser no último ano, manteve sua produção mais elevada de MS sempre com a quantidade de 11 t de calcário ha⁻¹. Provavelmente devido a que esta espécie apresente seu maior potencial e resposta ao nível anteriormente referido (Tabela 4). Ou seja, uma espécie reconhecida por sua rusticidade quanto à exigência em pH e fertilidade (PUPO, 1985; VIDOR et al., 1997). As plantas indesejáveis, assim como o material morto (MM), não se mostraram sensíveis estatisticamente aos tratamentos. Com exceção do MM no último ano, em que teve uma resposta quadrática ($P \leq 0,10$), com seu maior valor situado na dose mais alta de calcário, com 678,3 kg MS ha⁻¹ em 14,4 t

ha⁻¹, respectivamente (Tabela 4). Devido a problemas de formatação, as Tabelas 4 e 5 não couberam em uma única página. A solução encontrada foi dividir a Tabela 4 em duas partes, assim como a Tabela 5. A primeira parte (Tabelas 4 e 5) refere-se a produção anual de MS das gramíneas nativas (Gn), leguminosas nativas (Ln), trevo-branco (Tb), trevo-vermelho (Tv), cornichão (Cr) e azevém (Az). A segunda parte (Tabela 4 e 5 – continuação) refere-se à produção anual de MS incluindo as gramíneas nativas (Gn), leguminosas nativas (Ln), trevo-branco (Tb), trevo-vermelho (Tv), cornichão (Cr) e azevém (Az), da primeira parte, mais festuca (Ft), capim-lanudo (Cl), plantas indesejáveis (Pi), material morto (MM) e forragem (Fr).

Tabela 4 - Produção anual de MS (kg ha^{-1}) de cada um dos componentes (Gn: gramíneas nativas; Ln: leguminosas nativas; Tb: Trevo-branco; Tv: trevo-vermelho; Cr: cornichão; Az: azevém; Ft: festuca; Cl: capim-lanudo; Pi: plantas indesejáveis; Mm: Material morto; Fr: forragem e MS Total) de uma pastagem natural, com introdução de espécies de estação fria, em resposta a aplicação de diferentes doses de calcário (toneladas ha^{-1}). Lages, Santa Catarina.

Calcário (t ha^{-1})	Produção de Matéria Seca (kg ha^{-1})						
	Gn	Ln	Tb	Tv	Cr	Az	*MS Total
Primeiro ano							
3,6	716,4	0,0	113,4	513,5	81,5	84,6	1.509,4
7,2	788,7	0,0	71,0	655,9	84,2	74,0	1.673,8
11,0	843,5	0,0	102,9	712,5	106,3	83,5	1.848,7
14,4	665,4	0,0	72,1	642,7	121,0	70,5	1.571,7
*CV (%)	25,5	-	83,5	33,9	40,5	44,2	19,3
Linear	ns	-	ns	ns	**	ns	ns
Quadrático	*	-	ns	*	ns	ns	*
Segundo ano							
3,6	746,0	0,0	52,5	2.391,9	181,2	7,1	3.378,7
7,2	679,7	0,0	35,6	3.068,4	165,6	10,9	3.960,2
11,0	529,7	0,2	59,7	2.729,0	188,7	19,3	3.526,6
14,4	577,1	0,0	37,8	2.451,1	233,3	9,0	3.308,3
*CV (%)	28,5	692,8	63,0	18,5	39,6	98,0	15,6
Linear	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Quadrático	ns	ns	ns	***	ns	**	**
Terceiro ano							
3,6	879,7	0,0	0,4	226,1	43,8	0,0	1.150,0
7,2	679,7	0,0	0,0	345,5	21,6	0,0	1.046,8
11,0	1.044,8	0,0	0,1	292,9	21,7	0,0	1.359,5
14,4	997,4	0,0	0,0	297,1	31,4	0,0	1.325,9
*CV (%)	26,4	-	569,7	33,0	63,2	-	17,3
Linear	***	-	ns	ns	**	-	ns
Quadrático	ns	-	ns	*	***	-	ns
Quarto ano							
3,6	2.252,0	0,0	27,3	279,4	29,5	0,0	2.588,2
7,2	1.736,9	0,0	42,0	341,8	27,6	0,0	2.148,3
11,0	2.009,1	0,0	56,2	402,4	34,0	0,0	2.501,7
14,4	2.074,2	0,0	39,0	305,5	36,7	0,0	2.455
*CV (%)	23,2	-	138,4	38,3	97,8	-	17,8
Linear	ns	-	ns	ns	ns	-	ns
Quadrático	*	-	ns	**	ns	-	ns

*MS Total = Somatório dos componentes Gn, Ln, Tb, Tv, Cr e Az.

Tabela 4 (continuação) - Produção anual de MS (kg ha⁻¹) de cada um dos componentes (Gn: gramíneas nativas; Ln: leguminosas nativas; Tb: Trevo-branco; Tv: trevo-vermelho; Cr: cornichão; Az: azevém; Ft: festuca; Cl: capim-lanudo; Pi: plantas indesejáveis; MM: Material morto; Fr: forragem e MS Total) de uma pastagem natural, com introdução de espécies de estação fria, em resposta a aplicação de diferentes doses de calcário (toneladas ha⁻¹). Lages, Santa Catarina.

Calcário (t ha ⁻¹)	Produção de Matéria Seca (kg ha ⁻¹)					
	Ft	Cl	Pi	Mn	Fr	**MS Total
Primeiro ano						
3,6	7,2	23,2	260,6	190,0	1.539,8	1.990,3
7,2	3,3	37,6	211,5	188,0	1.714,6	2.114,0
11,0	4,6	56,3	207,8	271,9	1.909,6	2.389,3
14,4	2,4	16,7	311,3	199,8	1.590,8	2.101,9
*CV (%)	133,6	114,0	84,3	40,2	20,1	19,3
Linear	**	ns	ns	ns	ns	ns
Quadrático	ns	*	ns	ns	**	*
Segundo ano						
3,6	0,0	309,7	92,1	763,1	3.688,5	4.543,7
7,2	0,0	367,5	31,3	836,6	4.327,7	5.195,7
11,0	0,0	405,6	136,1	705,4	3.932,2	4.773,7
14,4	0,3	353,0	114,1	689,0	3.661,7	4.464,8
*CV (%)	692,8	69,6	138,4	24,7	15,9	15,6
Linear	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Quadrático	ns	ns	ns	ns	***	**
Terceiro ano						
3,6	0,0	235,4	137,8	376,2	1.385,4	1.899,4
7,2	0,0	238,7	116,0	445,6	1.285,5	1.847,1
11,0	0,0	254,1	123,4	261,1	1.613,5	1.998,1
14,4	0,0	155,1	67,2	342,7	1.481,0	1.890,9
*CV (%)	-	92,1	73,2	46,1	20,2	17,3
Linear	-	ns	ns	ns	*	ns
Quadrático	-	ns	ns	ns	ns	ns
Quarto ano						
3,6	0,0	558,7	150,5	664,2	3.146,8	3.961,5
7,2	0,8	582,9	109,0	569,8	2.732,1	3.410,8
11,0	0,0	497,2	168,9	554,4	2.998,9	3.722,3
14,4	29,3	316,7	150,5	678,3	2.801,3	3.630,1
*CV (%)	309,9	99,6	69,7	29,9	18,0	17,8
Linear	**	ns	ns	ns	ns	ns
Quadrático	*	ns	ns	*	ns	ns

**MS Total = Somatório de todos componentes (Gn, Ln, Tb, Tv, Cr, Az, Ft, Cl, Pi, Mn e Fr).

Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais.

ns: não-significativo.

*, ** e ***: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

O componente forragem, que congrega todas as demais espécies interesse na formação da dieta animal, parece ter estabilizado sua maior produção de MS, da mesma forma que as gramíneas nativas, com as doses intermediárias de calcário, que foram de 7,2 e 11,0 t ha⁻¹, com os tratamentos diferindo de forma quadrática ($P \leq 0,05$) e ($P \leq 0,01$), e linearmente ($P \leq 0,10$), no 1º, 2º e 3º anos, respectivamente (Tabela 4). Ou seja, possivelmente, a faixa intermediária de 7,2 a 11,0 t de calcário, ou de 25,0 a 37,5% da recomendação oficial, referida em Material e Métodos, seja suficiente para obter-se as maiores produções de forragem em pastagem natural sobresemeada com espécies de estação fria. A igualdade estatística dos resultados de produção de forragem no quarto ano, provavelmente tenha ocorrido em função da diminuição do efeito do calcário pelo tempo decorrido desde sua aplicação em 09/02/2010.

A produção de forragem em pastagens naturais é influenciada de forma direta pelas relações planta-solo-(animal)-clima, sendo que o conteúdo de nutrientes na forragem ou plantas individuais é dependente do status de fertilidade do solo e da taxa de disponibilização dos nutrientes necessários por parte do solo (BLACK & WIGHT, 1976). Quando as condições de fertilidade do solo são baixas, o uso de fertilizantes torna-se essencial para complementar os efeitos benéficos do manejo adequado das pastagens naturais. Potássio (K) e P, de forma geral, elevam a participação de leguminosa em detrimento das gramíneas (FERREIRA et al., 2008b). O comportamento das gramíneas nativas (Tabela 5) confirma o que estes autores também afirmam, visto que este componente foi indiferente estatisticamente às doses de fósforo avaliadas. Com exceção do terceiro ano em que houve uma resposta linear ($P \leq 0,01$) de aumento da produção de MS em função da elevação dos níveis de P. Os quais foram de 888,2; 927,1; 944,0 e 842,5 kg MS ha⁻¹, nas doses de 35, 70, 105 e 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente. Ano em que ocorreu um déficit

hídrico importante (Figura 1) e pastejo intenso provocado pelos animais equinos, as gramíneas nativas demonstraram sua maior tolerância a estas adversidades (resiliência). Salienta-se que em pastagens consorciadas, o P somente será disponibilizado para a gramínea após estar suprida sua necessidade de nitrogênio, que geralmente tem origem na FBN. A contribuição das leguminosas nativas foi nula durante todo o período experimental, independentemente da quantidade de P aplicado (Tabela 5). O trevo-branco apenas no primeiro ano, quantitativamente de maneira muito modesta, acompanhou de forma linear ($P \leq 0,01$) em aumento de MS a elevação dos níveis de P, os quais foram: 56,1; 62,5; 103,1 e 137,8 kg MS ha⁻¹, com 35, 70, 105 e 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente (Tabela 5). O trevo-branco por ser uma espécie de estabelecimento mais lento, teve o seu desempenho produtivo bastante prejudicado pela competição com as demais espécies que compuseram a mistura forrageira. Principalmente com as de estabelecimento mais rápido, como o trevo-vermelho por exemplo. Com respeito a isto, é apropriado afirmar que a competição entre plantas é o fator de maior relevância com respeito à interação que acontece nas comunidades vegetais, e que ocorre principalmente em pastagens naturais.

Mesmo que não se esteja tratando da mesma espécie de leguminosa, neste caso o trevo-branco, mas sim fazendo referência à capacidade de competição do trevo-vermelho: houve declínio acentuado na participação da gramínea *Panicum virgatum* L., em pastagem já estabelecida, no segundo ano, após a sobressemeadura de trevo-vermelho, sendo que a mesma não foi afetada no ano de introdução desta leguminosa (BLANCHET et al., 1995). Em se tratando de trevo-vermelho, somente no terceiro ano é que se mostrou indiferente aos tratamentos de P (Tabela 5). Neste ano, particularmente, as produções de MS, de praticamente todos os componentes da pastagem, foram bastante prejudicadas, em função do estresse hídrico (Figura 1) e pastejo intenso.

Tabela 5 - Produção anual de MS (kg ha⁻¹) de cada um dos componentes (Gn: gramíneas nativas; Ln: leguminosas nativas; Tb: Trevo-branco; Tv: trevo-vermelho; Cr: cornichão; Az: azevém; Ft: festuca; Cl: capim-lanudo; Pi: plantas indesejáveis; Mm: Material morto; Fr: forragem e MS Total) de uma pastagem natural, com introdução de espécies de estação fria, em resposta a aplicação de diferentes doses de fósforo (kg de P₂O₅ ha⁻¹). Lages, Santa Catarina.

