

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



Dissertação

**Dinâmica sazonal da passagem do cálcio pela interface solo-planta em
áreas de campo natural na região da Serra do Sudeste - RS**

Maria Cristina Pereira Lascombe

Pelotas, 2013

Maria Cristina Pereira Lascombe

Dinâmica sazonal da passagem do cálcio pela interface solo-planta em áreas de campo natural na região da Serra do Sudeste- RS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências (Área do conhecimento: Nutrição de Ruminantes).

Orientador: Prof. Ph.D. Hero Alfaya Jr.

Co-orientadores: Prof. Ph.D. João Gilberto Corrêa da Silva

Dr. José Carlos Leite Reis

Pelotas, 2013

Incluir Ficha Catalográfica

Banca examinadora:

Prof. Ph. D. Hero Alfaya Jr - Presidente

Prof. Dr. Otoniel Geter Lauz Ferreira – UFPEL

Prof. Dr. Cássio Cassal Brauner – UFPEL

Pesquisador Dr. Jamir Luís Silva da Silva – EMBRAPA CLIMA TEMPERADO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por tudo que me tem concedido nesta vida. Pela saúde, e pela felicidade das pessoas que me cercam.

Aos meus pais, Benito e Sueli, pelo apoio e amor que recebo, sem eles eu nada seria. E também a minha irmã Betina. Amo muito vocês.

Ao meu namorado, Rudolf, pela paciência, dedicação e companheirismo, a mim oferecidos. Muito obrigada por tudo.

Ao programa de pós-graduação em zootecnia e ao departamento de zootecnia da UFPel, que abriga tantas pessoas queridas e competentes, dispostas a auxiliar. E também ao departamento de solos da FAEM, pelo auxílio e atenção.

Ao meu orientador, Hero, pela orientação.

Ao meu co-orientador, João Gilberto, pela responsável execução das análises estatísticas, fundamentais para a interpretação dos resultados desta dissertação.

A todos meus queridos amigos do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UFPel, onde não citarei nomes para não esquecer ninguém. Levarei no coração cada um de vocês, foram muitos estudos para as provas, bioquímica, principalmente. Muitos mates, boas conversas, churrascos e muitas risadas nestes dois anos.

Ao pesquisador Jorge Schafhauser, pelo auxílio e amizade e também aos amigos que conquistei no LABNUTRI (EMBRAPA) e SISPEL.

As minhas amigas Claudinha Giordani, Michelle Nogueira e Tamiris Beck pela grande amizade de sempre, apoio e atenção nesta etapa.

As minhas queridas amigas de Livramento, foi muito importante saber que estiveram ao meu lado, entendendo minha ausência.

Ao ilustre professor de inglês, seu Eduardo Soares, pessoa com quem fiz uma bela amizade, conhecedor do mundo, contador de histórias, possuidor de uma cultura e bom humor impressionantes.

A CAPES, pela bolsa de estudos que me proporcionou a realização do mestrado.

A todos que de alguma maneira me apoiaram e acreditaram em mim. Aos que contribuem em minha caminhada tornando-me uma pessoa melhor, eu agradeço.

“O pouco que sei devo-o a minha ignorância”

(Sasha Guitry)

Resumo

LASCOMBE, Maria Cristina Pereira. **Dinâmica sazonal da passagem do cálcio pela interface solo-planta em áreas de campo natural na região da Serra do Sudeste- RS.** 2013. 52f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS.

Em face as poucas informações disponíveis sobre a composição mineral das pastagens nativas, em especial ao mineral cálcio, que tem importância para o desenvolvimento das plantas e bem como para desempenho produtivo e funções fisiológicas dos animais que as consomem, o presente trabalho objetivou avaliar os teores deste mineral, em diferentes épocas do ano, no solo e nas plantas. O estudo foi realizado no município de Piratini-RS, na região da Serra do Sudeste. Foram utilizadas duas fazendas com campo nativo virgem, sem que houvesse recebido qualquer tipo de melhoria, reforma ou recuperação. As áreas possuem solos distintos e relevo íngreme. A vegetação na área 1 é de campo com mata esparsa e na área 2, campo com invasoras esparsas. Coletou-se, durante o período de doze meses, em pontos pré-determinados, amostras de solo e planta. As amostras dos respectivos materiais foram analisadas para que se pudesse determinar as concentrações de cálcio. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e os dados foram submetidos a análise de variância para as duas áreas em separado. Foram correlacionados alguns parâmetros do solo e da planta com o Ca, bem como estuda a passagem do Ca do solo para a planta. Na área 1 não foi observado variação nos teores de cálcio no solo nos meses de estudo, no entanto na área 2, o teor de cálcio variou como resposta aos meses do ano. Para a concentração de cálcio na planta foi observada diferença sazonal nos teores de cálcio para ambas as áreas. Foram constatadas correlações do Ca com outras variáveis no solo e na planta.

Palavras-chave: minerais, pastagem nativa, macronutriente.

Abstract

LASCOMBE, Maria Cristina Pereira. **Seasonal dynamics of calcium in the soil-plant-interface in natural grassland areas in the region of Southeastern mountain range-RS**. 2013. 52f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

This study was undertaken to evaluate levels of the mineral calcium at different seasons, in soil and plants, since there is a lack of information about the composition in mineral of natural pastures. The study was conducted at the Southeastern mountain range, at the county of Piratini, state Rio Grande do Sul/Brazil. Two areas of untouched natural grassland, which had not received any improvement, renovation or restoration, were used. The areas have different soils and steep relief. Data were collected during a twelve month period, and samples of soil and plants were taken at predetermined places. Samples of both materials were analyzed in a way to allow the determination of their levels of calcium. The experimental design was at random and data were subjected to analysis of variance for the two areas separately. At area number one, no variation in calcium concentration in soil was observed for the period of study; however at area number two, calcium concentration in soil varied as a response to the month of the year. There was a seasonal difference in calcium concentration in the plant for both areas. It was found that calcium concentrations were present in sufficient levels in soil and vegetation in both areas. In a positive or negative way, other minerals in the soil-plant interface may have influenced calcium circulation in this system.

Keywords: minerals, native pasture, macronutrient.

Lista de figuras

Figura 1	Varição anual dos níveis de cálcio (cmol/dm^3) no solo referentes as duas áreas de campo natural estudadas.....	37
Figura 2	Varição anual dos níveis de cálcio (%) na planta referentes as duas áreas de campo natural estudadas.....	40

Lista de tabelas

Tabela 1	Médias (22 anos) das precipitações pluviométricas normais (MPPN), porcentagem de precipitações pluviométricas observadas (PPPO) na área 1 (A1) e na área 2 (A2) relativas à ocorrência normal, frequência das precipitações pluviométricas normais (FPPN) e observadas (FPPO) nas áreas 1 e 2, médias das temperaturas máximas ($T_{\text{máx.}}$) e mínimas ($T_{\text{mín.}}$) ocorridas durante o período experimental.....	34
Tabela 2	Correlações lineares simples (r) entre os teores médios anuais de cálcio no solo com os teores médios anuais de alguns elementos do solo, por área.....	42
Tabela 3	Correlações lineares simples (r) entre os teores médios anuais de cálcio na planta com os teores médios anuais de alguns elementos da planta, por área.....	43
Tabela 4	Correlações lineares simples (r) entre os teores médios anuais de cálcio na planta com os teores médios anuais de alguns elementos do solo, por área.....	45

Lista de abreviaturas

% - Porcentagem

B - Boro

Ca - Cálcio

cm - Centímetro

cmol_c - Centimol de carga

CTC - Capacidade de troca de cátions

Cu - Cobre

dm³ - Decímetro cúbico

Fe - Ferro

ha - Hectare

K - Potássio

Kg - Quilograma

m - Metro

Mg - Magnésio

mm - Milímetro

Mn - Manganês

MO - Matéria orgânica

MS - Matéria seca

N - Nitrogênio

Na - Sódio

pH - Potencial de hidrogênio

P - Fósforo

RS - Rio Grande do Sul

S - Enxofre

UA - Unidade animal

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Zn - Zinco

Sumário

AGRADECIMENTOS	4
Resumo	6
Abstract	7
Lista de figuras	8
Lista de tabelas	9
Lista de abreviaturas	10
1 INTRODUÇÃO	13
2 PROJETO DE PESQUISA (MESTRADO)	16
2.1 Caracterização do Problema.....	17
2.2 Objetivos e Metas	20
2.2.1 Objetivo Geral	20
2.2.2 Objetivos Específicos.....	20
2.3 Descrição das áreas experimentais	20
2.3.1 Áreas experimentais	20
2.3.2 Tipos de solos.....	21
2.3.3 Vegetação.....	21
2.3.4 Animais	21
2.3.5 Coleta das amostras de solo e vegetação	21
2.3.6 Procedimentos estatísticos	22
2.4 Resultados e Impactos esperados	22
2.5 Cronograma do Projeto	23
2.6 Referências Bibliográficas.....	23
3 RELATÓRIO DE TRABALHO DE CAMPO	26
3.1 Local	26
3.2 Clima.....	26
3.3 Solo.....	26
3.4 Vegetação.....	26
3.5 Condução do experimento	27
3.6 Delineamento Experimental	27
4 ARTIGO	28
RESUMO	29
INTRODUÇÃO	29

MATERIAL E MÉTODOS.....	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
CONCLUSÕES.....	40
AGRADECIMENTOS.....	41
ABSTRACT.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul possui um ecossistema denominado Serra do Sudeste, que ocupa aproximadamente uma área de 44000km². Por ser uma região pouco explorada, que apresenta campos sujos e fortemente ondulados, a pecuária é a principal fonte de renda de seus moradores. Sua produção se caracteriza por uma marcada sazonalidade resultante da composição botânica das pastagens naturais com predominância de espécies estivais, que determinam níveis adequados de produção de forragem na estação quente e severos déficits no período de estação fria (CAPORAL e BOLDRINI, 2007). Estima-se que nos últimos anos, tenham sido perdidos 135.000ha/ano de campos naturais no RS, em decorrência de sua substituições por atividades agrícolas e por outras culturas (NABINGER et al., 2000), restam apenas 36,03% da vegetação nativa no estado do Rio Grande do Sul (CSR/IBAMA, 2010). Segundo Boldrini (1997), os campos naturais do sul do Brasil, apresentam uma grande diversidade florística que deve ser preservada. Estes campos apresentam importante função na cobertura vegetal que a pastagem promove, evitando assim, perdas de solo e fertilidade, ocasionadas por erosão (TRINDADE, 2003). Boldrini (2009) complementa que o campo natural é fundamental para o RS, já que a produção no Estado, é sustentada fundamentalmente por sistemas a pasto. e sua conservação é importante, pois, além do seu aspecto econômico também apresenta importantes implicações ambientais (CRANCIO, et al., 2007). Estes campos encontram-se fortemente alterados devido a ações antrópicas que removem ou descaracterizam a cobertura vegetal original (BOLDRINI, 2009). Contudo, são destinados a produção, solos com pouca fertilidade ou não agricultáveis e por consequência algumas vezes, forragens de menor qualidade, destinando as melhores áreas a culturas anuais e a silvicultura. A criação extensiva predomina, especialmente na metade sul do Estado, na qual a pecuária encontra-se alavancada sobre o campo natural (REIS, 2005), em razão de sua

grande diversidade de espécies forrageiras *Paspalum* e *Bromus* (PROCISUR 2001, POZZOBON et al. 2007, 2008, HOJSGAARD et al. 2008).

Entretanto, a produtividade e o retorno econômico são bastante baixos, muitas vezes devido ao manejo inadequado das pastagens (REIS, 2005), bem como a forte estacionalidade existente em sua produção, estes fatores contribuem para que haja um baixo valor nutritivo em épocas adversas, pela influência do clima e do tipo de manejo a que estas pastagens estão sujeitas (NABINGER et al., 2009). No Rio Grande do Sul, a estacionalidade de produção das pastagens nativas torna, a pecuária, ineficiente, não permitindo sua concorrência com outros sistemas de produção (ROSO et al., 1999). Conforme Moojen (1991), a estacionalidade da produção de forragem inclui as ações de um ambiente e precipitações favoráveis ao longo do ano, o que leva a definir carga animal diferente para ambas as estações (fria e quente). No inverno, ocorre a estabilização do crescimento das plantas, o chamado vazio forrageiro, devido ao decréscimo da luminosidade e da temperatura. Devido a estas alterações os índices produtivos são baixos nesta época a ocorrência de variações no clima, como luminosidade, precipitações e temperatura, durante as diferentes estações do ano, podem acarretar variações na composição química e florística das pastagens ao longo do ano (REIS, 2005). A sustentabilidade da formação campestre torna-se efetiva se utilizada de maneira correta, evitando-se o sobrepastejo (BOLDRINI, 2007). O campo natural proporciona desempenho animal satisfatório na estação de crescimento, que inicia na primavera, é neste período que os animais conseguem ganhar mais peso e moldar a curva de ganho ao longo da estação do ano (CORREA E MARASCHIN, 1994). A produtividade dos animais é resultado da qualidade dessas pastagens, as quais apresentam flutuações estacionais na composição e concentração dos nutrientes disponíveis (NABINGER et al., 2009), podendo aumentar assim, a susceptibilidade a deficiências minerais nos animais, a qual constitui uma grande limitação a produção. Deficiências severas de minerais, acompanhadas por mortalidade e deficiências subclínicas, podem levar a grandes perdas. Apesar dos levantamentos dos teores de minerais no solo e na vegetação, os estudos sobre a deficiência destes elementos na interface solo-planta, nas diferentes épocas do ano, são escassos em nível de Brasil (TOKARNIA et al, 2000).

Por ser bastante complexa, a interface solo-planta, deve ser vista de maneira crítica, já que nem toda a quantidade de nutrientes existentes no solo está

disponível nas plantas (REIS, 2005).

Desta maneira, o presente estudo tem o propósito de avaliar a disponibilidade de cálcio na interface solo-planta, na região da Serra do sudeste/RS, buscando caracterizar sua dinâmica sazonal, deficiências e interações com outros minerais.

2 PROJETO DE PESQUISA (MESTRADO)

“DINÂMICA SAZONAL DA PASSAGEM DO CÁLCIO PELA CADEIA SOLO- PLANTA-ANIMAL EM ÁREAS DE CAMPO NATURAL NA REGIÃO DA SERRA DO SUDESTE- RS”

(Código do projeto: 3653)

Equipe: Méd. Vet. Maria Cristina Pereira Lascombe

Prof. Ph.D. Hero Alfaya Jr

Ph.D. João Gilberto Corrêa da Silva

Dr. José Carlos Leite Reis

2.1 Caracterização do Problema

No Rio Grande do Sul cerca de 90% das produções de bovinos de corte e ovinos são obtidas em cima do recurso campos naturais, os quais perfazem, aproximadamente, 36,03% da vegetação nativa do estado (CSR/IBAMA, 2010). Apesar da grande importância econômica e social destes segmentos pecuários, os índices de produtividade são bastante baixos e o retorno econômico é mínimo, quando a exploração é feita em campo natural, pois este setor encontra-se descapitalizado e com poucas condições de altos investimentos a curto prazo (REIS, 2005).

Deste modo, a melhoria da produtividade pecuária e da economicidade deve ser embasada, inicialmente, em tecnologias sustentáveis eficientes e de baixo custo, tendo como base produtiva o campo natural.

A pastagem natural caracteriza-se por uma marcada estacionalidade na oferta de alimentos, propiciando ciclos de abundância e/ou carências de forragem e nutrientes. Pesquisas isoladas e não relacionadas diretamente a este assunto deixam lacunas, principalmente no que se refere aos nutrientes que se apresentam em menor quantidade nas pastagens (REIS, 2005).

Os principais fatores responsáveis por essa oscilação na qualidade da pastagem são: localização das plantas (solos, pH), capacidade de absorção e retenção de nutrientes das plantas, clima e influência atmosférica, composição florística da pastagem e estádios de desenvolvimento da vegetação (KIRCHGESSNER, 1989; ENSMINGER et al., 1990). O ambiente natural é sobremaneira suscetível a fatores antrópicos, que quando negativos resultam na degradação dos recursos naturais e, conseqüentemente, na queda da produção e da qualidade das pastagens. A falta de conhecimento mais profundo das características e condições dos solos e plantas, nas diferentes épocas do ano, bem como a impossibilidade de transferência de conhecimentos já adquiridos, de regiões com características diferentes, induzem a práticas errôneas de manejo animal e da vegetação, práticas que provocam transformações no "clímax" da vegetação. Com isso, se estabelecem espécies indesejáveis e invasoras, que geralmente apresentam baixo valor forrageiro (REIS, 2005).

Mesmo em vegetações "clímax", ou seja, aquelas que atingiram seu pleno desenvolvimento, em conformidade com as condições climáticas e de manejo, na primavera, quando há maior oferta de alimentos, o teor de nutrientes básicos, como

proteína, lipídios e carboidratos, são muitas vezes suficientes somente para as categorias animais menos exigentes. Concomitantemente a tais nutrientes, existem inúmeros elementos e substâncias que concorrem para as necessidades da manutenção energética e formação de outras substâncias imprescindíveis ao organismo. Neste contexto, aparecem principalmente os elementos minerais (macro e micronutrientes), que assumem um papel importante nas mais diversas funções vitais do organismo.

Tanto a deficiência, quanto o excesso de minerais, podem causar distúrbios do equilíbrio metabólico nos animais e, com isto, prejudicar a conversão de outras substâncias. Também a proporção existente entre eles nos alimentos pode afetar negativamente a produtividade, já que é necessário levar-se em conta efeitos antagonistas (competitivos e funcionais) e de sinergismo existentes entre os minerais, que podem provocar deficiência, concorrência entre eles e potenciação de efeito. Fatores inerentes a composição botânica, edafo-climáticos e antrópicos provocam, principalmente na concentração dos minerais, uma considerável oscilação, já que a quantidade deles nas plantas é muito pequena (REIS, 2005).

No Rio Grande do Sul já foram realizados e divulgados diversos levantamentos dos teores de minerais em solos, pastagens naturais, tecidos ósseo e hepáticos, e soro de sangue de bovinos, bem como nas fontes de água utilizadas pelos animais (AGOSTINI e KAMINSKI, 1976; CAVALHEIRO e TRINDADE, 1992; GAVILLON e QUADROS, 1970; SANTOS, 1997; TRINDADE e CAVALHEIRO; 1990). A água é pouco importante como fonte de minerais para a nutrição animal (CAVALHEIRO e TRINDADE, 1992), pois apresenta, em geral, baixa concentração de alguns elementos, conforme mostram estudos no Rio Grande do Sul (CAVALHEIRO e TRINDADE, 1992; SANTOS, 1997).

Apesar dos levantamentos dos teores de minerais no solo, na vegetação e nos animais (soro sanguíneo, ossos, fígado), os estudos sobre a deficiência destes elementos na função solo-planta-animal, nas diferentes épocas do ano, são poucos em nível de Brasil (TOKARNIA et al., 1999).

A região do planalto sul-rio-grandense, conhecida como Serra do Sudeste, cujos dados serão avaliados, compreende solos em geral rasos, muito pedregosos, originados principalmente de granito. Muitas áreas, cobertas por vegetação campestre, originalmente apresentavam-se ocupadas por subarbustos, arbustos e árvores de baixo porte, as quais aos poucos foram sendo cortadas e queimadas,

ampliando as áreas utilizadas como pastagens (GIRARDI-DEIRO et al., 2006).

Os elementos inorgânicos minerais são essenciais para o adequado crescimento e reprodução dos animais. Dentre estes está incluído o cálcio, encontrando-se em grande quantidade no organismo, desempenhando as mais diversas e imprescindíveis funções, tais como estrutura corporal, compondo o esqueleto quase que em sua totalidade, outros tecidos, e serve como componente importante de fluidos corporais, transmissões e impulsos nervosos, excitação da musculatura esquelética e contração do músculo cardíaco, coagulação sanguínea, além de componente do leite (NRC, 2001, ANDRIGUETTO, 2002).

Esse mineral torna-se importante e essencial para a produção de forragem destaca-se pelas suas funções no desenvolvimento e funcionamento das raízes das plantas, pela sua influência na absorção da água e outros nutrientes necessários às plantas, pelo seu estímulo à produção de sementes, etc. (FOLLET et al., 1981).

Segundo Klaus (2007), o cálcio é um nutriente importante para as plantas e somente uma pequena parte do total que está na solução do solo encontra-se disponível. A remoção pelas culturas e a lixiviação de Ca geram a acidificação do solo, e a deficiência do elemento geralmente é encontrada em solos ácidos, com níveis menores que 5mg L^{-1} de Ca. Assim, é necessário o seu suprimento contínuo.