Fósforo kg de P ₂ O ₅ ha ⁻¹	Produção de Matéria Seca (kg ha ⁻¹)						*MS Total
	Gn	Ln	Tb	Tv	Cr	Az	
Primeiro ano							
35	764,3	0,0	56,1	480,6	86,5	85,5	1.473,0
70	720,6	0,0	62,5	591,5	97,2	85,1	1.556,9
105	794,0	0,0	103,1	676,1	104,8	60,0	1.738,0
140	735,1	0,0	137,8	776,3	104,3	82,0	1.835,1
*CV (%)	25,5	-	83,5	33,9	40,5	44,2	19,3
Linear	ns	-	***	***	ns	ns	ns
Quadrático	ns	-	ns	ns	ns	ns	*
Segundo ano							
35	661,2	0,2	35,3	2.318,2	143,5	7,7	3.166,1
70	637,8	0,0	48,7	2.596,9	219,8	14,5	3.517,7
105	627,8	0,0	50,4	2.768,8	193,3	10,1	3.650,4
140	605,6	0,0	51,3	2.956,6	212,1	14,0	3.639,6
*CV (%)	28,5	692,8	63,0	18,5	39,6	98,0	15,6
Linear	ns	ns	ns	***	*	ns	ns
Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
Terceiro ano							
35	888,2	0,0	0,0	285,7	25,3	0,0	1.199,2
70	927,1	0,0	0,0	305,6	35,5	0,0	1.268,2
105	944,0	0,0	0,4	283,4	24,1	0,0	1.251,9
140	842,5	0,0	0,1	286,9	33,5	0,0	1.163,0
*CV (%)	26,4	-	569,7	33,0	63,2	-	17,3
Linear	***	-	ns	ns	ns	-	ns
Quadrático	ns	-	ns	ns	ns	-	ns
Quarto ano							
35	2.012,4	0,0	48,1	294,5	43,5	0,0	2.398,5
70	2.129,3	0,0	56,7	287,6	27,4	0,0	2.501,0
105	2.036,5	0,0	26,2	355,4	29,8	0,0	2.447,9
140	1.893,9	0,0	33,5	391,4	27,0	0,0	2.345,8
*CV (%)	23,2	-	138,4	38,3	97,8	-	17,8
Linear	ns	-	ns	**	ns	-	ns
Quadrático	ns	-	ns	ns	ns	-	ns

*MS Total = Somatório dos componentes Gn, Ln, Tb, Tv, Cr e Az.

Tabela 5 (continuação) - Produção anual de MS (kg ha⁻¹) de cada um dos componentes (Gn: gramíneas nativas; Ln: leguminosas nativas; Tb: Trevo-branco; Tv: trevo-vermelho; Cr: cornichão; Az: azevém; Ft: festuca; Cl: capim-lanudo; Pi: plantas indesejáveis; Mm: Material morto; Fr: forragem e MS Total) de uma pastagem natural, com introdução de espécies de estação fria, em resposta a aplicação de diferentes doses de fósforo (kg P₂O₅ ha⁻¹). Lages, Santa Catarina.

Fósforo (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	Produção de Matéria Seca (kg ha ⁻¹)					
	Ft	Cl	Pi	Mn	Fr	**MS Total
Primeiro ano						
35	4,6	34,8	246,7	178,4	1.512,4	1.937,5
70	4,7	40,3	233,3	245,9	1.601,9	2.081,0
105	4,4	12,5	158,2	195,7	1.755,0	2.108,9
140	3,8	46,1	353,0	229,7	1.885,4	2.468,1
*CV (%)	133,6	114,0	84,3	40,2	20,1	19,3
Linear	ns	ns	Ns	ns	***	***
Quadrático	ns	*	*	ns	ns	ns
Segundo ano						
35	0,3	263,2	66,4	643,2	3.429,7	4.139,3
70	0,0	343,2	142,6	801,6	3.861,0	4.805,2
105	0,0	249,7	57,5	725,8	3.900,0	4.683,3
140	0,0	579,8	107,1	823,5	4.419,4	5.350,1
*CV (%)	692,8	69,6	138,4	24,7	15,9	15,6
Linear	ns	***	ns	**	***	***
Quadrático	ns	*	ns	ns	ns	ns
Terceiro ano						
35	0,0	103,0	106,8	312,0	1.302,2	1.721,0
70	0,0	253,6	125,0	326,8	1.521,7	1.973,6
105	0,0	160,1	81,6	344,2	1.412,1	1.837,8
140	0,0	366,6	131,1	442,5	1.529,6	2.103,1
*CV (%)	-	92,1	73,2	46,1	20,2	17,3
Linear	-	***	ns	**	ns	**
Quadrático	-	ns	ns	ns	ns	ns
Quarto ano						
35	6,2	366,2	136,1	506,8	2.771,0	3.413,9
70	8,1	409,6	185,6	617,7	2.918,7	3.722,0
105	6,6	304,5	130,3	578,3	2.759,0	3.467,6
140	9,2	875,3	127,0	763,9	3.230,4	4.121,4
*CV (%)	309,9	99,6	69,7	29,9	18,0	17,8
Linear	ns	**	ns	***	*	***
Quadrático	ns	*	ns	ns	ns	ns

**MS Total = Somatório de todos componentes (Gn, Ln, Tb, Tv, Cr, Az, Ft, Cl, Pi, Mn e Fr).

Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais.

ns: não-significativo.

*, ** e ***: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Mesmo assim, houve algumas exceções como as gramíneas nativas, já discutido anteriormente, o capim-lanudo e material morto, como era de se esperar, devido à estiagem, e MS Total (Tabela 5). Nos demais anos, 1º, 2º e 4º anos, a produção de MS do trevo-vermelho acompanhou linearmente o aumento das doses de fósforo, sendo os níveis de significância na ordem de ($P \leq 0,01$); ($P \leq 0,01$) e ($P \leq 0,05$), respectivamente. Atingindo seu pico de produção no segundo ano, com 2.138,2; 2.596,9; 2.768,8 e 2.956,6 kg MS ha⁻¹, para os níveis de 35, 70, 105 e 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente (Tabela 5). Em sete propriedades, na Nova Zelândia, por um período de 3 anos, níveis crescentes de P, de zero; 30; 60; e 90 kg P₂O₅ ha⁻¹, promoveram aumentos, da mesma forma crescentes, na participação e produção de MS de trevo-branco e de trevo-subterrâneo (GILLINGHAM et al., 2008).

Destaca-se que, assim como em resposta ao calcário (Tabela 4) e ao P (Tabela 5), somente no último ano o trevo-vermelho, entre os demais materiais introduzidos, foi superado em produção por outra espécie, neste caso, o capim lanudo. O cornichão apresentou leve recuperação produtiva no segundo ano, no qual esta espécie teve uma resposta linear ($P \leq 0,10$), em relação às doses de P, sendo que a partir de então voltou a decrescer (Tabela 5). Os possíveis motivos deste comportamento já foram abordados quanto à resposta do cornichão aos níveis de calcário.

Para os componentes azevém e festuca, em virtude de suas baixíssimas e/ou nulas produções a partir do 2º ano, e também por não ter havido significância estatística nos quatro anos, serve também o que foi abordado sobre a resposta destas duas espécies para os tratamentos de calcário. O capim-lanudo, assim como aconteceu como resposta à calagem, apresentou uma evolução em sua produção com o passar dos anos. Em todos estes anos demonstrou ser sensível estatisticamente às doses de fósforo, tanto de forma linear, sendo ($P \leq 0,01$); ($P \leq 0,01$) e ($P \leq 0,05$), para o 2º, 3º e 4º anos, respectivamente, e

quadrática, sendo ($P \leq 0,10$); ($P \leq 0,10$) e ($P \leq 0,10$), nos 1º, 2º e 4º anos, respectivamente (Tabela 5). Independentemente dos graus de significância e em que momentos ocorreram, se isoladamente ou ao mesmo tempo, o importante a se destacar é que esta espécie obteve sua mais alta produção com o nível mais elevado de P, com 46,1; 579,8; 366,6 e 875,3 kg MS ha⁻¹, para 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, no primeiro, segundo, terceiro e quarto anos, respectivamente (Tabela 5). Assim sendo, pode-se afirmar que trata-se de uma espécie forrageira que, apesar de considerada como menos exigente em fertilidade do solo, é responsiva ao aumento dos níveis de fósforo e que talvez não seja tão rústica quanto afirma-se (PUPO, 1985; VIDOR et al., 1997). Principalmente sob níveis baixos de adubação, como os utilizados neste experimento. As plantas indesejáveis somente diferiram estatisticamente de maneira quadrática ($P \leq 0,10$) no primeiro ano, com a maior produção de MS obtida, de 353,0 kg ha⁻¹, com 140 kg P₂O₅ ha⁻¹ (Tabela 5). O MM aumentou sua participação em produção de MS sempre linearmente com a elevação das doses de P, a partir do segundo ano, sendo ($P \leq 0,05$); ($P \leq 0,05$) e ($P \leq 0,01$), para o 2º, 3º e 4º anos, respectivamente. Sua participação de mais alto valor foi obtida no segundo, de 823,5 kg MS ha⁻¹ com 140 kg P₂O₅ ha⁻¹ (Tabela 5). Comportamento que provavelmente tenha ocorrido em função de um maior crescimento da porção verde da pastagem, como um todo, pode-se supor que também haja maior participação de porções senescidas e/ou mortas. O componente forragem, que representa o somatório dos demais constituintes de interesse para o consumo animal, acompanhou, em produção de MS, linearmente o aumento das quantidades de P aplicado (Tabela 5). Isto aconteceu já no primeiro ano, provavelmente pelo uso de uma fonte mais solúvel de P. A não ser no terceiro ano (ns), visto que neste período houve interrupção na produção crescente que estava ocorrendo até então (Tabela 5). Nos três anos restantes a linearidade foi de ($P \leq 0,01$); ($P \leq 0,01$) e ($P \leq 0,10$), para os anos de 2010, 2011 e

2013, respectivamente. No último ano, obteve-se a produção mais elevada de 3.230,4 kg MS ha⁻¹, produzidas com 140 kg P₂O₅ ha⁻¹ (Tabela 5). Em Quaraí/RS, após um ano de avaliação, a produção de forragem em campo nativo (CN), campo nativo adubado (CNA), com 90 kg P₂O₅ ha⁻¹ + 120 kg N ha⁻¹ e campo nativo com o mesmo de nível adubação e sobressemeado com trevo-branco, cornichão e azevém (CNM) foi de 1.876, 4.187 e 5.676 kg MS ha⁻¹, para CN, CNA CNM, respectivamente (FERREIRA et al., 2008a). No Uruguai, em experimentação de longo prazo, sendo de 24 anos para o CN, de 12 anos para CN com introdução de espécie anual (*Lotus subbiflorus*) e de nove anos para CN com introdução de espécie perene (*Lotus uliginosus*), os valores médios para a produção de forragem obtidos foram expressivos, como segue: 4.350, 8.860 e 12.250 kg MS ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente (FORMOSO & COLUCCI, 2008). A MS Total, da mesma forma que a forragem, só que inclusive no terceiro ano, apresentou resposta linear (P≤0,01, no 1º e 2º anos; P≤0,05, no 3º e P≤0,01, no 4º ano), com 5.350,1 kg MS ha⁻¹, produzidos com 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, também no segundo ano (Tabela 5). A aplicação de doses crescentes de P, com 45 kg na semeadura + 30 kg P₂O₅ ha⁻¹ anualmente e 90 kg na semeadura + 60 kg P₂O₅ ha⁻¹ anualmente, em pastagem natural, no Uruguai, com introdução de trevo-branco e cornichão apresentou respostas positivas em produção de MS total, como em produtividade animal (BERMÚDEZ E AYALA, 2002).

A adubação de pastagens tem por objetivos: intensificar a produção animal; reduzir a sazonalidade de produção; introduzir novos recursos forrageiros, mais exigentes em nutrientes; flexibilizar o manejo; e aumentar a fixação de carbono (FONSECA et al., 2011). Sendo que as leguminosas requerem um pH do solo mais alto e também e maior exigência em fósforo. Condições estas que podem ser resolvidas pela calagem e adubação fosfatada, respectivamente. Somente assim conseguem estabelecer e elevar a produção de forragem

(GATIBONI et al., 2000; 2003). Em avaliação conduzida na Estação Experimental de Lages (EEL), não foi possível a introdução de trevos sobre a pastagem natural, quando aplicou-se isoladamente o calcário e o superfosfato triplo. O estabelecimento das leguminosas somente aconteceu com a aplicação conjunta de ambos insumos (RITTER E SORRENSON, 1985).