No solo o cálcio comporta-se como um íon divalente positivo (Ca^{++}), sua presença esta relacionada com o material (rocha) de origem, sendo influenciado também pela textura, teor de matéria orgânica do solo e pela remoção de restos culturais. Quanto a sua disponibilidade para as plantas esta está relacionada tanto com a quantidade disponível no solo, como, pelo grau de saturação no complexo de troca e da relação com os outros cátions do complexo coloidal (SENGIK, 2003). Fator considerável a competição do cálcio com outros cátions, como N^+ , K^+ , Mg^{++} , NH_4^+ , Fe^{++} e Al^{+++} . Solos ácidos, contendo Al^{+++} livre ou uma grande quantidade de amônio aplicada ao sistema, podem diminuir a absorção de Ca pelas plantas (KLAUS, 2007).

Estudando áreas de campo natural com distintas características paisagísticas, Alfaya et al. (2000) determinaram que o cálcio trocável nos solos demonstra pouca variação entre as oito épocas estudadas. Os autores determinaram que os teores do mineral na forragem destas áreas são altos em solos calcários e médios em solos ácidos no período de crescimento das plantas (primavera-verão); na estação fria (outono-inverno) são médios e médio-baixos nos

solos calcários e ácidos, respectivamente. Os mesmos autores indicam que a passagem do cálcio no sistema solo-planta-animal depende, principalmente, dos teores de cálcio trocável no solo, mas também da composição florística e do estágio de maturação das plantas.

Com relação à região agroecológica Serra do Sudeste, não há informações disponíveis, sobre os teores de cálcio nos solos e nas plantas. Na região, a pecuária extensiva tem grande importância, porém apresenta baixos índices de produtividade. Isto ocorre principalmente devido a nutrição animal deficiente em períodos críticos do ano, como a estação fria e épocas de seca, e ao manejo inadequado dos recursos naturais e dos animais.

Deste modo, a presente pesquisa dedica-se a avaliar, os dados referentes ao mineral cálcio, a fim de caracterizar seus níveis no solo das distintas áreas e nas forragens, na interface solo-planta na Serra do Sudeste-RS.

2.2 Objetivos e Metas

2.2.1 Objetivo Geral

Caracterizar a dinâmica sazonal do cálcio no sistema solo-planta.

2.2.2 Objetivos Específicos

Determinar:

- Deficiência e/ou suficiência do cálcio na interface solo-pastagem;
- Interações entre o cálcio e outros minerais ou variáveis do solo em cada um dos conjuntos solo e planta;
- Interações entre o cálcio e outros minerais ou variáveis do solo na sua passagem pelas combinações solo-planta e planta-solo.

2.3 Descrição das áreas experimentais

2.3.1 Áreas experimentais

Área 1, na Fazenda Esperança, possuindo 12,64ha e a Área 2, na Fazenda São Thomaz, com 10,56ha, ambas situam-se no município de Piratini-RS.

2.3.2 Tipos de solos

Área 1: Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abruptico; Mollic Hapludalf.

Área 2: Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico abruptico; Ultic Hapludalf.

2.3.3 Vegetação

A constituição da vegetação na área 1 é campestre/mata (com mata esparsa) e a área 2 vegetação campestre/mata (com plantas invasoras esparsas) (CUNHA et al., 1998).

2.3.4 Animais

Foram mantidos animais reguladores da lotação no sistema “put and take” (STODDART et al., 1975), nas estações quente (0,6ha) e fria (0,4ha). Foram mantidos doze animais reguladores, em cada uma das duas áreas durante todo o período experimental. Os dois grupos de animais eram constituídos por 12 novilhas de cruzamento indefinido (*Bos taurus/indicus*), em cada área, possuindo pesos médios, no início do experimento, de 190,92 kg na Área 1 e de 170,50 kg na Área 2.

2.3.5 Coleta das amostras de solo e vegetação

Em cada área foram estabelecidos 16 pontos fixos, os quais foram demarcados por estacas numeradas, em locais estrategicamente determinados de acordo com a topografia do terreno. Nos pontos foram coletados solo e vegetação. Com o intuito de obter uma maior representatividade das áreas experimentais nas determinações, os pontos foram dispostos da seguinte forma representando os níveis topográficos:

- Quatro estacas na área baixa (Ponto 1);
- Quatro estacas na meia encosta baixa (Ponto 2);
- Quatro estacas na meia encosta alta (Ponto 3);
- Quatro estacas na área alta (Ponto 4).

As coletas foram realizadas ao redor de cada ponto fixo, num raio de 25m, totalizando 16 sub-amostras, ou seja, uma amostra por nível topográfico composta por quatro sub-amostras.

2.3.6 Procedimentos estatísticos

O procedimento utilizado será delineamento totalmente casualizado, em esquema fatorial com dois fatores, Áreas (A) e Épocas (B). Os fatores A e B constaram de dois e doze níveis, respectivamente.

Será feita análise da variação e ajustamento de função para expressar a variação de cada uma das variáveis respostas: cálcio no solo e cálcio na planta ao longo dos meses estudados e a correlação do cálcio com os demais componentes minerais na interface solo-planta.

A análise da variação e teste de significância da variação entre os meses, será procedida com base no seguinte modelo estatístico postulado para expressar o valor observado da variável resposta no mês i e ponto de coleta (ou animal) j :

$$y_{ij} = m + p_j + a_i + e_{ij}, \quad i=1,2,\dots,12, j=1,2,3,4 \quad (12);$$

m : média geral; p_j : efeito do ponto de coleta para as variáveis cálcio no solo e cálcio na planta ($j=1,2,3,4$) e efeito de animal para a variável cálcio no soro do sangue do animal ($j=1,2,\dots, 12$); a_i : efeito do mês de coleta, e_{ij} : erro da observação. Com este modelo estatístico foram admitidas as seguintes pressuposições: m e a_i são parâmetros (constantes desconhecidas) e p_i e e_{ij} são variáveis aleatórias com distribuição normal e correlações nulas, $\text{var}(p_i) = \sigma_p^2$ e $\text{var}(e_{ij}) = \sigma_e^2$.

Os testes de significâncias serão procedidos com o nível de significância (probabilidade de erro tipo 1) de 0,05% e executados no programa estatístico SAS – Statistical Analysis System.

2.4 Resultados e Impactos esperados

Através dos dados experimentais coletados espera-se observar:

- Determinação da dinâmica do cálcio na interface solo-planta em distintos tipos de solo na Serra do Sudeste;
- Determinação da suficiência do cálcio em áreas de campo natural;
- Subsidiar recomendações para utilização de suplementos minerais e vitamínicos, e para ajustes estacionais, a fim de aumentar a produtividade animal;
- Diagnosticar a necessidade da utilização de calcário em áreas de campo natural.

2.5 Cronograma do Projeto

Atividades	2011	2012	2012	2013
	2º sem	1º sem	2º sem	1º sem
Revisão de literatura	X	X	X	
Tabulação de dados	X			
Análise estatística	X	X		
Dissertação			X	X

2.6 Referências Bibliográficas

AGOSTINI, J.A.E.; KAMINSKI, J. Estudo preliminar das concentrações de nutrientes minerais dos solos e pastagens naturais ocorrentes em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 6, n. 4, p. 385-406, dez., 1976.

ALFAYA, H.; SANTOS, B.R.C.; SILVA, J B. DA; E.M. PERDERZOLLI, E. M. Comportamento dos macrominerais no sistema solo-planta na região agroecológica Campanha – R.S. 1. Fósforo. In: **REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL**, 16.; CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 3., 2000, Montevideo. Anales. Montevideo: Grupo DelMercosur, 2000. 1CD-ROM.

ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**: as bases dos fundamentos da nutrição animal. São Paulo/SP: Nobel, 2002. 1v.

BOLDRINI, I. I. **Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional**. (S.L.): UFRGS, 1997. P.1-39, 1997. (Boletim do Instituto de Biociências, 56).

BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul, In. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. 1 ed. Brasília, DF: MMA, v. 1, p. 63 – 67, 2009.

CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Porto Alegre: SAGRA, 1992. 142 p.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – CSR/IBAMA. **Monitoramento do desmatamento nos Biomas Brasileiros por satélite. Acordo de cooperação técnica, MMA/IBAMA**. Monitoramento do Bioma Pampa de 2002 – 2008. Brasília, junho de 2010.

CRANCIO, L. A.; CARVALHO, P. C. De F.; NABINGER, C.; BOLDRINI, I. I. Controle de plantas indesejáveis dos campos naturais do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 13, n.1-2, p.115-124, 2007.

CORREA, F. L.; MARASCHIN, G. E. Crescimento e desaparecimento de uma pastagem nativa sob diferentes níveis de oferta de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1617-1623. 1994.

CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. C.; SEVERO, C. R. S.; NUNES, M. L., COSTA, F. A. da; SOARES, M. J.; COSTA, C. das N. **Estudos dos solos do município de Piratini**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 91 p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 26).

ENSMINGER, M.E.; OLDFIELD, J.E.; HEINEMANN, W.W. **Feeds & nutrition**. 2. ed. Clovis: The Ensminger Publishing, 1990. 1544 p.

FOLLET, R. H.; MURPHY, L. S.; Donahue, R. L. **Fertilizers and soil amendments**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. 1981. 557p.

GAVILLON, O; QUADROS, A.T F. **O cálcio e o fósforo em pastagens nativas do Rio Grande do Sul**: constatação de deficiências na primavera e no verão. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura - Departamento de Produção Animal, 1970. 17 p. (DPA. Boletim Técnico, 17).

GIRARDI-DEIRO, A.M.; RODRIGUES, C. A. G.; SILVEIRA, V. P.; GOMES, K. E.; DEBLE, L. P. Composição florística de primavera e relação com a qualidade da forragem em campos naturais na Apa do Ibirapuitã, RS. In: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**, Viçosa. Anais. Viçosa, 2006. V. 11, p. 116-125.

KIRCHGESSNER, M. **Tierernahrung**: 6. Neubearbeitete. Auflage: DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 1989. 488p.

KLAUS, B. Cálcio nos solos e nas plantas. Palestra. 2007. 3p. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/BFF0205A79B5901983257AA100617428/\\$FILE/Parte-Klaus.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/BFF0205A79B5901983257AA100617428/$FILE/Parte-Klaus.pdf)> Acesso em: maio 2014.

MOOJEN, E. L. **Dinâmica e potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a pressões de pastejo, épocas de diferimento e níveis de adubação**. 1991. 172f. Tese (Doutorado em Plantas Forrageiras) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. E. **Campos in Southern Brazil**. In: Grassland ecophysiology and grazing ecology (eds. Lemaire G, Hodgson JG, Moraes A.; Maraschin GE). CABI Publishing Wallingford, p.355-376. 2000.

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S. et al., (Ed). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília/DF: MMA, p.175-198. 2009

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE: SEVENTH REVISED EDITION. The National Academies, Washington, D.C. 2001, 408 p.