Conforme já referido anteriormente, não houve interação significativa entre os tratamentos aplicados, tanto no que refere-se aos níveis de calcário, como aos de fósforo, sobre a produção de MS dos diversos componentes da pastagem sobressemeada com espécies de estação fria. Entretanto, quando se dispõe graficamente os resultados obtidos (Figura 3), é possível verificar que existe uma potencialização de seus efeitos, quando aplicados conjuntamente. A totalização das produções anuais de MS de forragem (Figura 3) foi efetuada realizando-se o somatório das produções obtidas em cada um dos cortes, conforme agrupamento de avaliações descrito em Material e Métodos. Nas condições de Santa Maria/RS, em pastagem natural sobressemeada com azevém e trevo-vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi.), em experimento de 12 anos, sempre que se associou a fonte de fósforo (superfosfato simples, superfosfato triplo e fosfato natural de Gafsa) ao calcário obteve-se as mais altas produções de MS de forragem. O fosfato natural somente se equiparou em produção de MS aos solúveis, passados 154 meses do início da experimentação (TIECHER et al., 2014).

Com a dose mais baixa de fósforo, 35 kg ha⁻¹ independentemente da elevação das quantidades de calcário, os resultados foram inferiores às demais combinações destes dois insumos, no somatório de quatro anos das produções de forragem. De maneira geral, as maiores produções foram obtidas com os níveis intermediários de calcário, de 7,2 a 11,0 t ha⁻¹, conjuntamente com o aumento do P aplicado. Contudo, interessante a destacar é que com a dose de 3,6 t de calcário ha⁻¹

¹, as produções se situaram acima de 8.000 kg MS ha⁻¹, para 35, 70 e 105 kg P₂O₅ ha⁻¹. No entanto, quando elevou-se o P para 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, a produção de forragem alcançou seu máximo, ficando acima de 11.200 kg MS ha⁻¹, quase o mesmo obtido com 11 t de calcário ha⁻¹. Ou seja, com 3,6 t de calcário ha⁻¹, que representa 1/8 da recomendação oficial e 1/4 da recomendação usual, determinada de forma empírica, foi possível a introdução das espécies utilizadas na mistura forrageira, neste caso, dando ênfase às leguminosas. Da perspectiva dos produtores em adotarem ou não esta tecnologia, a economia em recurso financeiro com a redução das quantidades ora utilizadas, pode ser decisivo na tomada de decisão. Seja com o objetivo inicial de construir uma condição de fertilidade, para posterior introdução de espécies, ou com o recurso financeiro economizado, tenha condições de ampliar a área de pastagem nativa melhorada, e assim impactar de forma mais consistente o sistema de produção. Assim, a sustentabilidade dos sistemas de produção animal, em pastagem nativa, requer a adoção de práticas de manejo que preservem os recursos naturais, bem como possibilitem índices satisfatórios de produtividade (CASTILHOS et al., 2011).

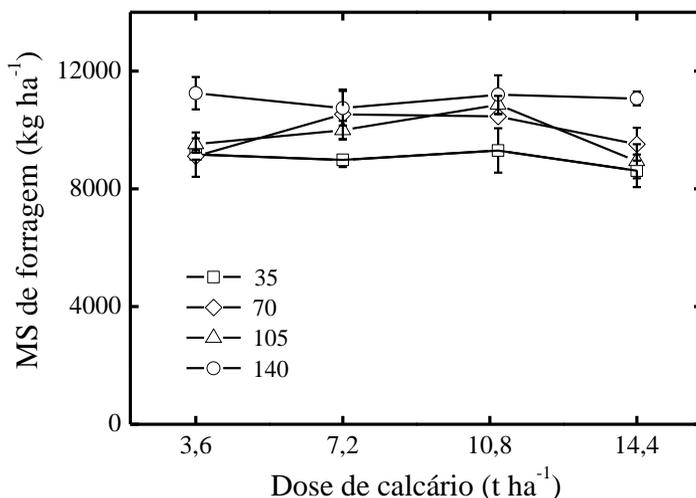


Figura 3 – Produção total de MS de forragem, em kg ha⁻¹, acumulada no período experimental de 4 anos, em função das doses de calcário, em t ha⁻¹, e das doses de fósforo de 35; 70; 105 e 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹, aplicadas superficialmente sobre uma pastagem natural com introdução de espécies de estação fria. Lages, Santa Catarina. Barras verticais indicam o erro padrão da média.

Geralmente em misturas forrageiras, as leguminosas são as espécies mais frágeis com respeito à persistência e longevidade em sistemas pastoris. Para melhorar a perenidade de seu estande, são necessárias informações quanto à formação do banco de sementes do solo e que as condições ambientais sejam favoráveis para a sobrevivência das plântulas (BEUSELINCK et al., 1994). Mesmo tendo conhecimento sobre tais características intrínsecas a cada cultivar, a expressão das mesmas ocorrerá em menor ou maior grau fundamentalmente em função da interação entre genótipo e ambiente (PARSONS et al., 2011). Esta interação teve influência significativa sobre a persistência, quando avaliou-se um total de 174 leguminosas e gramíneas de 103 espécies de

32 gêneros, em seis regiões da Austrália, por um período de três anos (REAL et al., 2011). Confirmando assim a afirmativa dos autores anteriores.

O estande de plantas, de maneira geral para todas espécies sobressemeadas, que é o número de plantas existentes em uma determinada unidade de área, decresceu drasticamente da contagem inicial, realizada para quantificar o estabelecimento efetivo das espécies introduzidas, para a contagem final, que determinou o quanto cada uma destas persistiu às condições climáticas, à condução do experimento, à competição, etc. (Tabela 6). O trevo-branco, o cornichão e o azevém, mesmo passados 8 meses da aplicação dos níveis de calcário mostraram-se indiferentes estatisticamente aos tratamentos de 3,6; 7,2; 11,0 e 14,4 t ha⁻¹, com relação ao n° de plantas m⁻², como também na contagem do estande final. O número de plantas de trevo-vermelho apresentou resposta de igual nível de significância (P≤0,01), tanto de forma linear, como quadrática. Sendo que nesta última seu maior valor foi de 593 pl m⁻², ou seja, em uma dose intermediária, visto que nas dosagens superiores houve redução do estande (Tabela 6). O trevo-branco apresentou o mesmo comportamento de maior estande com mesmo nível de calcário, mas sem diferença entre os demais tratamentos, apesar de acentuada redução com a dose de 14,4 t de calcário ha⁻¹, com 94,4 pl m⁻².

Tabela 6 - Avaliação de persistência das espécies de estação fria introduzidas em uma pastagem natural, sendo a contagem de plantas realizada em 17 de novembro de 2010 (estande inicial) e em 22 de janeiro de 2014 (estande final), em função das diferentes doses de calcário ($t\ ha^{-1}$) aplicadas. Lages, Santa Catarina.

Doses de calcário ($t\ ha^{-1}$)	Número de plantas m^{-2}					
	Trevo Branco	Trevo vermelho	Cornichão	Azevém	Festuca	Capim Lanudo
	Estande inicial					
3,6	141,7	153,5	184,7	284,7	22,2	87,5
7,2	172,9	593,1	170,1	160,4	22,2	54,9
11,0	170,8	152,8	194,4	296,5	56,2	136,1
14,4	94,4	131,2	122,9	209,7	49,3	109,0
*CV (%)	62,9	83,5	47,2	44,6	65,9	65,5
Linear	ns	***	ns	ns	***	**
Quadrático	ns	***	ns	ns	ns	ns
	Estande final					
3,6	22,9	135,4	52,1	0,0	8,3	60,4
7,2	13,9	78,5	41,0	0,7	0,7	59,0
11,0	11,1	58,3	26,4	0,0	1,4	34,0
14,4	32,6	50,7	36,1	0,0	16,7	43,8
*CV (%)	120,1	49,9	72,8	692,8	149,6	60,0
Linear	ns	***	ns	ns	**	ns
Quadrático	ns	**	ns	ns	***	ns

Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais.

ns: não-significativo.

*, ** e ***: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

A festuca e o capim-lanudo com um estande inicial muito inferior às leguminosas apresentaram resposta linear ($P \leq 0,01$), com 22,2; 22,2; 56,2 e 49,3 $pl\ m^{-2}$ e ($P \leq 0,05$), com 87,5; 54,9; 136,1 e 109,0 $pl\ m^{-2}$, nos níveis de calcário de 3,6; 7,2; 11,0 e 14,4 $t\ ha^{-1}$, respectivamente (Tabela 6).

Na contagem final, somente o trevo-vermelho e a festuca continuaram a diferir quanto aos tratamentos impostos. Porém, a festuca, mesmo com este comportamento de resposta, praticamente desapareceu da pastagem, assim como o azevém, que teve o pior desempenho entre as demais. Neste momento, o trevo-vermelho participou com o maior nº $pl\ m^2$, com 135,4, na

mais baixa quantidade de calcário distribuído, de 3,6 t ha⁻¹, com diferença quadrática ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 6). Este comportamento, após ter decorrido quatro anos, provavelmente indique que não há necessidade de altas doses do corretivo utilizado, para manter um estande aceitável desta espécie. Visto que especificamente com relação ao cornichão, populações inferiores a 30,0 pl m⁻², em cultivo estreme, são insuficientes para apresentarem uma aceitável produção de MS por unidade de área (McGRAW et al, 1986). Caso este n° possa ser usado como indicativo de um estande mínimo satisfatório, somente o trevo-vermelho e o próprio cornichão, entre as leguminosas, apresentaram valores acima deste número. Também destaca-se o capim-lanudo, que mesmo com esta redução de estande (Tabela 6), foi a espécie introduzida mais produtiva no quarto ano de avaliação, somente ficando abaixo das gramíneas nativas (Tabela 4).

Na Tabela 7, verifica-se que entre as seis espécies introduzidas, ambas bem estabelecidas, somente o trevo-vermelho e a festuca manifestaram diferença estatística em relação aos níveis de P, sendo de efeito linear ($P \leq 0,05$) e quadrático ($P \leq 0,05$), respectivamente, na contagem do estande inicial.

Tabela 7 - Avaliação de persistência das espécies de estação fria introduzidas em uma pastagem natural, sendo a contagem de plantas realizada em 17 de novembro de 2010 (estande inicial) e em 22 de janeiro de 2014 (estande final), em função das diferentes doses de fósforo (kg de P₂O₅ ha⁻¹) aplicadas. Lages, Santa Catarina.

Doses de Fósforo (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	Número de plantas m ⁻²					
	Trevo Branco	Trevo vermelho	Cornichão	Azevém	Festuca	Capim Lanudo
	Estande inicial					
35	162,0	298,6	184,7	269,4	44,4	102,1
70	104,2	231,3	141,7	252,1	29,9	109,7
105	191,7	293,8	184,0	202,8	29,2	81,3
140	121,5	206,9	161,8	227,1	46,5	94,5
*CV (%)	62,9	83,5	47,2	44,6	65,9	65,5
Linear	ns	**	ns	ns	ns	ns
Quadrático	ns	ns	ns	ns	**	ns
	Estande final					
35	27,8	91,7	40,3	0,0	7,6	43,1
70	13,2	79,9	41,0	0,0	4,2	50,7
105	16,7	75,0	43,8	0,7	9,7	47,9
140	2,3	76,4	30,6	0,0	5,6	55,6
*CV (%)	120,1	49,9	72,8	692,8	149,6	60,0
Linear	**	*	ns	ns	ns	ns
Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais.

ns: não-significativo.

*, ** e ***: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

O trevo-vermelho, na contagem inicial, ao contrário do que podia se esperar, como também aconteceu com relação ao calcário (Tabela 6), reduziu sua participação com o aumento dos níveis de P, valores de 298,6; 231,3; 293,8 e 206,9 pl m⁻², nas quantidades de 35, 70, 105 e 140 kg P₂O₅ ha⁻¹, respectivamente. (Tabela 7). Mesmo sem haver significância estatística, as outras leguminosas, trevo-branco e cornichão, também apresentaram igual comportamento (Tabela 7), assim como para os tratamentos de calcário (Tabela 6). Com dito anteriormente, os tratamentos de P produziram efeito

quadrático sobre a participação da festuca na contagem de plantas do estande inicial, com número máximo de 46,5 pl m⁻², com 140 kg P₂O₅ ha⁻¹ (Tabela 7).

Na contagem de encerramento do experimento houve queda acentuada do estande para todas espécies introduzidas. Somente a participação de trevo-branco e do trevo-vermelho diferiu linearmente ($P \leq 0,05$) e ($P \leq 0,10$), respectivamente, em função nos níveis de fósforo aplicados (Tabela 7). Novamente como ocorreu na contagem do estande inicial, houve decréscimo do nº de plantas com a elevação das doses de P, sendo que o número de plantas das demais espécies introduzidas não diferiu estatisticamente (Tabela 7). O cornichão, nos dois momentos de contagem, se mostrou indiferente ao P aplicado (Tabela 7). Provavelmente por se tratar de uma espécie menos exigente em fertilidade (JACQUES, 1993; VIDOR et al., 1997). O azevém desapareceu da pastagem da contagem inicial para a final e com a festuca aconteceu praticamente o mesmo (Tabela 7), tendo como consequência as produções de MS, quanto aos níveis de calcário e fósforo, apresentadas nas Tabelas 4 e 5.

Os efeitos da calagem em superfície são mais pronunciados sobre solos com textura mais grosseira do que sobre os de textura fina, devido à alta capacidade tampão destes últimos (FAGERIA E BALIGAR, 2008). A frente de alcalinização formada pela calagem superficial avança lentamente e atinge taxas maiores quando se adicionam doses mais elevadas de calcário, sendo que seu efeitos concentram-se de forma mais expressiva até 10cm de profundidade no perfil do solo (KAMINSKI et al., 2005; PANDOLFO et al., 2013).

Então, na porção mais superficial do solo, de 0-5cm, o pH variou significativamente ($P \leq 0,01$), tanto de modo linear com quadrático (Tabela 8). Porém, parece que o efeito linear melhor se aplica, visto que sua elevação de 5,35; 5,37; 5,68 e 6,04 associou-se às doses de 3,6; 7,2; 11,0 14,4 t de calcário ha⁻¹, respectivamente. Havendo, portanto, aumento progressivo e

constante entre as quantidades de calcário e os valores de pH (Tabela 8). Com relação ao Al, seu teor no solo também diferiu linearmente, assim como a V%, sendo ambos ao nível de ($P \leq 0,01$). O conteúdo de Al foi reduzindo gradativamente de 0,67; 0,46; 0,10 e 0,03 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, nas doses crescentes de calcário de 3,6; 7,2; 11,0 e 14,4 t ha^{-1} , respectivamente (Tabela 8).

As alterações de valores de pH, Al trocável e saturação por bases (V%) que realmente tem importância e relevância para o crescimento das plantas ocorreram na camada de 0-5cm, mesmo que nas camadas inferiores também tenha havido diferenças estatísticas. Para o pH até a profundidade de 15-20cm e para Al até 10cm. Do mesmo modo que nesta avaliação, também em Nova Gales do Sul, Austrália, os efeitos da calagem superficial ficaram limitados à profundidade de 5cm no perfil do solo (SMITH et al., 1994). Por uma questão de justiça, em função do pioneirismo no estudo das pastagens naturais, tem-se que fazer um registro, mesmo que apesar do longo tempo decorrido: em melhoramento de campo natural na Depressão Central/RS, com introdução de espécies de estação fria, os valores de pH elevaram-se na ordem de 4,8; 5,8; 6,2 e 6,4, com os aumentos das doses de calcário de 0, 1,2 e 4 t ha^{-1} , na camada de 0-10cm, respectivamente. Sendo que na camada dos 10-20 cm, as modificações do pH foram de pequena magnitude (OLIVEIRA E BARRETO, 1976).

Destaca-se que com a dose mais baixa de calcário, de 3,6 t ha^{-1} , que representa 1/8 da recomendação oficial, foi possível passar de uma condição inicial de 2,64 (Tabela 1) para 0,67 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, ou seja, 394% menos Al na camada de 0-5cm. Sendo que a quantidade 14,4 t ha^{-1} praticamente zerou o Al trocável nesta mesma profundidade, diminuído da condição inicial de 2,81 (Tabela 1) para 0,03 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Tabela 8).

A saturação por bases apresentou acréscimo em seus valores conforme aumentaram as doses de calcário de 3,6; 7,2;

11,0 e 14,4 T ha⁻¹, com valores de V% iguais a 50,06; 56,38; 66,69 e 74,56, respectivamente (Tabela 8). Sendo que na condição anterior à aplicação dos tratamentos (Tabela 1) o valor, nesta mesma camada de 0-5cm, era de 19,94, ou seja, no nível inferior de calcário, 3,6 t ha⁻¹, houve um aumento de 2,5 vezes e com 14,4 t de calcário ha⁻¹, o valor alcançado foi 3,7 vezes superior. Com níveis de 2,8; 6,6; e 10,3 t de calcário ha⁻¹, não foi possível elevar os valores de saturação por bases esperados, de 30; 60; e 90%, respectivamente, passados três meses da aplicação superficial, em pastagem natural de Ponta Grossa/PR (WEIRICH NETO et al., 2000).

Tabela 8 – Valores médios do 3º e 4º anos de pH em água, teores de alumínio (Al) trocável ($\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) e de percentagem de saturação por bases (V%) em diferentes profundidades do solo, em resposta a aplicação de diferentes doses de calcário (t ha^{-1}), em uma pastagem natural, com introdução de espécies de estação fria, na média dos níveis de fósforo. Lages, Santa Catarina.

Doses de calcário (t ha^{-1})	pH	Al	V%
	0-5 cm		
3,6	5,35	0,67	50,06
7,2	5,37	0,46	56,38
11,0	5,68	0,10	66,96
14,4	6,04	0,03	74,56
CV (%)	6,21	147,68	18,97
Linear	***	***	***
Quadrático	***	ns	ns
5-10 cm			
3,6	4,74	3,33	19,54
7,2	4,63	3,17	14,61
11,0	4,76	2,70	21,52
14,4	4,85	2,88	21,33
C.V. (%)	2,93	23,27	32,86
Linear	**	**	ns
Quadrático	**	ns	ns
10-15 cm			
3,6	4,61	4,58	10,82
7,2	4,45	4,67	7,99
11,0	4,61	4,24	9,90
14,4	4,61	4,33	9,28
C.V. (%)	2,66	14,18	34,81
Linear	ns	ns	ns
Quadrático	*	ns	ns
15-20 cm			
3,6	4,60	5,11	7,53
7,2	4,41	5,14	5,09
11,0	4,60	4,82	5,52
14,4	4,62	5,23	6,26
C.V. (%)	2,95	10,58	40,00
Linear	ns	ns	ns
Quadrático	**	ns	ns

Na avaliação em questão, conseguiu-se alcançar os percentuais acima referidos, nas respectivas doses utilizadas. Em experimentos conduzidos por WHEELER E O'CONNOR (1998) e RHEINHEIMER et al. (2000) comprovou-se que a correção da acidez do solo é proporcional à dose de calcário aplicada, que independe do modo de aplicação, superficial ou incorporada. Caso seja em superfície, a profundidade em que ocorre a correção é proporcional à dose e ao tempo decorrido.

Quando se adicionam fosfatos ao solo, ocorrem várias reações físico-químicas que os transformam em substâncias fosfatadas complexas, as quais passam a controlar, via solo, a disponibilidade de P às plantas. A rapidez destas reações depende da estrutura e da energia de ligação do fosfato utilizado (RHEINHEIMER et al., 2001). Da mesma forma como que ocorreu com o calcário, os teores de fósforo no solo sofreram as alterações de maior expressão e significância também na camada mais superficial avaliada, de 0-5cm. Nas demais maiores profundidades os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 9). O P concentrou-se mais superficialmente no Estado de Goiás, em cultivos sucessivos de soja e milho, quando a maior proporção do P foi distribuído a lanço, houve maior acúmulo de fósforo camada 0-2,5cm. (BARBOSA et al., 2015). Na camada de 0-5cm os teores de P acompanharam de forma linear ($P \leq 0,01$) e quadrática ($P \leq 0,05$) o aumento das doses aplicadas de P. Apesar de uma forte tendência em favor da linearidade, a significância quadrática explique-se devido à diminuição da intensidade de aumento dos teores de P na medida em que aumentaram os níveis deste nutriente, promovendo inflexão na curva de resposta. Os quais foram de 35, 70, 105 e 140 kg P_2O_5 ha⁻¹, que proporcionaram a elevação dos teores de P para 7,05; 10,56; 11,64 e 12,08 mg kg⁻¹ (Tabela 9). Situando-se nas classes de teores de P no solo como médio, alto, alto e alto, respectivamente (Tabela 2). A concentração dos efeitos sobre os teores de P na camada de 0-5cm, em função das doses crescentes de P_2O_5 , se deve à

característica de pouca mobilidade deste nutriente, em função de ser fortemente fixado às partículas de solo (GATIBONI et al., 2014). E ao fato de que neste experimento houve grande participação das leguminosas introduzidas, que fizeram uso do P aplicado, não permitindo sua descida a 10cm, como ocorreu no experimento em que não houve a sobressemeadura de leguminosas de estação fria (Capítulo 1 – Tabela 7).

Tabela 9 – Teores de fósforo (P) em diferentes profundidades do solo, em resposta a aplicação de diferentes doses do elemento (kg de P_2O_5 ha^{-1}) em uma pastagem natural, com introdução de espécies de estação fria, na média dos níveis de calcário. Lages, Santa Catarina.

Doses de fósforo (kg de P_2O_5 ha^{-1})	Teores de P (mg kg^{-1}) no solo (Mehlich-1)			
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm
35	7,05	3,99	2,69	1,93
70	10,56	4,05	2,28	1,65
105	11,64	4,15	2,48	2,15
140	12,08	4,15	2,45	1,71
C.V. (%)	35,98	43,53	64,72	46,73
Linear	***	ns	ns	ns
Quadrático	**	ns	ns	ns

Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais.

ns: não-significativo.

*, ** e ***: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Foi conduzido experimento de longa duração, na Depressão Central/RS, com cultivo de milho, no verão, e aveia-preta mais azevém no inverno, em diferentes manejos do solo e distribuição da adubação com N-P-K, nas quantidades de 120, 90 e 70 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente. Após 18 anos, independentemente do grau de mobilização do solo e da forma de aplicação do fertilizante, tanto o P quanto a distribuição de raízes concentraram-se na camada de 0-10cm (COSTA et al., 2009). Em outra condição edafoclimática, cultivos de diferentes culturas, em sistemas de plantio direto e

convencional, após 14 anos, a maior concentração de P ficou localizada na camada de 0-10cm e de 0-20cm, respectivamente, em Planaltina/DF (NUNES et al., 2011). Ou seja, em sistemas de cultivo reduzido, o P aplicado superficialmente, tende a concentrar-se em menores profundidades. Nos Campos de Cima da Serra/RS, a calagem, adubação e a introdução de espécies sobre a pastagem natural, realizada há sete e 24 anos, elevou os teores de Ca, Mg e P no solo, a saturação por bases, o pH e reduziu a acidez potencial (HERINGER et al., 2002).

4.6 CONCLUSÃO

A aplicação de dose de 1/8 ($3,6 \text{ t ha}^{-1}$) da recomendada de calcário permite o estabelecimento e a persistência de leguminosas introduzidas em campo nativo;

A aplicação de 1/8 ($3,6 \text{ t ha}^{-1}$) da dose da recomendação oficial de calcário associada com doses crescentes de fósforo aumentam linearmente a produção de forragem em campo nativo. Essa potencialização se deve, principalmente, ao efeito benéfico do fósforo no incremento produtivo das leguminosas forrageiras introduzidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, N.C.; ARRUDA, E.M.; BROD, E.; PEREIRA, H.S. Distribuição vertical do fósforo no solo em função dos modos de aplicação. **Bioscience Journal**, v.31, n.1, p.87-95, 2015.

BARRETO, I.L.; VINCENZI, M.L.; NABINGER, C. Melhoramento e renovação de pastagens. In: **Simpósio sobre manejo de pastagens**, 5. Anais..., Piracicaba, SP, p.28-63, 1978.

BARTHOLOMEW, P.W. Comparison of conventional and minimal tillage for low-input pasture improvement. **Online - Forage and Grazinglands – Plant Management Network**, <http://naldc.nal.usda.gov/naldc/download.xhtml?id=11901&content=PDF>, 2005.