REIS, J. C. L. **Dinâmica sazonal da pastagem e do fósforo no sistema solo-pastagem-animal em campos naturais da Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul**.

2005. 169f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

ROSO, C.; RESTLE, J.; SOARES, A. B.; FILHO, D. C. A.; BRONDANI, I. L. Produção e qualidade de forragem da mistura de gramíneas anuais de estação fria sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.459-467, 1999.

SANTOS, B.R.C. **Avaliação do fósforo no sistema solo-planta-animal sob condições de campo natural em diferentes épocas e três solos da região de Bagé-RS**. 1997. 93 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1997.

SENGIK, E. S. Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas. 2003. 22p. Disponível em: <www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf> Acesso em: maio 2014.
STODDART, L.A.; SMITH, A.D.; BOX, T.W. **Range management**. 3. ed. New York: Mac Graw-Hill, 1975. 532p.

TOKARNIA C.H., DÖBEREINER J., PEIXOTO P.V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.20, n.3, p.127-138, 2000.

TRINDADE, J. P. P. **Processos de degradação e regeneração da vegetação campestre do entorno de areais do Sudeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2003. 145f. Tese (Doutorado – Plantas Forrageiras) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

TRINDADE, D.S.; CAVALHEIRO, A.C.L. Concentração de fósforo, ferro e manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 45-57, jan/fev. 1990.

3 RELATÓRIO DE TRABALHO DE CAMPO

3.1 Local

O experimento foi realizado no Município de Piratini, região sudeste do Estado do Rio Grande do Sul, na região agroecológica Serra do Sudeste.

3.2 Clima

O clima da região corresponde ao Cfa (classificação de Koppen). Apresenta chuvas regulares, as precipitações anuais apresentam-se em torno de 1400 – 1600mm e a temperatura média anual é de 17°C. Solos rasos e declivosos, aliados a estiagens, que são frequentes no verão, podem acarretar sérios problemas na produção nesta região (REIS, 2005). Na Estação Meteorológica de Piratini, foram coletados os dados climáticos registrados durante o experimento.

3.3 Solo

Os solos são considerados pobres e na sua maior parte a vegetação “climax” é a de campo. O solo na área 1, é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto; Mollic Hapludalf (MENDONÇA-SANTOS e SANTOS, 2003). Constitui-se de relevo suave ondulado e superfícies mais aplainadas. Na área 2 apresenta solo classificado como Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico abrupto; Ultic Hapludalf (MENDONÇA-SANTOS e SANTOS, 2003) e apresenta relevo mais íngreme e fortemente ondulado. Áreas estas, cujas características edáficas, florísticas e topográficas são representativas da região agroecológica Serra Sudeste, com declividade média de 20-30%.

3.4 Vegetação

A área 1 possui vegetação campestre/mata (campo com mata esparsa) e a área 2 possui vegetação campestre/mata (campo com invasoras esparsas) (CUNHA et al., 1998). Em ambas as áreas, nas encostas a vegetação nativa campestre é

rala, com alta percentagem de solo descoberto e grande ocorrência de arbustos, onde são encontradas espécies de baixo valor forrageiro e habito cespitoso ereto. Já nas baixadas, onde os solos são mais profundos, ocorrem gramíneas altas e cespitosas (*Andropogon* spp.) e também espécies mais baixas (*Paspalum notatum* e *Axonopus affinis*, bastante abundante). Estas áreas não sofreram qualquer tipo de pratica agrônômica (adubação, melhoramento, etc).

3.5 Condução do experimento

Em cada área foram dispostos 16 pontos fixos, os quais foram demarcados por estacas numeradas, em locais estrategicamente determinados de acordo com a topografia do terreno. As estacas foram dispostas da seguinte maneira:

- Quatro estacas na área baixa (Ponto 1);
- Quatro estacas na meia encosta baixa (Ponto 2);
- Quatro estacas na meia encosta alta (Ponto 3);
- Quatro estacas na área alta (Ponto 4).

As coletas foram realizadas ao redor de cada ponto fixo, num raio de 25m, totalizando 16 sub-amostras, ou seja, uma amostra por nível topográfico composta por quatro sub-amostras. Nos pontos foram coletados solo (10 – 15cm de profundidade) e vegetação (a forragem foi cortada com tesourão especialmente preparado, para evitar contaminação, a uma altura de corte (1,5cm) acima do nível do solo, de forma que fosse o mais condizente possível com o pastejo dos animais). As coletas foram feitas mensalmente durante o período de um ano.

3.6 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, em esquema fatorial com dois fatores. Áreas (A) e Épocas (B). Os fatores A e B constaram de dois e doze níveis, respectivamente. As análises estatísticas foram processadas segundo o procedimento de análise de variação separada para cada uma das duas áreas.

Foram determinadas as correlações lineares simples entre cálcio e cada uma das demais variáveis referentes ao solo, a planta, e entre cálcio no solo e na planta, com ajustamentos para os efeitos de área e época.

Para a interpretação estatística dos resultados, utilizou-se o programa estatístico SAS 9.1, assumindo-se 5% de probabilidade de erro.

4 ARTIGO

**DINÂMICA SAZONAL DO CÁLCIO NA INTERFACE SOLO-PLANTA EM ÁREAS
DE CAMPO NATURAL NA REGIÃO DA SERRA DO SUDESTE- RS**

Artigo formatado conforme as normas da revista BIOSCIENCE JOURNAL
UFU (BJ – ISSN 1516-3725)

1 **DINÂMICA SAZONAL DO CÁLCIO NA INTERFACE SOLO-PLANTA EM ÁREAS DE**
2 **CAMPO NATURAL NA REGIÃO DA SERRA DO SUDESTE- RS**

3 **SEASONAL DYNAMICS OF CALCIUM IN THE SOIL-PLANT-INTERFACE IN**
4 **NATURAL GRASSLAND AREAS IN THE REGION OF SERRA DO SUDESTE-RS**

5
6 **RESUMO**

7 O presente trabalho objetivou avaliar os teores do mineral cálcio (Ca), em diferentes épocas do ano,
8 no solo e nas plantas. O estudo foi realizado no município de Piratini-RS, na região da Serra do
9 Sudeste. Foram utilizadas duas fazendas com campo nativo virgem, sem que houvesse recebido
10 qualquer tipo de melhoria, reforma ou recuperação. As áreas possuem solos distintos e relevo
11 íngreme. A vegetação na área 1 é de campo com mata esparsa e na área 2, campo com invasoras
12 esparsas. Coletou-se, durante o período de doze meses, em pontos pré-determinados, amostras de
13 solo e planta. As amostras dos respectivos materiais foram analisadas para que se pudesse
14 determinar as concentrações de cálcio. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente
15 casualizado e os dados foram submetidos a análise de variância para as duas áreas em separado.
16 Foram correlacionados alguns parâmetros do solo e da planta com o Ca, bem como estuda a
17 passagem do Ca do solo para a planta. Na área 1 não foi observado variação nos teores do mineral
18 em função da curva de crescimento da pastagem e da pluviosidade. Na área 2, o teor de cálcio
19 variou como resposta aos meses do ano. Para a concentração de cálcio na planta foi observada
20 diferença sazonal em seus teores. Foram constatadas correlações do Ca com outras variáveis no solo
21 e na planta.

22 **PALAVRAS-CHAVE:** Minerais. Campo nativo. Macronutriente.

23
24 **INTRODUÇÃO**

25 A Serra do Sudeste é um ecossistema encontrado no estado do Rio Grande do Sul, que por
26 ser pouco explorado em virtude de possuir campos muito sujos e fortemente ondulados, a pecuária,

27 para seus moradores é principal fonte de renda. A conservação do campo natural tem grande
28 importância para o Estado, por sua importância econômica e também por um envolvimento
29 ambiental (CRANCIO et al., 2007), proporciona produção animal satisfatória, mas apresenta
30 flutuações estacionais na composição e concentração de nutrientes disponíveis. Contudo, nesta
31 região, a produção sofre uma forte estacionalidade devido a suas pastagens possuírem
32 predominância de espécies estivais, prevalecendo o crescimento da vegetação na estação quente
33 (REIS et al., 2008; NABINGER et al., 2009). No entanto, na estação de crescimento, que inicia na
34 primavera, os animais conseguem ganhar mais peso e moldar a curva de ganho ao longo da estação
35 do ano (CORREA E MARASCHIN, 1994).

36 No Estado predomina a criação extensiva de gado, principalmente na metade sul, como é o
37 caso da Serra do Sudeste, e a produção animal é sustentada basicamente por sistemas pastoris
38 (BOLDRINI, 2009), tratando-se essencialmente de pastagens naturais, porém lamentavelmente,
39 nesta região, são destinados a esta produção, solos com pouca fertilidade ou não agricultáveis, e
40 muitas vezes o alimento acaba sendo forragens de pouca qualidade e baixo valor nutricional. Com o
41 manejo inadequado destas pastagens e fatores climáticos desfavoráveis, a produtividade e o retorno
42 econômico são bastante baixos (REIS, 2005). A produtividade dos animais é resultado da qualidade
43 dessas pastagens, as quais apresentam flutuações estacionais na composição e concentração dos
44 nutrientes disponíveis (NABINGER et al., 2009).

45 Estudos sobre a deficiência de elementos minerais na interface solo-planta, nas diferentes
46 épocas do ano, são poucos. Os animais estão vulneráveis a deficiências minerais, constituindo uma
47 grande limitação na produção, podendo apresentar deficiências severas ou subclínicas, ambas
48 podem levar a perdas consideráveis na produtividade dos animais podendo chegar a morte
49 (TOKARNIA et al., 2000). Por ser muito complexa a interface solo-planta, deve ser vista de
50 maneira crítica, já que nem toda a quantidade de nutrientes existentes no solo está disponível nas
51 plantas (REIS, 2005).

52 O cálcio é uns dos minerais encontrados em grandes concentrações nos solos, quantidades,

53 geralmente, maiores do que a necessidade das plantas. Apresentando-se como Ca trocável e Ca na
54 solução. Sua absorção se dá pelas raízes, principalmente por fluxo de massa e interceptação
55 radicular (GIANELLO et al., 1995).

56 O propósito do presente estudo foi avaliar a disponibilidade de cálcio na interface solo-
57 planta, na região da Serra do sudeste/RS, buscando caracterizar a dinâmica sazonal do cálcio, suas
58 deficiências e influência recíproca com outros minerais.

59

60

MATERIAL E MÉTODOS

61 O experimento foi realizado no Município de Piratini, na região agroecológica Serra do
62 Sudeste/RS. Foram selecionadas duas propriedades rurais de campo natural, denominadas como
63 área 1, a Fazenda Esperança, com 12,64ha e área 2, a Fazenda São Thomaz, com 10,56ha. O solo na
64 área 1, é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto; Mollic Hapludalf.
65 Constitui-se de relevo suave ondulado e superfícies mais aplainadas. Na área 2 apresenta solo
66 classificado como Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico abrupto; Ultic Hapludalf e apresenta
67 relevo mais íngreme e fortemente ondulado (MENDONÇA-SANTOS e SANTOS, 2003). O clima
68 corresponde ao Cfa (classificação de Koppen). Apresenta precipitações anuais em torno de 1400 –
69 1600mm e a temperatura média anual é de 17°C. Estiagens nos verões são frequentes, aliadas a
70 solos rasos e declivosos, podem acarretar sérios problemas na produção nesta região (REIS, 2005).
71 Os dados climáticos registrados durante o experimento (Tab. 1), foram coletados na Estação
72 Meteorológica de Piratini.

73 A área 1 possui vegetação campestre/mata (campo com mata esparsa) e a área 2 possui
74 vegetação campestre/mata (campo com invasoras esparsas) (CUNHA et al., 1998). Em ambas as
75 áreas, nas encostas a vegetação nativa campestre é rala, com alta percentagem de solo descoberto e
76 grande ocorrência de arbustos, onde são encontradas espécies de baixo valor forrageiro e hábito
77 cespitoso ereto. Já nas baixadas, onde os solos são mais profundos, ocorrem gramíneas altas e
78 cespitosas (*Andropogon* spp.) e também espécies mais baixas (*Paspalum notatum* e *Axonopus*

79 *affinis*, bastante abundante) (REIS, 2005). Estas áreas não haviam sofrido qualquer tipo de prática
 80 agrônômica (adubação, melhoramento, etc).

Tabela 1 – Médias (22 anos) das precipitações pluviométricas normais (MPPN), porcentagem de precipitações pluviométricas observadas (PPPO) na área 1 (A1) e na área 2 (A2) relativas à ocorrência normal, frequência das precipitações pluviométricas normais (FPPN) e observadas (FPPO) nas áreas 1 e 2, médias das temperaturas máximas ($T_{máx.}$) e mínimas ($T_{mín.}$) ocorridas durante o período experimental

Meses	MPPN (mm)	PPPO A1 (%)	PPPO A2 (%)	FPPN (dias)	FPPO		T _{máx}	T _{mín.}
					A1 (dias)	A2 (dias)		
Jun	98,2	-1,6	-17,5	6	6	7	20,70	2,43
Jul	137,9	- 95,9	- 89,8	8	2	3	15,7	5,4
Ago	89,9	+ 90,4	+ 56,8	7	9	8	21,03	6,06
Set	113,2	- 29,3	- 33,7	7	8	8	19,03	8,17
Out	109,8	+ 55,7	+ 55,7	7	10	10	24,52	12,90
Nov	120,1	- 34,2	- 34,2	7	5	5	26,69	12,13
Dez	88,1	- 24,0	- 24,0	6	6	6	29,03	16,42
Jan	113,5	- 45,9	- 41,0	6	6	6	31,90	17,55
Fev	118,2	+ 158,0	+ 154,7	7	6	10	27,50	16,50
Mar	112,0	- 72,3	- 74,1	6	1	3	28,10	13,23
Abr	127,1	- 72,1	- 52,0	6	4	5	26,30	10,23
Mai	122,0	+ 36,1	+ 14,0	6	3	3	22,45	9,21
Jun	98,2	+ 46,3	+ 108,8	6	9	9	15,50	5,73

81 Em cada área foram demarcados, com estacas numeradas, 16 pontos fixos, em locais
 82 estrategicamente determinados de acordo com a topografia do terreno.

83 As coletas foram realizadas ao redor de cada ponto fixo, num raio de 25m, totalizando 16
 84 sub-amostras, ou seja, uma amostra por nível topográfico composta por quatro sub-amostras. Nos
 85 pontos foram coletados solo (10 – 15cm de profundidade) e vegetação (a forragem foi cortada
 86 com tesourão especialmente preparado, para evitar contaminação, a uma altura de corte (1,5cm)
 87 acima do nível do solo, de forma que fosse o mais condizente possível com o pastejo dos animais).
 88 As coletas foram feitas mensalmente durante o período de um ano.

89 As amostras de solos e das plantas, foram processadas no laboratório de Solos da UFRGS,

90 utilizando-se reagentes de primeira qualidade e leituras em aparelhos de alta precisão para
91 determinação do mineral cálcio nos respectivos materiais coletados.

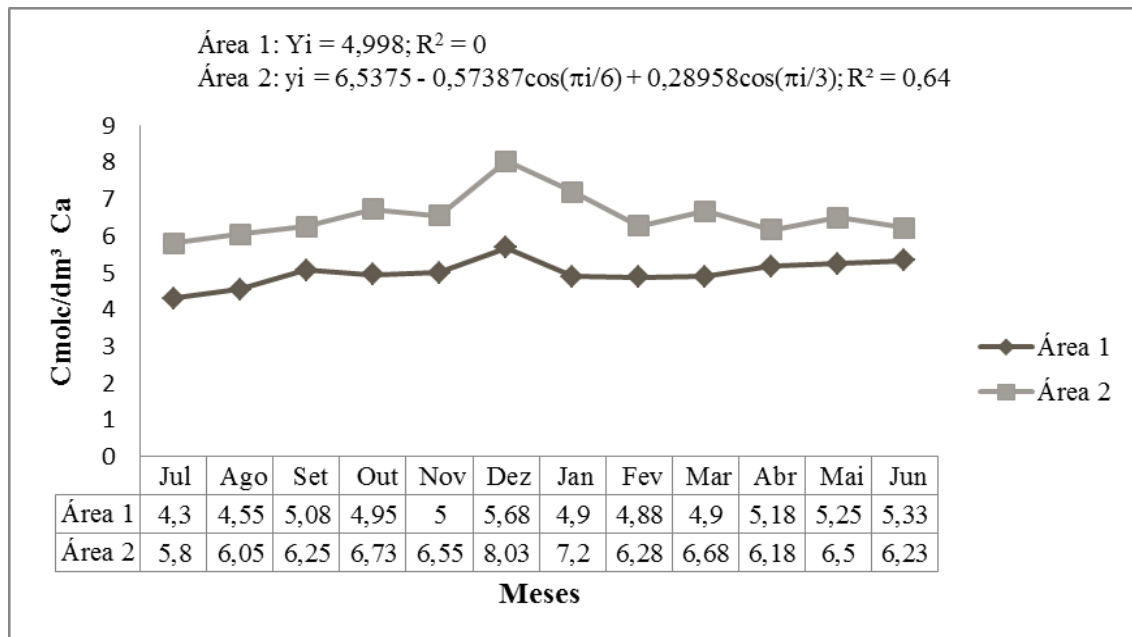
92 O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, em esquema
93 fatorial com dois fatores. Áreas (A) e épocas (B). Os fatores A e B constaram de dois e doze níveis,
94 respectivamente. As análises estatísticas foram processadas segundo o procedimento de análise de
95 variação separada para cada uma das duas áreas. Foram determinadas as correlações lineares
96 simples entre cálcio e cada uma das demais variáveis (minerais, matéria orgânica e argila)
97 referentes ao solo, a planta, e entre cálcio no solo e na planta, com ajustamentos para os efeitos de
98 área e época. Para a interpretação estatística dos resultados, utilizou-se o programa estatístico SAS
99 9.1, assumindo-se 5% de probabilidade de erro.

101 RESULTADOS E DISCUSSÃO

102 Quando testado o efeito sazonal sobre a variabilidade do teor de cálcio no solo na área 1
103 (Fig. 1), não houve diferença significativa ($P=0,3670$), apresentando média anual de
104 $4,998\text{cmol}/\text{dm}^3$, e um pequeno pico no mês dezembro, o qual foi de $5,67\text{cmol}/\text{dm}^3$.

105 Na área 2, a análise de variância, demonstrou haver diferença significativa ($P<0,0005$), para
106 os teores médios anuais do cálcio no solo. Os teores ajustaram-se a uma função harmônica com os
107 componentes cosenoidais significativos, com ondas anual ($P<0,0001$) e semestral ($P=0,0183$),
108 obtendo-se baixo R^2 , denotando que o modelo não consegue explicar a relação existente entre as
109 variáveis. Nesta área, os teores de cálcio observados estiveram em torno de $6,32\text{cmol}/\text{dm}^3$,
110 apresentando menor teor no mês de julho $5,8025\text{cmol}/\text{dm}^3$ e teores mais elevados nos meses de
111 dezembro com $8,025\text{cmol}/\text{dm}^3$ e janeiro (Fig. 1). Provavelmente este aumento, em dezembro e
112 janeiro, pode ser explicado por um efeito aleatório, ou seja, por razões diversas que interferiram nos
113 resultados destes meses, levando a este pequeno aumento nos teores de cálcio. Contudo, esse
114 resultado, pode ser atribuído a uma seca ocorrida nos meses de novembro, dezembro e janeiro,
115 Raven e Edwards (2001) destacam que as raízes são responsáveis pela extração dos minerais para a

116 planta, havendo morte das mesmas, os nutrientes deixam de ser absorvidos acumulando-se no solo.

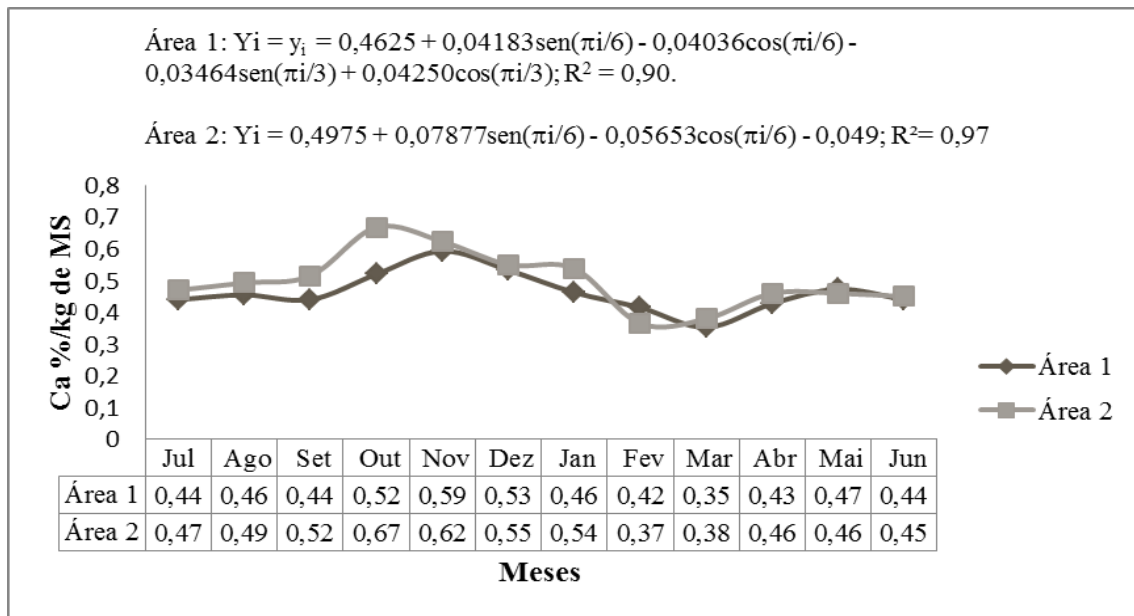


117
118 Figura 1 – Variação anual dos níveis de cálcio ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) no solo referente as duas
119 áreas de campo natural estudadas.