BARTHOLOMEW, P.W.; WILLIAMS, R.D. Overseeding unimproved warm-season pasture with cool-and warm-season legumes to enhance forage productivity. **Journal of Sustainable Agriculture**, v.34, n.2, p.125-140, 2010.

BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. Midlotnian: Hill Farming research **Organization-Biennial Report**, p.29-30, 1985.

BERMÚDEZ, R; AYALA, W. El fósforo en la producción de forraje y carne en mejoramientos. In: **Reunión de grupo tecnico em forrajeras del Cono Sur – Zona Campos**. Sistemas de Produccion – caminos para una integración sustentable, 19. Anais ..., Mercedes, Corrientes, Argentina. p.189, 2002.

BEUSELINCK, P.R.; PETERS, E.J.; Mc GRAW, R.L. Cultivar and management effects on stand persistence of birdsfoot trefoil. **Agronomy journal**, v.76, p.490-492, 1984.

BEUSELINCK, P.R.; BOUTON, J.H.; LAMP, W.O.; MATCHES, A.G.; McCASLIN, M.H.; NELSON, C.J.; RHODES, L.H.; SHEAFFER, C.C.; VOLENEC, J.J. Improving legume persistence in forage crop systems. **Journal of Production Agriculture**, v.7, n.3, p.311-322, 1994.

BOLDRINI, I.I. Introdução Geral. In: **Biodiversidade dos campos do planalto das araucárias**. Brasília: MMA, Série Biodiversidade, v.30. 240p, 2009.

BLACK, A.L.; WIGHT, J.R. Nitrogen and phosphorus availability in a fertilized rangeland ecosystem of the Northern Great Plains. **Journal of Range Management**: v.49, n.6, p.456-460, 1972.

BLANCHET, K.M.; GEORGE, J.R.; GETTLE, R.M.; BUXTON, D.R.; MOORE, K.J. Establishment and persistence of legumes interseeded into switchgrass. **Agronomy journal**, v.87, n.5, p.935-941, 1995.

BULLOCK, J.M. Plant competition and population dynamics. In: **The ecology and management of grazing systems**. HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). Guilford: CAB International. p.69-100, 1996.

CARÁMBULA, M.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E.; BERMÚDEZ, R. Siembra de mejoramientos en cobertura. **Boletim de Divulgação**, 46. INIA, Uruguay. 19p, 1994.

CARVALHO,P.C.deF.; FISHER, V.; SANTOS dos, D.T.; RIBEIRO, A.M.L.; QUADROS de, F.L.F.; CASTILHOS, Z.S.; POLI, H.C.E.C.; MONTEIRO, L.A.G.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; JACQUES, A.V.A. Produção animal nobiomacamosulinos.In:**Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**,43. Anais...,JoãoPessoa: UFPB, p.125–164, 2006.

CASTILHOS, Z.M.S de.; JACQUES. A.V.A. Pastagem natural melhorada pela sobressemeadura de trevo branco e adubação. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, v.6, n.1, p.19-25, 2000.

CASTILHOS, Z.M.Sde.; NABINGER, C.; VARGAS, A.F.C da.; GOMES, M.F.A de.; PIRES, G.S da.; GOMES, R.G.A. Unidade de validação: práticas de manejo do campo nativo em área de pecuarista familiar em solo suscetível à arenização no Bioma Pampa – Porto Alegre/RS: Fepagro, **Circular Técnica**, n.27, 21p, 2011.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Ed.10^a, Porto Alegre, SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 400p, 2004.

CÓRDOVA, U.A.; PRESTES, N.P.; SANTOS, O.V.; RAMOS, C.I. Validação da tecnologia de melhoramento de pastagens naturais no Planalto Sul de Santa Catarina. **RevistadeCiências Agroveterinárias**. CAV/UEDESC.Lages,v.11,n.1, p.54-62,2012.

COSTA, S.E.V.G.A de.; SOUZA de, E.D.; ANGHINONI, I.; FLORES, J.P.C.; CAO, E.G.; & HOLZSCHUH, M.J. Phosphorus and root distribution and corn growth as related to long-term tillage systems and fertilizer placement. **R. Brás. Ci. Solo**, v.33, n.5, p.1237-1247, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **EMBRAPA**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 306p, 2006.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Ameliorating soil acidity of tropical Oxisols by liming for sustainable crop production. **Advances in agronomy**, v.99, p.345-399, 2008.

FERREIRA, E.T.; NABINGER,C.; FREITAS de, A.K.; ELEJALDDE, D.A.G.; CARASSAI, I.J.; CARASSAI, I.J.; GORELIK, D.; SCHMITT, F.; TISCHLER, M.R. Influência da adubação e introdução de espécies hibernais sobre parâmetros produtivos de uma pastagem natural na fronteira Oeste do RS. In: **Reunion Del Grupo Técnico em Forrajas del Cono Sul – Innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad**, 22. Anais..., Minas, Uruguay. ISBN: 978-9974-38-258-9, CD-ROM: 123, 2008a.

FERREIRA, E.T.; NABINGER,C.; FREITAS de, A.K.; ELEJALDDE, D.A.G.; SCHMITT, F.; BRAMBILLA, D.M. Melhoramento do campo nativo: tecnologias e o impacto no sistema de produção. In: **Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos. Ênfase: bovinos e corte-princípios produtivos biotécnicas e gestão**. 13. Anais..., ULBRA, Canoas/RS, p.27-88, 136p, 2008b.

FERREIRA, E.T.; NABINGER,C.; FREITAS de, A.K.; ELEJALDDE, D.A.G.; FREITAS de, A.K.; CARASSAI, I.J.; SCHMITT, F. Fertilization and oversowing on natural grassland: effects on pasture characteristics and yearling steers performance. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.9, p.2039-2047, 2011.

FONSECA da, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; SANTOS, M.E.R. Adubação de pastagens: inovações e perspectivas. In: **ZOOTEC – Congresso Brasileiro de Zootecnia: Inovações Tecnológicas e Mercado Consumidor**, 21. Anais..., Maceió/AL, UFAI-ABZ, CD-ROM, 2011.

FONTANELI, R.S.; JACQUES, A.V.A. Melhoramento de pastagem nativa com introdução de espécies temperadas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.26, n.10, p.1787-1793, 1991.

FORMOSO, D.; COLUCCI, P.E. Productividad de mejoramientos de campo natural em Cristalino Central, Uruguay. In: **Reunion Del Grupo Técnico em Forrajas del Cono Sul** - Innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad, 22. Anais..., Minas, Uruguay. ISBN: 978-9974-38-258-9, 167, 2008.

GATIBONI, L.G.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J.B.R.; BRUNETTO, G.; SAGGIN, A.; FLORES, J.P.C. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.35, n.8, p.1663-1668, 2000.

GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G. Superphosphate and rock phosphates as P-source for grass-clover pasture on a limed acid soil of Southern Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.34, n.17-18, p.2503-2514, 2003.

GATIBONI, L.C.; SMYTH, T.J.; SCHMITT, D.E.; CASSOL, P.C.; OLIVEIRA, C.M.B. Proposta de limites críticos ambientais de fósforo para solos de Santa Catarina. **Boletim Técnico**. Lages/SC: UDESC/CAV, 38p, 2014.

GILLINGHAM, A.G.; MORTON, J.D.; GRAY, M.H. Pasture responses to phosphorus and nitrogen fertilisers on east coast hill country: 2. Clover and grass production from easy slopes. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.51, n.2, p.85-97, 2008.

GOH, K.M.; BRUCE, G.E. Comparison of biomass production and biological nitrogen fixation of multi-species pastures (mixed herb leys) with perennial ryegrass-white clover pasture with and without irrigation in Canterbury, New Zealand. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. n.110, p.230-240, 2005.

GOMES, K.E., QUADROS, F.L.P., VIDOR, M.A, DALL'AGNOL, M. RIBEIRO, A M.L. Zoneamento das pastagens naturais do Planalto Catarinense. In: **Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Rurais das Áreas Tropical e Subtropical**,11. Anais..., Grupos Campos, Lages-SC, EMPASC, 1990. p.304-312, 1989.

HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, M. Características de um latossolo vermelho sob pastagem natural sujeita à ação prolongada do fogo e de práticas alternativas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.309-314, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de Santa Catarina 1995-1996**.Rio de Janeiro,1996.

JACQUES, A.V.A. Melhoramento de pastagens naturais: Introdução de espécies de estação fria. In: **Campo Nativo: Melhoramento e Manejo**. Esteio, RS, FEDERACITE IV, p. 24-31, 1993.

JACQUES, A. V. A.; & NABINGER, C. Estudo da vegetação campestre e de alternativas sustentáveis para a prática das queimadas de pastagens naturais na região dos Campos de Cima da Serra. In: **As pastagens nativas gaúchas**. 11, Federacite. p.55-83. 122p, 2003.

KAMINSKI, J.; SANTOS dos, D.R.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; SILVA da, L.S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um argissolo sob pastagem natural. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:573-580, 2005.

MAS, C. Mejoramientos extensivos: antecedentes. In: **Mejoramientos extensivos en la Región Este**. Resultados Experimentales. Treinta y Tres, INIA. - Estacion Experimental del Este. Uruguay, p.01-11, 1992.

McGRAW, R.L.; BEUSELINCK, P.R.; INGRAM, K.T. Plant population density effects on seed yield of birdsfoot trefoil **Agronomy journal**, v.78, p.201-205, 1986.

NAZARCO, O. Sod seeding - Seeding forages into existing stands using minimal tillage. Winnipeg. **Manitoba Forage Council**. Canada. 39p, 2008.

NIE, Z.N.; ZOLLINGER, R.P. Impact of deferred grazing and fertilizer on plant population density, ground cover and soil moisture of native pastures in steep hill country of southern Australia. **Grass and Forage Science**, v.67, n.2, p.231-242, 2012.

NUNES, R.S de.; SOUSA de, D.M.G.; GOEDERT, W.J.; VIVALDI, L.J. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. **R. Bras. Ci. Solo**, v.35, n.3, p.877-888, 2011.

OLIVEIRA de, O.L.P.; BARRETO, I.L.. Efeito de calcário e método de semeadura no comportamento de espécies forrageiras temperadas no melhoramento de pastagem natural. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.11, n.5, p. 9-56, 1976.

PANDOLFO, C.M.; SHERER, E.E.; VEIGA, M.da. Atributos químicos do solo e resposta das culturas à calagem superficial no sistema de plantio direto. Florianópolis: **Epagri. Boletim Técnico**, Nº 158, 38p, 2013.

PARSONS, A.J.; EDWARDS, G. R.; NEWTON, P.C.D.; CHAPMAN, D.F.; CARADUS, J.R.; RASMUSSEN, S.; ROWARTH, J.S. Past lessons and future prospects: plant breeding for yield and persistence in cool- temperate pastures. **Grass and Forage Science**, v.66, n.2, p.153-172, 2011.

PEOPLES, M.B.; LILLEY, D.M.; BURNETT, V.F.; RIDLEY, A.M.; GARDEN, A.M. Effects of surface application of lime and superphosphate to acid soils on growth and N₂ fixation by subterranean clover in mixed pasture swards. **Soil Biology and Biochemistry**. v.27, n.4/5, p.663-671, 1995.

PEOPLES, M.B.; BALDOCK, J.A. Nitrogen dynamics of pastures: nitrogen fixation inputs, the impact of legumes on soil nitrogen fertility, and the contributions of fixed nitrogen to Australian farming systems. **Animal Production Science**, v.41, n.3, p.327-346, 2001.

PRESTES, N.E.; JACQUES, A.V.A. Sobressemeadura do cornichão (*Lotus corniculatus* L.) cv. São Gabriel em pastagem natural – diferimento e adubação. **RevistadeCiências Agroveterinárias**. CAV/UEDESC.Lages,v.1,n.2, p.73-81,2002.

PRESTES,N.E.; CÓRDOVA,U.A de. Introdução de espécies em campos naturais. In: **Melhoramento e manejo de pastagens naturais no Planalto Catarinense**. Florianópolis:Epagri, cap.2,p.107-173. 274p. 2004.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas, SP. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 343p. 1985.

REAL, D.; LI, G.D.; CLARK, S.; ALBERTSEN, T.O.; HAYES, R.C.; DENTON, M.D.; D'ANTUONO, M.F.; DEAR, B.S. Evaluation of perennial forage legumes and herbs in six Mediterranean environments. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.71, n.3, p.357-369, 2011.