120 Quando testado o efeito sazonal sobre a variabilidade do teor de cálcio na planta (Fig. 2),
121 houve diferença altamente significativa entre os meses de estudo, para as duas áreas. Pode-se
122 observar que ambas as áreas ajustaram-se a funções distintas, mas com tendências de
123 comportamento semelhantes, apresentando coeficiente de correlação elevado para as duas áreas.

124 A área 1 apresentou teores médios de cálcio na planta variando entre 0,35 a 0,59%, nos meses
125 de julho a setembro, a variação ficou entre 0,44% e 0,46% (Fig. 2). Houve um crescimento até
126 atingir o valor mais elevado do ano em novembro, 0,59%, que coincide com a primavera, estação
127 em que iniciam-se os rebrotes e o crescimento das gramíneas de estação quente, grupo de espécies
128 predominante nas duas áreas. Neste mesmo período iniciou-se uma estiagem (Tab. 1), o que pode
129 ter colaborado para que houvesse morte das plantas e conseqüentemente de suas raízes, impedindo,
130 ou pelo menos diminuindo, a absorção do cálcio. A elevada temperatura do solo, também pode ter
131 afetado o metabolismo vegetal, reduzindo assim a absorção de nutrientes (GIANELLO et al., 1995).
132 A partir daí o teor deste mineral passou a decrescer até março, quando atingiu o menor valor
133 encontrado 0,35%, então voltou a crescer alcançando 0,44% em junho, quando a disponibilidade de
134 forragem é baixa. Observa-se nitidamente um aumento do cálcio no solo (Fig. 1) e decréscimo do

135 cálcio na pastagem (Fig. 2), nesta mesma época.



136

137

138

Figura 2 - Variação anual dos níveis de cálcio (%) na planta referente às duas áreas de campo natural estudadas.

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

Para a área 2 (Fig. 2), pode-se observar que o teor de cálcio na planta foi de 0,47% em julho, cresceu até atingir o valor mais elevado 0,67% em outubro. Quando as plantas parecem atingir sua máxima maturidade, contudo, a variação mineral das plantas forrageiras em decorrência do avançar da idade, se deve em resposta a fatores de natureza externa, muitas vezes devido ao clima e condições estacionais (UNDERWOOD, 1983). No Rio Grande do Sul, na maioria das áreas estudadas, o pico de concentração mineral nas plantas ocorre no mês de setembro (BAVERA e BOCCO, 1987), no entanto, como foi observado nos meses de outubro e novembro, respectivamente, para a área 2 e 1, neste trabalho, pode-se acreditar que tenha ocorrido de forma semelhante. Logo o teor de cálcio passou a decrescer, até março, quando atingiu o menor valor 0,38%. Em abril, teve uma pequena elevação para 0,46%, diminuindo para 0,45% em junho. Os níveis de cálcio nas gramíneas de clima tropical são mais reduzidos que nas leguminosas, em ambas as espécies verificam-se aumentos relativos nas concentrações de cálcio com o avançar da maturidade das plantas (NORTON, 1984). O estágio de maturidade afeta o conteúdo de uma série de minerais nas pastagens. Geralmente, o conteúdo de outros cátions decresce com a idade ou órgão da planta, enquanto o teor do Ca e Mg frequentemente aumenta (BAVERA e BOCCO, 1987;

154 SPEARS, 1994).

155 Neste estudo os teores de cálcio encontrados foram superiores aos encontrados por
156 CAVALHEIRO e TRINDADE (1992), que avaliaram pastagens naturais das regiões da Campanha
157 e da Depressão Central do RS, e obtiveram teores de 0,24% no verão e 0,32% nas demais estações
158 do ano. Estes valores também foram superiores aos descritos por AGOSTINI e KAMINSKI (1976),
159 o qual encontrou no estudo de dez unidades de mapeamento de solos no RS, teores médios de
160 0,43% de cálcio na primavera e 0,34% no verão. Contudo, WUNSCH et al. (2006), estudando
161 Campos de Cima da Serra, encontrou comportamento e teores de cálcio semelhantes aos do
162 presente trabalho, variando de 0,29% em fevereiro a 0,59% em setembro, estes autores justificam os
163 altos teores de Ca pelo fato das plantas encontrarem elevado estágio de maturação. Já HERINGER e
164 JACQUES (2002), na mesma região de estudo (Campos de Cima da Serra), encontraram teores
165 inferiores, com 0,15 e 0,16% em pastagens sem queima e sem roçada e em pastagens com queima
166 anual respectivamente. Outros fatores como tipo de solo e composição botânica podem estar
167 relacionados com as diferenças encontradas entre os diferentes trabalhos, principalmente por serem
168 realizados em diferentes regiões do Estado.

169 Pode-se observar (Tab. 2) uma correlação significativa positiva do Ca com o magnésio
170 (Mg), manganês (Mn), nitrogênio (N), e ferro (Fe), no solo, para as duas áreas. Segundo Prado
171 (2008) a disponibilidade de Mn, no solo depende de vários fatores, entre eles do equilíbrio do
172 mesmo com outros cátions como o Ca. O N também está relacionado a qualidade de produção
173 através de estímulo ao crescimento de raízes (MALAVOLTA, 1980), existindo assim, uma relação
174 positiva entre o N e o Ca, A presença do N no solo, contribui para que o Ca seja absorvido pelas
175 plantas. No presente estudo, o sódio (Na) relacionou-se positivamente com o Ca, nas duas áreas. A
176 matéria orgânica (MO) é responsável pelo aumento da capacidade de troca de cátions no solo,
177 proporcionando uma maior retenção de cátions em solução, como Ca, Mg e potássio (K), evitando
178 que estes sejam lixiviados. Este fato pode explicar a correlação positiva desta variável com o Ca na
179 área 1.

180 Segundo Malavolta (1976), quanto maior a quantidade de um elemento também é maior a
 181 quantidade do outro, ou seja, quanto mais Ca, mais Cu, respectivamente, este fato explica a
 182 correlação positiva entre o cobre (Cu) e o Ca na área 1. Solos argilosos de modo geral apresentam
 183 mais Ca por apresentarem teores de matéria orgânica e capacidade de troca de cátions superiores, no
 184 entanto no presente trabalho os teores de argila correlacionaram-se negativamente com os teores de
 185 Ca na área 2, não apresentando correlação na área 1. A argila é adsorvente, portanto, parte do Ca
 186 disponível no solo, é complexado ficando indisponível as plantas (MALAVOLTA, 1976). O zinco
 187 (Zn) correlacionou-se positivamente com o Ca, somente na área 2.

Tabela 2 – Correlações lineares simples (r) entre os teores médios anuais de cálcio no solo com os teores médios anuais de alguns elementos do solo, por área

Variável	Área 1		Área 2	
	r	P	r	P
Mg	0,7848	<0,0001**	0,6540	<0,0001**
Cu	0,7369	<0,0001**	-	-
Mn	0,5154	0,0002**	0,4027	0,0045**
N	0,4855	0,0005**	0,7141	<0,0001**
MO	0,4340	0,0021**	-	-
Fe	0,3030	0,0363*	0,7066	<0,0001**
Na	0,2859	0,0488*	0,5258	0,0001**
Zn	-	-	0,7734	<0,0001**
Argila	-	-	-0,3724	0,0092**

188 * significante = 5%; ** altamente significante = 1%; P = Prob.>r sob H0: $\rho=0$.

189 Conforme pode ser observado na tabela 3, o Na e o enxofre (S) apresentaram correlação
 190 altamente significativa e positiva com o Ca na vegetação, nas duas áreas. A correlação entre K, Mg
 191 e fósforo (P) com o Ca na planta, foi positiva e altamente significativa, porém, somente na área 2.
 192 Enquanto da mesma maneira, o Mn, foi significativo positivamente, na área 1. A disponibilidade de
 193 Mn no solo depende principalmente do pH, do potencial de oxirredução, da matéria orgânica e do
 194 equilíbrio (estabilidade) com outros cátions, como por exemplo Fe, Ca e Mg (PRADO, 2008).

195 Houve uma correlação positiva do N com o Ca na planta na área 2. Segundo Borges (2004), o N
 196 atua sinergicamente com o Ca e tende a aumentar o teor de Ca nas plantas. O mesmo autor também
 197 afirma que nas plantas, a deficiência de K provoca uma diminuição dos teores de Ca. A absorção de
 198 K é diminuída pelo excesso de Ca, por isto emprega-se mais K em solo que apresentam altos teores
 199 de Ca. O Ca está presente na absorção iônica de íons monovalentes como o K, seu efeito na
 200 absorção iônica nos valores baixos de pH (MALAVOLTA, 1976).

Tabela 3 - Correlações lineares simples (r) entre os teores médios anuais de cálcio na planta com os teores médios anuais de alguns elementos da planta, por área

Variável	Área 1		Área 2	
	r	P	r	P
Na	0,5804	<0,0001**	0,6868	<0,0001**
S	0,3873	0,0065**	0,5350	<0,0001**
Mn	0,3595	0,0121*	-	-
K	-	-	0,4177	0,0031**
P	-	-	0,4159	0,0033**
Mg	-	-	0,3800	0,0077**
N	-	-	0,2929	0,0433*

201 * significante = 5%; ** altamente significante = 1%; P = Prob.>r sob H0: $\rho=0$.