RITTER, W.; SORRENSON, W.J. **Produção de bovinos no Planalto Catarinense, Brasil: situação atual e perspectivas**. Eschborn: GTZ, 172p, 1985.

RHEINHEIMER, D.S dos.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.C.; GATIBONI, L.C. Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:797-805, 2000.

RHEINHEIMER, D.S dos.; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Mitos e verdades sobre o uso de fosfatos naturais na agroecologia. **Nota Técnica Nº 1**. UFSM, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos. Santa Maria/RS. 2001.

SMITH, C.J.; PEOPLES, M.B.; KEERTHISINGHE, G.; JAMES, T.R.; GARDEN, D.L.; TUOMI, S.S. Effects of surface applications of lime, gypsum and phosphogypsum on alleviating of surface and subsurface acidity in a soil under pasture. **Aust. J. Soil Res.**, 32, 995-1008, 1994.

THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H.J.; PANDOLFO, C.; SILVA Jr, V.P.; BACIC, I.Z.; LAUSNETO, J.; SOLDATELLI, D.; GEBLER, E.F.; DALLEORE, J. de; SUSKI, P.P. **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina**; 01/99. Florianópolis: Epagri, CD-ROM, 1999.

TIECHER, T.; OLIVEIRA, L.B.; RHEINHEIMER, D.S dos.; QUADROS de, F.L.F.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Phosphorus application and liming effects on forage production, floristic composition and soil chemical properties in the Campos Biome, southern Brazil. **Grass and Forage Science**. v.69, n.4, p.567-579, 2014.

VIDOR, M.A . ; DALL'AGNOL, M.; QUADROS de, F.L.F. Principais forrageiras para o Planalto de Santa Catarina. Florianópolis. Epagri, **Boletim Técnico**, Nº 86. 51p. 1997.

WEIRICH NETO, P.H.; CAIRES, E.F.; JUSTINO, A.; DIAS, J. Correção da acidez do solo em função de modos de incorporação de calcário. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v.30, n.2, p.257-261, 2000.

WHEELER, D.M.; O'CONNOR, M.B. Why do pastures respond to lime? **New Zealand Grassland Association Proceedings...**, 60, p.57-61, 1998.

5 - ANEXO I

RESPOSTA DE UMA PASTAGEM NATURAL À APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE DIFERENTES NÍVEIS DE NITROGÊNIO

5.1 RESUMO

Os sistemas de produção da pecuária de corte no Planalto Catarinense têm como principal componente da dieta alimentar a forragem produzida pelos campos naturais. Em função dos baixos índices de produtividade desta atividade este ecossistema está sob grande pressão por parte de cultivos florestais, principalmente, e lavouras comerciais de grãos. Assim, pecuária de corte tem sido forçada a ser praticada em áreas marginais, não adequáveis a tal atividade. A única forma para que estes campos sejam preservados, assim como a pecuária de corte a partir deles, é que os indicadores produtivos ora vigentes aumentem ao ponto em que se justifique economicamente permanecer na atividade. Para isto, é obrigatório o uso de tecnologias que proporcionem aumentos significativos em produtividade, e assim a pecuária de corte possa competir em condição de vantagem com os demais usos agrícolas destes campos, e de forma mais sustentável ambientalmente. Com a intenção de trazer aos produtores uma alternativa, foi conduzido um experimento, a 1.140 metros de altitude, de janeiro de 2010 a dezembro de 2013, em campo nativo tipo “Palha Fina”. Os tratamentos consistiram na aplicação superficial de nitrogênio, na forma de ureia, nos níveis de 0; 44; 88; e 176 kg de N ha⁻¹, aplicados anualmente, sem parcelamento. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com três repetições. O nitrogênio proporcionou aumentos lineares na produção de forragem da pastagem natural do primeiro ao quarto ano. O último ano foi o mais produtivo, apresentando os seguintes resultados: 1.723,3; 2.348,6; 2.591,1 e 2.879,0 kg MS ha⁻¹, nas doses de 0, 44, 88 e 176 kg N ha⁻¹.

Palavras-chave: Campo nativo. Fertilidade. Doses. Nitrogênio.

5.2 ABSTRACT

Beef cattle production systems in the Plateau of Santa Catarina is composed mainly of diet from forage produced by natural pastures. Because of the low productivity levels of this activity this ecosystem is under great pressure from forestry crops, mainly, and grain commercial crops. Thus, beef cattle has been forced to be practiced in marginal areas, not appropriate to such holdings. The only way for these natural pastures be preserved, as well as beef cattle livestock production, is that now existing production indicators increase to the point where they are economically justified. For this, it is mandatory the use of technologies that provide significant increases in productivity, and thus the beef cattle industry to compete in an advantageous condition with other agricultural uses of these fields, and in a more environmentally sustainable way. In order to bring farmers an alternative, an experiment was conducted in 1.140 meters of altitude, from January 2010 to December 2013 in native pasture, type "palha fina". The treatments consisted of surface application of nitrogen as urea, at levels of 0; 44; 88; and 176 kg N ha⁻¹, applied each year in a single application. The experimental design was a randomized complete block design with three replications. Nitrogen provided linear increases in forage yield from natural pasture from first to fourth year, leading to pasture at a higher production level. Last year was the most productive, with the following results: 1.723,3; 2.348,6; 2.591,1 and 2.879,0 kg DM ha⁻¹ at doses of 0, 44, 88 and 176 kg N ha⁻¹.

Keywords: Natural pasture. Fertility. Levels. Nitrogen.

5.3 INTRODUÇÃO

O ciclo produtivo das pastagens naturais do Planalto Catarinense comporta-se da mesma maneira que as demais existentes no extremo sul da América do Sul. Principalmente àquelas compreendidas pelo clima Cfb, segundo classificação de Köpen, e em maiores altitudes. Como exemplo mais próximo, tem-se os Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul. Sendo que ambos, como parte do mesmo ecossistema Mata Atlântica, formam os Campos de Altitude ou Campos do Planalto das Araucárias, que ocupam 1.374.00 ha (BOLDRINI, 2009). A sazonalidade marcante na produção de forragem, concentrada principalmente durante o período primavera-estival, as restrições de relevo e de solo para conduzir sistemas de produção mais intensivos, assim como o manejo extensivo adotado pela grande parte dos produtores pecuários, faz com que o ganho por área situe-se em torno de 60 a 70 kg de peso vivo (PV) ha⁻¹ ano⁻¹ (CARVALHO et al., 2006). Ou seja, valores muito abaixo das potencialidades produtivas destes campos e que tornam muito difícil a permanência dos produtores na atividade pecuária. Mesmo assim, estas pastagens naturais são ainda a maior fonte de alimentação dos rebanhos. Anteriormente a substituição destas áreas por culturas diversas, mas principalmente por maciços florestais, os campos ocupavam somente em Santa Catarina 1.325.000 ha (IBGE, 1996), sendo que de 60 a 70% concentrava-se no Planalto Catarinense. Esta substituição é resultado dos baixos indicadores produtivos, como também pela atração dos produtores por outras atividades agrícolas, supostamente mais rentáveis financeiramente. Entretanto, além de ser um patrimônio genético fantástico, raramente encontrado em outros ecossistemas pastoris do planeta, sua diversidade florística fornece uma dieta diversificada aos animais, conferindo características peculiares ao produto obtido, ou seja, à carne (NABINGER, 2006). Então, o uso de alternativas para reverter o cenário ora existente e fazer com que se tornem mais

produtivos e a atividade pecuária mais competitiva, é a melhor maneira para preservar a biodiversidade campestre sem deixar de considerar os aspectos econômico e social. Portanto, a sustentabilidade dos sistemas de produção animal, baseados em pastagem nativa, requer a adoção de práticas de manejo que preservem os recursos naturais, bem como possibilitem índices satisfatórios de produtividade (CASTILHOS et al., 2011). Desta forma, torna-se evidente a imposição da utilização mais eficiente dos recursos naturais existentes e que práticas de manejo sejam efetivadas sem colocar sob ameaça a sustentabilidade e a produtividade (SBRISSIA E Da SILVA, 2001). Como tecnologias que podem fazer parte deste processo de reversão tem-se: o ajuste da carga animal, o diferimento, as roçadas, a correção da acidez do solo, as fertilizações com N-P-K e por fim a introdução de espécies de alto valor forrageiro (BARRETO et al., 1978; NABINGER, 1980; BARTHOLOMEW, 2005).

Então, como já referido, na adubação tem-se uma das ferramentas que podem mudar o cenário atual, visto que com a adubação se almeja o aumento da produção forrageira, que elevará sua capacidade de suporte e, assim, o aumentar sua produtividade (SALLIS E SIEWERDT, 2000). Desta forma, quando as condições de fertilidade do solo forem baixas, o uso de fertilizantes torna-se essencial para complementar os efeitos benéficos do manejo adequado das pastagens naturais. Mesmo que o N proporcione maior contribuição das gramíneas do que das leguminosas, é o nutriente essencial para obter-se maiores produções de forragem (FERREIRA et al., 2008b). Os três elementos mais comumente utilizados, e em maior escala, na adubação de pastagens são o N, P e o K, sendo o nitrogênio o elemento mineral que as plantas necessitam em maiores quantidades e que normalmente se apresenta em maior deficiência nos sistemas de produção (ELEJALDE, 2011). Em termos fisiológicos, a planta absorve o N do solo através do sistema radicular e o carbono do ar na forma de CO₂. É a

combinação desses dois elementos que promoverá a origem aos novos tecidos da planta, por meio do processo fotossintético (LEMAIRE E CHAPMAN, 1996). Este estudo teve por objetivo avaliar a produção de forragem da pastagem natural, em função dos diferentes níveis de nitrogênio aplicados sobre o campo nativo.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre janeiro de 2010 a dezembro de 2013, em área de campo nativo, do tipo fisionômico “Palha Fina”, caracterizado pelo predomínio de capim mimoso (*Schizachyrium tenerum* Nees). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb, correspondendo ao mesotérmico com verões brandos. O solo, de acordo com a classificação da EMBRAPA (2006), se caracteriza como sendo uma associação entre Cambissolo Húmico Álico e Neossolo Litólico, por ser uma derivação de rochas efusivas ácidas da formação Serra Geral. A área experimental fica situada no município de Lages/SC a 1.140 metros acima do nível do mar e seu ponto central, que possui 0,8 ha, apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude Sul 28° 01' 30,79'' e Longitude Oeste 50° 25' 03,13''.

Tratamentos:

- Aplicação superficial somente de nitrogênio, sem calagem e fósforo, na forma de ureia, nas doses de 0,0; 44,0; 88,0; e 176,0 kg de N ha⁻¹. As aplicações foram feitas anualmente, sem parcelamento, sempre nas mesmas quantidades, em 19 de outubro de 2010, 7 de outubro de 2011, 21 de setembro de 2012 e em 6 de setembro de 2013.

As parcelas mediram 6x3m (18m²), sendo que a área útil (desconsiderando as bordaduras de 1m) totalizou 4x1m (4m²). O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com três repetições.

Em 29 de janeiro de 2010, na área total, realizou-se coleta de 20 sub-amostras de solo em toda área de 0,8 ha, as quais formaram uma única, para posterior análise de rotina e consequente determinação dos atributos químicos, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo, prévios à aplicação dos tratamentos de níveis de nitrogênio. Lages, Santa Catarina.

Profundidade (cm)	Argila (%)	pH-H ₂ O (1:1)	Índice SMP	P (mg/dm ³)	K	M.O. (%)	Al (cmol/dm ³)	Ca	Mg	Saturação Base V%
0-10	50	4,2	4,5	5,3	135	5,0	5,34	2,54	2,01	16,59

Em 19 de outubro, após corte de emparelhamento, fez-se a primeira aplicação das diferentes doses de nitrogênio.

As medidas de altura da pastagem, na condição de pré e pós corte foram feitas em todas as avaliações, com o uso de haste graduada em centímetros, cujo um marcador corre livremente por toda extensão desta 'régua', denominada por Sward Stick (BARTHAM, 1985). Esta 'régua' foi disposta aleatoriamente, em 3 locais, sobre a pastagem contida na área útil de cada unidade experimental, verificando-se e anotando-se o valor demarcado pelo marcador deste equipamento (Tabela 2).

Tabela 2 - Altura média da pastagem, em cm, nas condições de pré e pós corte de avaliação. Valores médios compostos pela média das três leituras realizadas em cada repetição e média das três repetições de cada tratamento de doses de nitrogênio, aplicadas sobre pastagem natural. Lages, Santa Catarina.