202 As correlações entre os diferentes íons com o Ca, tanto no solo quanto na planta,
 203 influenciam positiva ou negativamente os teores de Ca dentro de cada elo da interface (solo-planta).
 204 Provavelmente devido a efeitos aleatórios encontrados em cada uma das áreas de estudo, associados
 205 aos teores dos distintos íons de cada área. Na tabela 4, se observa que o teor de Ca no solo,
 206 influenciou positivamente o teor de Ca na pastagem, mas apenas para a área 1. A correlação do Ca
 207 nos tecidos vegetais é reflexo do Ca trocável do solo (SPEARS, 1994).

208 O Na, no solo, correlacionou-se positivamente com o Ca na planta, em ambas as áreas. Não
 209 se tem conhecimento desta correlação solo-planta do Ca com o Na.

210 Embora Malavolta (1976), indique que em um contexto ecológico o pH não influi muito na
 211 absorção iônica, afirmação esta conforme o autor, comprovada experimentalmente, na área 1 o pH

212 do solo, apresentou influência altamente significativa positiva sobre o Ca da pastagem.

213 O Cu encontrado no solo, correlacionou-se positivamente com o Ca na planta na área 1.
214 Conforme Malavolta (1976), o Cu apresenta efeito antagonista sobre a absorção de Ca. Quando em
215 excesso na solução do solo, o Cu retarda o crescimento radicular das plantas, conseqüentemente,
216 diminuindo a absorção do Ca. O que pode explicar a correlação negativa do Cu do solo, com o Ca
217 da planta na área 2.

218 O fósforo do solo correlacionou-se negativamente com os teores de Ca na pastagem da
219 área 1. O P é um dos principais elementos que interagem com o cálcio. O Ca controla a
220 disponibilidade de P para as plantas, por essa razão a elevação do pH, através da calagem, aumenta
221 a disponibilidade de P para as plantas (RAIJ, 1981). O Ca apresenta altos teores em ambos os solos
222 de estudo e pH muito baixo na área 1 e baixo na área 2. A falta de relação Ca x P, na área 2, deve-se
223 provavelmente ao baixo pH dos solos, pois somente em solos neutros a alcalinos que ocorre a
224 fixação dos fosfatos pelo Ca, ou seja, a formação de complexos insolúveis de fosfatos com cálcio
225 trivalente (BUCKMAN e BRADY, 1968). Este seria o comportamento esperado para as áreas de
226 campo do presente estudo. Segundo Reis (2005), os teores de P são de 4,76mg/dm³ na área 1 e
227 7,21mg/dm³ na área 2, teores estes considerados muito baixo e baixo, respectivamente. A MO do
228 solo, teve influência negativa significativa sobre o Ca da vegetação, para a área 2. O Ca complexa-
229 se com a MO do solo e torna-se indisponível as plantas (MALAVOLTA, 1976; MALAVOLTA,
230 2006).

231 O boro (B) e o Mg do solo, também apresentaram relação negativa sobre o Ca na planta na
232 área 2. O excesso de B diminui o teor de Ca (BORGES, 2004), e o Ca em grandes quantidades,
233 também diminui o teor de B (MALAVOLTA, 1976), dessa maneira pode-se explicar o efeito
234 negativo destes minerais na passagem do solo para as plantas. O Mg, quando em altas
235 concentrações no meio, diminuem a absorção de Ca pelas plantas (MALAVOLTA, 1976;
236 MALAVOLTA, 2006). Estes minerais por serem absorvidos ativamente pelas raízes na forma de
237 Mg⁺² e Ca⁺², e possuem propriedades químicas semelhantes, podem competir na absorção e

238 transporte para as plantas (PRADO, 2008).

239

Tabela 4 - Correlações lineares simples (r) entre os teores médios anuais de cálcio na planta com os teores médios anuais de alguns elementos do solo, por área

Variável	Área 1		Área 2	
	r	P	r	P
Ca	0,5766	<0,0001**	-	-
Na	0,5107	0,0002**	0,5167	0,0002**
pH	0,4976	0,0003**	-	-
Cu	0,4429	0,0016**	-0,6694	<0,0001**
P	-0,4433	0,0016**	-	-
MO	-	-	-0,5814	<0,0001**
B	-	-	-0,4459	0,0015**
Mg	-	-	-0,3169	0,0282*

240 * significante = 5%; ** altamente significante = 1%; P = Prob.>r sob H0: p=0.

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

CONCLUSÕES

252

Na área 1 não foi observado variação nos teores de cálcio no solo nos meses de estudo.

253

Na área 2, o teor de cálcio no solo variou como resposta aos meses do ano.

254 Para a concentração de cálcio na planta foi observada diferença sazonal nos teores de cálcio
255 para ambas as áreas. Constatou-se que o cálcio, apresenta teores suficientes no solo e na vegetação
256 em ambas as áreas.

257 O cálcio no solo apresentou correlações positivas com alguns elementos do solo.

258 O cálcio na planta apresentou correlação positiva e/ou negativa, com algumas variáveis da
259 pastagem.

260 A passagem do cálcio pela interface solo-planta é influenciada de forma positiva ou
261 negativa por outros elementos existentes no solo.

262 Fatores aleatórios podem interferir na absorção do cálcio do solo, pelas plantas.

263

264

AGRADECIMENTOS

265 Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFPel, e a CAPES.

266

ABSTRACT

268 This study was undertaken to evaluate levels of the mineral calcium at different seasons, in soil and
269 plants, since there is a lack of information about the composition in mineral of natural pastures. The
270 study was conducted at the Southeast Hills area, at the county of Piratini, state Rio Grande do
271 Sul/Brazil. Two areas of untouched natural grassland, which had not received any improvement,
272 renovation or restoration, were used. The areas have different soils and steep relief. Data were
273 collected during a twelve month period, and samples of soil and plants were taken at predetermined
274 places. Samples of both materials were analyzed in a way to allow the determination of their levels
275 of calcium. The experimental design was at random and data were subjected to analysis of variance
276 for the two areas separately. At area number one, no variation in calcium concentration in soil was
277 observed for the period of study; however at area number two, calcium concentration in soil varied
278 as a response to the month of the year. There was a seasonal difference in calcium concentration in
279 the plant for both areas. It was found that calcium concentrations were present in sufficient levels in

280 oil and vegetation in both areas. In a positive or negative way, other minerals in the soil-plant
281 interface may have influenced calcium circulation in this system.

282 **KEYWORDS:** Minerals. Native pasture. Macronutrient. Serra do Sudeste.

283

284 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

285 AGOSTINI, J.A.E.; KAMINSKI, J. Estudo preliminar das concentrações de nutrientes minerais
286 dos solos e pastagens naturais ocorrentes em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. **Revista do**
287 **Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v.6, n.4, p.385-406. 1976.

288 ALFAYA, H.; SANTOS, B.R.C.; SILVA, J.B. da; PERDERZOLLO, E.M. Comportamento dos
289 macrominerais no sistema solo-planta na região agroecológica Campanha-RS. In REUNIÓN
290 LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 16; CONGRASSO URUGUAYO DE
291 PRODUCCIÓN ANIMAL, 2000, Montevideo. **Anales**. Grupo DelMercosur, 2000. 1CD-ROM.

292 BAVERA, G. A.; BOCCO, O. A. **Suplementación mineral del bovino**. Buenos Aires: Hemisferio
293 Sur, 1987. 88p.

294 BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul, In. **Campos Sulinos: conservação e**
295 **uso sustentável da biodiversidade**. 1 ed. Brasília, DF: MMA, v. 1, p. 63 – 67, 2009.

296 BORGES, A. L. **Interação entre nutrientes em bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF,
297 2004. 2p.

298 BUCKMAN, H.O; BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 2.ed. Rio de Janeiro:
299 Freitas Bastos, 1968. 594p.

300 CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em**
301 **pastejo**. Porto Alegre: SAGRA – DC Luzzatto, 1992. 142p.

- 302 CRANCIO, L. A.; CARVALHO, P. C. De F.; NABINGER, C.; BOLDRINI, I. I. Controle de
303 plantas indesejáveis dos campos naturais do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**,
304 Porto Alegre, v. 13, n.1-2, p.115-124, 2007.
- 305 CORREA, F. L.; MARASCHIN, G. E. Crescimento e desaparecimento de uma pastagem nativa sob
306 diferentes níveis de oferta de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1617-1623.
307 1994.
- 308 CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. C.; SEVERO, C. R. S.; NUNES, M. L., COSTA, F. A. da;
309 SOARES, M. J.; COSTA, C. das N. **Estudos dos solos do município de Piratini**. Pelotas:
310 EMBRAPA-CPACT, 1998. 91p. (EMBRAPA - Documento, 26).
- 311 GAVILLON, O.; QUADROS, A. T. **O cálcio e o fósforo em pastagens nativas do rio Grande do**
312 **Sul: constatação de deficiências na primavera e no verão**. Porto Alegre: DPA, 1970. 18p.
313 (Boletim técnico, 17).
- 314 GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. J. **Princípios de fertilidade do solo**. Porto
315 Alegre: UFRGS, 1995. 276p.
- 316 HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas
317 alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.399-406, 2002.
- 318 MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1976.
319 528p.
- 320 MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- 321 MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica
322 Ceres, 2006. 638p.
- 323 MENDONÇA-SANTOS, M.L.; SANTOS, H. G. **Mapeamento Digital de Classes e Atributos de**

- 324 **Solos: métodos, paradigmas e novas técnicas.** Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS. 2003. 19p.
325 (EMBRAPA - documento 55).
- 326 NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K. Produção animal com base no campo nativo:
327 aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S. et
328 al., (Ed). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade.** Brasília/DF: MMA,
329 2009. p.175-198.
- 330 NORTON, B.W. Differences between species in forage quality. WACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional**
331 **Limits to Animal Production from Pastures.** Santa Lucia: Queensland, p.89-110. 1984.
- 332 PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas.** São Paulo: Jaboticabal. Ed. Unesp, 2008. 407p.
- 333 RAVEN, J.A.; EDWARDS, D. "Roots: evolutionary origins and biogeochemical
334 significance". **Journal of Experimental Botany**, v.52, p.381–401. 2001.
- 335 RAIJ, V. B. **Avaliação da fertilidade do solo.** Piracicaba, São Paulo: Instituto Internacional da
336 Potassa. 1981. 192p.
- 337 REIS, J. C. L. **Dinâmica sazonal da pastagem e do fósforo no sistema solo-pastagem-animal em**
338 **campos naturais da Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul.** 2005. 169f. Tese (Doutorado) –
339 Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- 340 REIS, J.C.L.; ALFAYA, H. Jr; EICHELBERGER, L.; SILVA, J.G.C. da. Composição e dinâmica
341 florística em campos naturais da Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária**
342 **Gaúcha**, Porto Alegre, v.14, n.2, p.125-133, 2008.
- 343 SANTOS, B.R.C. **Avaliação do fósforo no sistema solo-planta-animal sob condições de campo**
344 **natural em diferentes épocas e três solos da região de Bagé-RS.** 1997. 93p. Dissertação
345 (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1997.