Nitrogênio (kg N ha ⁻¹)	1º ano		2º ano		3º ano		4º ano	
	Pré corte	Pós corte						
0	13,3	7,2	20,9	8,8	12,4	7,8	19,9	7,4
44	14,0	8,1	19,8	8,8	13,2	8,5	20,1	7,7
88	15,4	8,2	23,8	10,1	14,8	8,1	22,0	7,6
176	16,6	7,9	25,7	9,2	16,4	8,2	23,2	7,3
Média anual	14,8	7,8	22,6	9,3	14,2	8,1	21,3	7,5

Para determinação da produção da forragem, foram feitos cortes com uso de motosegadeira de parcelas marca Agromáquinas Finardi, Modelo M 03, com faixa de corte de 1,0m de largura e regulada para cortar a 8,0cm de altura. A pastagem colhida verde, na área útil de 4m², em cada data de avaliação, foi pesada e posteriormente subamostrada, sendo esta pesada novamente. O material contido em cada subamostra foi submetido à separação botânica, na EEL, nos seguinte componentes da pastagem: gramíneas nativas, leguminosas nativas, plantas indesejáveis e material morto. Para determinação da produção de MS, cada componente devidamente embalado e identificado em sacos de papel, foi mantido em estufa de ar forçado à temperatura de 65°C, até atingir peso constante, ou seja, por aproximadamente 72 horas, e novamente pesado. As quantidades, de cada um dos componentes da pastagem, originadas em cada uma das avaliações de corte, foram transformadas para a unidade de kg MS ha⁻¹ e totalizados anualmente, conforme o seguinte agrupamento: considerou-se 2 cortes para o 1º ano (30/11/2010 e 11/01/2011), 3 cortes para o 2º ano (05/04/2011, 07/10/2011 e 04/01/2012), 3º ano (13/03/2012, 21/09/2012 e 06/12/2012) e 4º ano (22/03/2013, 24/09/2013 e 06/12/2013). O critério utilizado para definir a data de corte, pela impossibilidade logística imposta pela distância da área experimental, foi o de cortar a pastagem quando em uma condição média de altura. Este procedimento fez com que os intervalos entre cortes tenham sido longos, causando prejuízo (subestimação) dos resultados obtidos nas maiores doses de N, pela senescência e morte de componentes vegetais. Dependendo do nível de N, os cortes deveriam ter sido feitos com maior frequência.

A partir da primeira avaliação de 2011, após cada corte, foi permitido o livre acesso de animais bovinos, de diversas categorias, por um período de 3 a 5 dias, para pastarem as

bordaduras laterais. Com isto, pode se promover o efeito de pastejo e pisoteio sobre a pastagem em cada uma das condições dos tratamentos impostos.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Sendo o efeito dos tratamentos aplicados, de diferentes doses de nitrogênio, analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais (linear e quadrático). O nível de significância adotado foi de 10% de probabilidade.

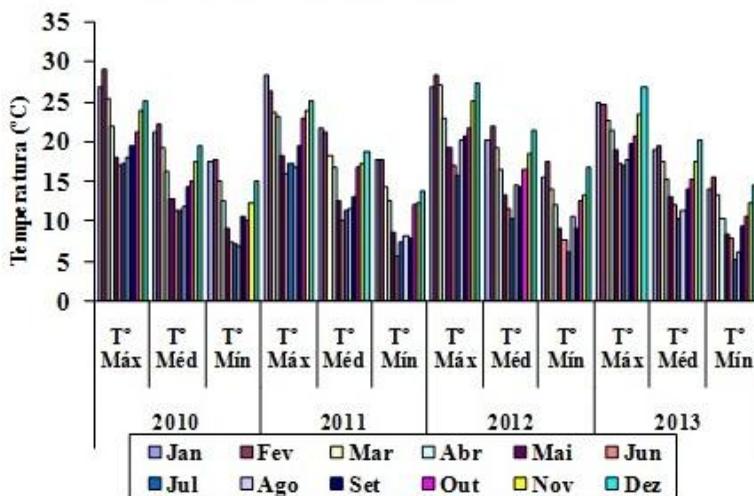


Figura 2 - Temperaturas máxima (T° Máx), média (T° Méd) e mínima (T° Mín), em $^{\circ}\text{C}$, mensais que ocorreram durante o período experimental.

Fonte: Dados coletados pela Epagri - Estação Meteorológica Experimental de Lages, Santa Catarina.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções de MS da pastagem natural, de modo geral, independentemente dos tratamentos aplicados, ficaram muito aquém do que poderia se esperar, conforme resultados registrados nas tabelas a seguir e discutidos oportunamente. Esta baixa produção obtida de maneira generalizada pode ser

atribuída a altura de ceifa realizada em todos os cortes em cada ano (Tabela 2), com a motosegadeira sendo ajustada a 8cm de altura do solo. Ou seja, grande parte de material forrageiro ou não, escapou da ação de corte praticado. Outro motivo para a baixa produção pode ser explicado em função do manejo de cortes adotado, com intervalos longos entre os mesmos e o número variável em que ocorreram em cada ano experimental, conforme descrito em Material e Métodos. A resposta das gramíneas nativas, em produção de MS, foi sempre linear durante os quatro anos experimentais, acompanhando o aumento das doses de N, como segue: ($P \leq 0,01$) para o primeiro, segundo e terceiro anos e ($P \leq 0,10$) para o quarto (Tabela 3).

Tabela 3 - Produção anual de MS (kg ha⁻¹) de cada um dos componentes de uma pastagem natural, em resposta a aplicação de diferentes doses de nitrogênio (kg de N ha⁻¹). Lages, Santa Catarina.

Nitrogênio (kg N ha ⁻¹)	Produção de Matéria Seca (kg ha ⁻¹)					
	Gramíneas nativas	Leguminosas nativas	Plantas invasoras	#M.M	Forragem	Matéria Seca Total
	Primeiro ano					
0	559,4	7,9	152,0	77,6	567,4	797,0
44	874,8	13,8	96,5	78,8	888,6	1.063,9
88	1.071,9	5,6	225,4	104,4	1.077,5	1.407,4
176	1.421,7	3,0	200,8	177,4	1.424,8	1.802,9
*CV (%)	38,3	145,7	60,4	61,0	37,7	36,3
Linear	***	ns	ns	*	***	***
Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Segundo ano					
0	1.177,0	15,7	228,0	557,1	1.192,7	1.977,8
44	1.792,8	6,3	217,0	740,4	1.799,1	2.756,6
88	2.038,2	6,3	295,7	759,3	2.044,5	3.099,6
176	2.800,4	2,6	457,3	866,2	2.803,0	4.126,5
*CV (%)	39,8	125,4	61,4	31,6	39,4	36,9
Linear	***	*	*	**	***	***
Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Terceiro ano					
0	1.227,0	0,2	232,9	816,2	1.227,1	2.276,2
44	1.279,0	7,9	142,4	791,5	1.286,8	2.220,8
88	1.716,3	0,8	143,0	912,5	1.717,1	2.772,5
176	2.228,7	0,0	204,6	1.093,8	2.228,7	3.527,1
*CV (%)	30,3	306,0	60,1	20,8	30,1	25,6
Linear	***	ns	ns	**	***	***
Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Quarto ano					
0	1.727,7	4,6	274,2	460,6	1.732,3	2.467,2
44	2.348,7	0,0	262,3	455,7	2.348,6	3.066,6
88	2.591,1	0,0	337,2	688,2	2.591,1	3.616,5
176	2.878,9	0,0	228,9	542,8	2.879,0	3.650,6
*CV (%)	26,2	346,4	49,8	28,2	26,2	22,2
Linear	*	ns	ns	ns	*	*
Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns

#MM = Material morto.

*C.V.(%) = Coeficiente de variação.

Dados analisados por meio de contrastes ortogonais polinomiais. ns:não significativo. *, ** e ***: significativo a 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Manifestação produtiva diferente da obtida não poderia se esperar, visto que as gramíneas, de modo geral, são altamente dependentes no N aplicado para atingirem seu máximo de produção. As maiores produções foram obtidas no último ano com os seguintes resultados: 1.727,7; 2.348,7; 2591,1 e 2.878,9 kg MS ha⁻¹, nos níveis de 0, 44, 88 e 176 kg N ha⁻¹, respectivamente (Tabela 3). As leguminosas nativas tiveram uma pequena participação nos dois anos iniciais, e praticamente desaparecendo nos dois últimos anos (Tabela 3). Este componente normalmente tem uma baixa frequência na composição florística das pastagens naturais. Situação esta que pode ter se intensificado com a aplicação de N, em função de que este nutriente proporciona maior contribuição das gramíneas em detrimento das leguminosas, sendo essencial para maiores produções de forragem (FERREIRA et al., 2008). As plantas indesejáveis somente no segundo ano é que os tratamentos produziram diferença estatística linear ($P \leq 0,10$) e o material morto (MM) teve respostas significativas e lineares nos três primeiros anos, sendo que no quarto ano não houve diferença entre os resultados obtidos (Tabela 3). Este comportamento do MM, em resposta ao manejo de cortes em intervalos longos, provavelmente tenha ocorrido em função do maior e mais rápido crescimento das plantas, promovido pelos tratamentos crescentes de N, e que também tenha acelerado o processo de senescência e morte de estruturas vegetais. O componente forragem, que neste caso é formado pelas gramíneas e leguminosas nativas, seguiu de igual forma e significância o desempenho das gramíneas nativas, assim como a MS total (Tabela 3). Com a dose máxima de 200 kg N ha⁻¹ não foi possível determinar a máxima produção de MS, de pastagem natural na condição de planossolo na Região Sul/RS (CUNHA et al., 2001). A MS total alcançou sua maior produção no quarto ano, sendo linearmente ($P \leq 0,10$) associada ao aumento das doses de N, com valores de 2.467,2; 3.066,6; 3.616,5 e 3.650,6 kg MS ha⁻¹, para 0, 44, 88 e 176 kg N ha⁻¹,

respectivamente (Tabela 3). No Uruguai, 100 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, fracionados em 50% no outono e 50% no inverno, proporcionou 30% a mais de MS de forragem do que no nível zero de N ha⁻¹, como resultado médio de seis anos de avaliação (PALMA et al., 2008).

Na Figura 2, na qual está representada graficamente a totalização da produção de forragem nos quatro anos experimentais, é possível verificar a linearidade ($P \leq 0,01$), com $R^2=0,97$, da produção sempre crescente conforme o aumento dos níveis de N, atingindo quase 10.000 kg MS ha⁻¹ com 176 kg N ha⁻¹. A totalização das produções anuais de MS de forragem (Figura 2) foi efetuada realizando-se o somatório das produções obtidas em cada um dos cortes, conforme agrupamento de avaliações descrito em Material e Métodos. Na Região da Campanha/ RS, com a aplicação de 0, 50, 100, 150, e 200 kg N ha⁻¹, a produção de forragem do campo nativo aumentou linearmente conforme as doses, obtendo-se 5.420 kg MS ha⁻¹ com o nível de adubação mais elevado (CORREA et al., 2006). Produção esta muito superior a obtida na presente avaliação.

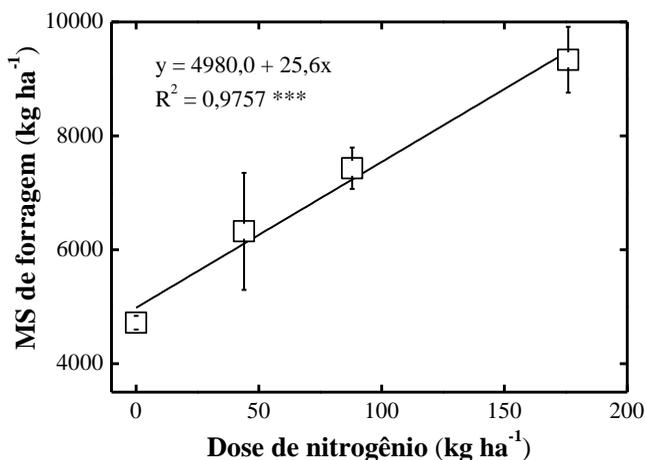


Figura 2 – Produção total de MS de forragem, em kg ha⁻¹, do período experimental de 4 anos, em função das doses de nitrogênio, aplicadas sobre uma pastagem natural. Lages, Santa Catarina. Barras verticais indicam o erro padrão da média.