- 346 SOUSA, J.C. de; CONRAD, W.G.; BLUE, W. G.; McDOWELL, L.R. Inter-relações entre minerais
347 no solo, plantas, forrageiras e tecido animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.4,
348 p.387-395. 1979.
- 349 SPEARS, J. W. Minerals in forages. In: FAHEY JUNIOR, G.C.; MOSER, L. E.; MERTENS, D.
350 R.; COLLINS, M. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Lincoln: Academic, p.281-
351 317. 1994.
- 352 TOKARNIA C.H., DÖBEREINER J., PEIXOTO P.V. Deficiências minerais em animais de
353 fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.20, n.3,
354 p.127-138, 2000.
- 355 UNDERWOOD, E.J. **Los minerales en la nutrición del ganado**. Zaragoza, 1983, 209p.
- 356 WUNSCH, C.; BARCELLOS, J.O.J.; PRATES, E.R.; COSTA, E.C.da; MONTANHOLI, Y.R.;
357 BRANDÃO, F. Macrominerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos de Cima
358 da Serra –RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1258-1264, 2006.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas das correlações do mineral cálcio com outros minerais, não puderam ser esclarecidas, pois não há estudos referentes a este assunto que justifiquem tais comportamentos. Sugere-se novos estudos alusivos as correlações entre minerais, contemplando suas quantidades disponíveis no solo e na vegetação, visando de elucidar melhor esta área de conhecimento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, J. A. E; KAMINSKI, J. Estudo preliminar das concentrações de nutrientes minerais de solos e pastagens naturais ocorrentes em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 6, n. 4, 1976.

ALFAYA, H.; SANTOS, B.R.C.; SILVA, J B. DA; E.M. PERDERZOLLI, E. M. Comportamento dos macrominerais no sistema solo-planta na região agroecológica Campanha – R.S. 1. Fósforo. In: **REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL**, 16.; CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 3., 2000, Montevideo. Anales. Montevideo: Grupo DelMecosur, 2000. 1CD-ROM.

ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**: as bases dos fundamentos da nutrição animal. São Paulo/SP: Nobel, 2002. 1v.

BAVERA, G. A.; BOCCO, O. A. **Suplementación mineral del bovino**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1987. 88p.

BOLDRINI, I. I. **Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional**. (S.L.): UFRGS, 1997. p.1-39, 1997. (Boletim do Instituto de Biociências, 56).

BOLDRINI, I.I. Formações campestres do sul do Brasil: origem, histórico e modificadores. In: SIMPÓSIO DE FORRAGENS E PRODUÇÃO ANIMAL: SUSTENTABILIDADE PRODUTIVA DO BIOMA PAMPA, 2, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, p. 23-59. 2007.

BOLDRINI, I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério de Meio

Ambiente, Brasil, p. 63-77, 2009.

BORGES, A. L. **Interação entre nutrientes em bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF, 2004. 2p.

BUCKMAN, H.O; BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1968. 594p.

CAPORAL, F. J. M.; BOLDRINI, I. Florística e fitossociologia de um campo manejado na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências= Brazilian Journal of Biosciences**. Porto Alegre. Vol. 5, n. 2/3 (abr./set. 2007), p. 37-44, 2007.

CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Porto Alegre: SAGRA, 1992. 142 p.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – CSR/IBAMA. **Monitoramento do desmatamento nos Biomas Brasileiros por satélite. Acordo de cooperação técnica, MMA/IBAMA**. Monitoramento do Bioma Pampa de 2002 – 2008. Brasília, junho de 2010.

CRANCIO, L. A.; CARVALHO, P. C. De F.; NABINGER, C.; BOLDRINI, I. I. Controle de plantas indesejáveis dos campos naturais do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 13, n.1-2, p.115-124, 2007.

CORREA, F. L.; MARASCHIN, G. E. Crescimento e desaparecimento de uma pastagem nativa sob diferentes níveis de oferta de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n. 10, p.1617-1623. 1994.

CUNHA, N. G. da; SILVEIRA, R. J. C.; SEVERO, C. R. S.; NUNES, M. L., COSTA, F. A. da; SOARES, M. J.; COSTA, C. das N. **Estudos dos solos do município de Piratini**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 91 p. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 26).

ENSMINGER, M.E.; OLDFIELD, J.E.; HEINEMANN, W.W. **Feeds & nutrition**. 2. ed. Clovis: The Ensminger Publishing, 1990. 1544 p.

FOLLET, R. H.; MURPHY, L. S.; Donahue, R. L. **Fertilizers and soil amendments**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. 1981. 557p.

GAVILLON , O; QUADROS, A.T F. **O cálcio e o fósforo em pastagens nativas do Rio Grande do Sul**: constatação de deficiências na primavera e no verão. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura - Departamento de Produção Animal, 1970. 17 p. (DPA. Boletim Técnico, 17).

GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. J. **Princípios de fertilidade do solo**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 276p.

GIRARDI-DEIRO, A.M.; RODRIGUES, C. A. G.; SILVEIRA, V. P.; GOMES, K. E.; DEBLE, L. P. Composição florística de primavera e relação com a qualidade da forragem em campos naturais na Apa do Ibirapuitã, RS. In: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**, Viçosa. Anais. Viçosa, 2006. V. 11, p. 116-125.

HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.399-406, 2002.

HOJSGAARD D., SCHEGG E., VALLS J.F.M., MARTÍNEZ E.J. E QUARÍN C.L. Sexuality, apomixis, ploidy levels, and genomic relationships among four *Paspalum* species of the subgenus *Anachyris*. *Flora* 203: 535- 547. 2008.

KIRCHGESSNER, M. **Tierernahrung**: 6. Neubearbeitete. Auflage: DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 1989. 488p.

KLAUS, B. Cálcio nos solos e nas plantas. Palestra. 2007. 3p. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/BFF0205A79B5901983257AA100617428/\\$FLE/Parte-Klaus.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/BFF0205A79B5901983257AA100617428/$FLE/Parte-Klaus.pdf)> Acesso em: maio 2014.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1976. 528p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MENDONÇA-SANTOS, M.L.; SANTOS, H. G. **Mapeamento Digital de Classes e Atributos de Solos**: métodos, paradigmas e novas técnicas. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS. 2003. 19p. (EMBRAPA - documento 55).

MOOJEN, E. L. **Dinâmica e potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a pressões de pastejo, épocas de diferimento e níveis de adubação**. 1991. 172f. Tese (Doutorado em Plantas Forrageiras) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. E. **Campos in Southern Brazil**. In: Grassland ecophysiology and grazing ecology (eds. Lemaire G, Hodgson JG, Moraes A.; Maraschin GE). CABI Publishing Wallingford, p.355-376. 2000.

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S. et al., (Ed). **Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília/DF: MMA, p.175-198. 2009.

NORTON, B.W. Differences between species in forage quality. WACKER, J.B. (Ed.). **Nutritional Limits to Animal Production from Pastures**. Santa Lucia: Queensland, p.89-110. 1984.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE: SEVENTH REVISED EDITION. The National Academies, Washington, D.C. 2001, 408 p.

POZZOBON M.T., VALLS J.F.M., PEÑALOZA A.P.S.; SANTOS S. Further meiotic studies in Brazilian and Paraguayan germplasm accessions of *Paspalum* L. (Gramineae). In: **PROCISUR, IICA.** (org.). *Avances de Investigación en Recursos genéticos en el Cono Sur.* Montevideo: PROCISUR/IICA, 2, 37-47 pp. 2007.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas.** São Paulo: Jaboticabal. Ed. Unesp, 2008. 407p.

PROCISUR/Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico, Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur. *Los recursos filogenéticos del género Bromus en el Cono Sur.* Montevideo: **PROCISUR/IICA.** 108p. 2001.

RAIJ, V. B. **Avaliação da fertilidade do solo.** Piracicaba, São Paulo: Instituto Internacional da Potassa. 1981. 192p.

RAVEN, J.A.; EDWARDS, D. "Roots: evolutionary origins and biogeochemical significance". **Journal of Experimental Botany**, v.52, p.381–401. 2001.

REIS, J. C. L. **Dinâmica sazonal da pastagem e do fósforo no sistema solo-pastagem-animal em campos naturais da Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul.** 2005. 169f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

REIS, J.C.L.; ALFAYA, H. Jr; EICHELBERGER, L.; SILVA, J.G.C. da. Composição e dinâmica florística em campos naturais da Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.14, n.2, p.125-133, 2008.

ROSO, C.; RESTLE. J.; SOARES, A. B.; FILHO, D. C. A.; BRONDANI, I. L. Produção e qualidade de forragem da mistura de gramíneas anuais de estação fria sob pastejo contínuo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.459-467, 1999.

SANTOS, B.R.C. **Avaliação do fósforo no sistema solo-planta-animal sob condições de campo natural em diferentes épocas e três solos da região de**

Bagé-RS. 1997. 93 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1997.

SENGIK, E. S. Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas. 2003. 22p. Disponível em: <www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf> Acesso em: maio 2014.

SOUSA, J.C. de; CONRAD, W.G.; BLUE, W. G.; McDOWELL, L.R. Inter-relações entre minerais no solo, plantas, forrageiras e tecido animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.4, p.387-395. 1979.

SPEARS, J. W. Minerals in forages. In: FAHEY JUNIOR, G.C.; MOSER, L. E.; MERTENS, D. R.; COLLINS, M. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Lincoln: Academic, p.281-317. 1994.

STODDART, L.A.; SMITH, A.D.; BOX, T.W. **Range management**. 3. ed. New York: Mac Graw-Hill, 1975. 532p.

TOKARNIA C.H., DÖBEREINER J., PEIXOTO P.V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.20, n.3, p.127-138, 2000.

TRINDADE, J. P. P. **Processos de degradação e regeneração da vegetação campestre do entorno de areais do Sudeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2003. 145f. Tese (Doutorado – Plantas Forrageiras) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

TRINDADE, D.S.; CAVALHEIRO, A.C.L. Concentração de fósforo, ferro e manganês em pastagens nativas do Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 45-57, jan/fev. 1990.

UNDERWOOD, E.J. **Los minerales en la nutrición del ganado**. Zaragoza, 1983, 209p.

WUNSCH, C.; BARCELLOS, J.O.J.; PRATES, E.R.; COSTA, E.C.da;

MONTANHOLI, Y.R.; BRANDÃO, F. Macrominerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos de Cima da Serra –RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1258-1264, 2006.