Com 200 kg N ha⁻¹, 3 t calcário ha⁻¹ e mais 500 kg ha⁻¹ da fórmula 05-20-50 em um período experimental de 210 dias, obteve-se uma produção primária de 16 t MS de forragem verde ha⁻¹, em pastagem natural na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS (BOGGIANO, 2000). Contudo, a eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) não ficou muito distante dos valores de 6,1 e 7,1 kg MS para cada kg de N aplicado por ano obtidos por SANTOS et al. (2008), para as doses de 100 e 200 kg N ha⁻¹, respectivamente, já que na avaliação em discussão a EUN ficou contida no intervalo de valores anteriores, sendo na média anual de 6,4 kg MS para cada kg de N aplicado por ano. Em dois estudos em sequência, realizados em planossolo na região de Pelotas/RS, com níveis de N na ordem de zero, 100, 200, 300, 400, 500, 600 e 700 kg ha⁻¹, conseguiu-se uma resposta quadrática, com máxima expressão do potencial produtivo 10 t MS ha⁻¹ com 453 kg N

ha⁻¹ (SIEWERDT et al., 1995). Posteriormente, com os mesmos níveis, foi alcançado o teto de produção de 11 t MS⁻¹ com a dose de 684 kg N ha⁻¹ (LAJÚS et al., 1996).

5.6 CONCLUSÃO

O nitrogênio, nos níveis utilizados, proporciona incrementos lineares na produção de forragem da pastagem natural independentemente do ano, mesmo sem correção do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, I.L.; VINCENZI, M.L.; NABINGER, C. Melhoria e renovação de pastagens. In: **Simpósio sobre manejo de pastagens**, 5. Anais..., Piracicaba, SP, p.28-63, 1978.

BARTHOLOMEW, P.W. Comparison of conventional and minimal tillage for low-input pasture improvement. **Online - Forage and Grazinglands – Plant Management Network**, <http://naldc.nal.usda.gov/naldc/download.xhtml?id=11901&content=PDF>, 2005.

BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. Midlotnian: Hill Farming research **Organization-Biennial Report**, p.29-30, 1985.

BOGGIANO, P.R. Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em áreas de fertilidade corrigida sob efeito da adubação nitrogenada e oferta de forragem. UFRGS, Faculdade de Agronomia, DPFA, Porto Alegre/RS. **Tese Doutorado**. 191p, 2000.

BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. In: **Calagem e adubação de pastagens**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS) Piracicaba, p. 383-419, 1986.

BOLDRINI, I.I. Introdução Geral. In: **Biodiversidade dos campos do planalto das araucárias**. Brasília: MMA, Série Biodiversidade, v.30. 240p, 2009.

CARVALHO, P.C. de F.; FISHER, V.; SANTOS dos, D.T.; RIBEIRO, A.M.L.; QUADROS de, F.L.F.; CASTILHOS, Z.S.; POLI, H.C.E.C.; MONTEIRO, L.A.G.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; JACQUES, A.V.A. Produção animal no bioma campos sulinos. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 43. Anais..., João Pessoa: UFPB, p.125–164, 2006.

CARASSAI, I.J.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C. de F.; SANTOS dos, D.T.; FREITAS de, F.K; GONÇALVES, E.N.: SILVA da, C.E.G. Recria de cordeiras em pastagem nativa melhorada submetida à fertilização nitrogenada. 1. Dinâmica da pastagem. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.8, p.1338-1346, 2008.

CASTILHOS, Z.M.S de.; NABINGER, C.; VARGAS, A.F.C da.; GOMES, M.F.A de.; PIRES, G.S da.; GOMES, R.G.A. Unidade de validação: práticas de manejo do campo nativo em área de pecuarista familiar em solo suscetível à arenização no Bioma Pampa – Porto Alegre/RS: Fepagro, **Circular Técnica**, n.27, 21p, 2011.

CORREA, D.A do.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; FONTANELI, R.S. Efeito da fertilização nitrogenada na produção e composição química de uma pastagem natural. **R. Bras. Agrocência**, Pelotas, v.10, n.1, p.17-23, 2006.

CUNHA, M.K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA Jr, P.; SIEWERDT, F. Doses de nitrogênio e enxofre na produção e qualidade da forragem de campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **R. Bras. Zootec.**, v.30, n.3, p.651-658, 2001.

ELEJALDE, D.A.G. Interface planta-animal em função da intensidade de aplicação de insumos em pastagem natural. UFRGS, Faculdade de Agronomia, DPFA, Porto Alegre/RS. **Tese Doutorado**. 145p, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – **EMBRAPA**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 306p, 2006.

FERREIRA, E.T.; NABINGER,C.; FREITAS de, A.K.; ELEJALDDE, D.A.G.; SCHMITT, F.; BRAMBILLA, D.M. Melhoramento do campo nativo: tecnologias e o impacto no sistema de produção. In: **Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos. Ênfase: bovinos de corte-princípios produtivos biotécnicas e gestão**. 13. Anais..., ULBRA, Canoas/RS, p.27-88, 136p, 2008.

GOMES, K.E., QUADROS, F.L.P., VIDOR, M.A, DALL'AGNOL, M. RIBEIRO, A M.L. Zoneamento das pastagens naturais do Planalto Catarinense. In: **Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em Melhoramento e Utilização dos Recursos Rurais das Áreas Tropical e Subtropical**,11. Anais..., Grupos Campos, Lages-SC, EMPASC, 1990. p.304-312, 1989.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de Santa Catarina 1995-1996**. Rio de Janeiro, 1996.

LAJÚS, C.A.; SIEWERDT, L.; SIEWERDT, F. Campo natural de planossolo: efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca, proteína bruta, teor e extração de macrominerais. **R. Bras. Agrociência**. Pelotas/RS, v.2, n.1, p.45-50, 1996.

LEMAIRE, G; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) The ecology and management of grazing systems. Guilford: **CAB International**, p.3-36, 1996.

NABINGER, C. Técnicas de Melhoramento de Pastagens Naturais no Rio Grande do Sul. In: **SEMINÁRIO SOBRE PASTAGENS "DE QUE PASTAGENS NECESSITAMOS"**, Porto Alegre, Anais...Porto Alegre, FARSUL. p.28-58, 1980.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropical brasileiro. In: **Simpósio de forrageiras e produção animal. Ênfase: Importância e potencial produtivo da pastagem nativa**, 1. Anais..., Porto Alegre/RS, UFRGS-DPFA. Canoas: Ed. ULBRA. p.25-75, 160p, 2006.

PALMA, R.R.; RODRÍGUES, T.; ANDIÓN, J.; VERGNES, P. Fertilización de campo natural: respuesta en producción de forraje. In: **Reunion Del Grupo Técnico em Forrajeiras del Cono Sul – Innovando para mantener su sustentabilidad y competitividad**, 22. Anais..., Minas, Uruguay. ISBN: 978-9974-38-258-9, CD-ROM: 98, 2008.

PRESTES, N.E.; JACQUES, A.V.A. Sobressemeadura do cornichão (*Lotus corniculatus* L.) cv. São Gabriel em pastagem natural – diferimento e adubação. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. CAV/UEDESC.Lages,v.1,n.2, p.73-81,2002.

SALLIS, M. G da.; SIEWERDT, L. Combinação entre N, P, K e calcário na produtividade de matéria seca e proteína bruta da forragem de campo natural de planossolo. **R. Bras. Agrocência**. Pelotas/RS, v.6, n.2, p.157-162, 2000.

SANTOS dos, D.T.; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C.; CARASSAI, I.J.; GOMES, L.H. Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.437-444, 2008.

SBRISSIA, A. F.; Da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 38. Anais..., Piracicaba/SP, p.731-754, 2001.

SIEWERDT, L.; NUNES, A.P.; SILVEIRA Jr., P. Efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da matéria seca de um campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **R. Bras. Agrocência**. Pelotas/RS, v.1, n.3, p.157-162, 1995.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caso queiramos que as gerações futuras ainda possam ter na pecuária de corte uma atividade econômica, e mesmo quem dela não dependa financeiramente, mas sim possa desfrutar de uma paisagem de beleza sem igual torna-se imperativo que meios, neste caso práticas e/ou tecnologias, sejam gerados ou adaptados. Para que a partir das pastagens naturais, os sistemas criatórios de bovinos tenham incremento em seus indicadores produtivos, ora vigentes. Fazendo com que a atividade pecuária seja mais rentável e ao mesmo tempo sustentável ambientalmente, fazendo com que o processo de substituição deste ecossistema tenha ainda a oportunidade de ser freado, ou quiçá interrompido. Com relação aos meios a serem desenvolvidos é importante que sejam de fácil entendimento e aplicabilidade, e que assim os produtores, que obrigatoriamente necessitam ter acesso às informações pertinentes, tenham condições de decidir por suas adoções de forma consciente e responsável, podendo assim vislumbrar que é plenamente possível a coexistência do meio ambiente, e a partir dele a obtenção de retorno financeiro que compense a perpetuação da atividade.

Este projeto, contendo os três experimentos já apresentados, especialmente os dois que tratam da aplicação de calcário e fósforo, foi concebido a partir da necessidade de se estabelecer níveis mais apropriados dos mesmos. Pois, em função da experiência acumulada em tantos anos, se tinha uma percepção de que os recomendados oficialmente pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004) e/ou recomendados de forma usual pelos técnicos, ambos definidos de forma bastante empírica, podiam ser reduzidos ainda mais do que aqueles, principalmente quando trata-se da sobressemeadura de espécies de estação fria sobre a pastagem natural. Apesar de ter participado em vários planejamos de pesquisa da Epagri, a viabilização deste projeto somente foi

possível com o aporte financeiro da Fapesc.

Infelizmente, na Estação Experimental de Lages (EEL) não dispomos de áreas de campo natural ‘Tipo Palha Fina’, somente ‘Palha Grossa’, em condição de declividade bastante acentuada e ser, no Planalto Catarinense, de menor representatividade que o ‘Palha Fina’. Esta condição nos obriga a conduzir experimentos em propriedades particulares, sempre distantes da EEL. Este distanciamento acarreta em maior dispêndio de custos, além de outras diversas dificuldades como o deslocamento e alimentação de pessoal, que para avaliar todas as variáveis medidas, de 96 parcelas, envolvia de sete a nove pessoas, entre pesquisadores, técnicos e funcionários de apoio. A baixa produção obtida como resultado nos três experimentos teve como uma das causas o manejo de cortes adotado, que por sua vez foi influenciado pelas dificuldades descritas acima. Caso o voltar atrás fosse possível, teria que encontrar uma solução para que, pelo menos, os intervalos entre cortes não fossem tão longos.

Mesmo assim, foi possível confirmar a hipótese do projeto, e concluir que é perfeitamente viável a calagem e adubação fosfatada do campo nativo, assim como reduzir as doses destes mesmos insumos quando se introduz espécies de estação fria sobre este ecossistema, além da aplicação de nitrogênio.

Uma falta cometida com relação aos experimentos de distribuição superficial de calcário e fósforo sobre a pastagem natural e ao de aplicação, também superficial, de nitrogênio foi a análise do comportamento da composição florística. Realizada anteriormente a aplicação dos tratamentos e posteriormente a estes, em cada primavera-verão, durante o período experimental. Não se soube, em tempo hábil para que pudesse fazer parte desta Tese, determinar qual a melhor forma de analisar os dados coletados a campo conforme a metodologia utilizada (ponto Inclinado). No momento esta questão está sendo resolvida, e sem dúvida gerará uma bela

publicação.

O desejo, no momento, é que na sequência deste primeiro passo, pudesse se estabelecer uma linha de pesquisa no sentido de utilizar os melhores tratamentos de doses de calcário, fósforo e nitrogênio aplicado sobre a pastagem natural, de forma conjunta, e avaliá-los, não somente através de cortes, mas sim medir a produtividade animal que podem proporcionar. Melhor seria conduzir este estudo em outros Tipos Fisionômicos de Pastagens Naturais. Porém me parece um sonho um tanto quanto distante.

A partir dos resultados obtidos por este projeto, creio que os produtores do Planalto Catarinense têm à disposição mais uma ferramenta, agora mais ajustada, para utilizar na atividade pecuária baseada em pastagens naturais com o objetivo de elevar a produção forrageira e incrementar os indicadores produtivos da atividade que ainda insiste por sistemas criatórios extensivos.