

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Rodrigo Zago Fagundes

**FERTILIZAÇÃO DO CAMPO NATIVO: EFEITOS NA DIVERSIDADE,  
PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE**

Santa Maria, RS  
2018

**Rodrigo Zago Fagundes**

**FERTILIZAÇÃO DO CAMPO NATIVO: EFEITOS NA DIVERSIDADE,  
PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como quesito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**

Orientador: Prof Dr. Fernando Luis Ferreira de Quadros  
Co-Orientador: Dr. Martín Alejandro Jaurena Barrios

Santa Maria/RS  
2018

Fagundes, Rodrigo Zago  
FERTILIZAÇÃO DO CAMPO NATIVO: EFEITOS NA DIVERSIDADE,  
PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE / Rodrigo Zago Fagundes.-  
2018.

53 p.; 30 cm

Orientador: Fernando Luis Ferreira de Quadros  
Coorientador: Martín Alejandro Jaurena Barrios  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Zootecnia, RS, 2018

1. Estabilidade temporal 2. Sazonalidade 3. Produção  
animal I. Luis Ferreira de Quadros, Fernando II.  
Alejandro Jaurena Barrios, Martín III. Título.

Rodrigo Zago Fagundes

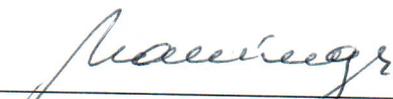
**FERTILIZAÇÃO DO CAMPO NATIVO: EFEITOS NA DIVERSIDADE,  
PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como quesito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**

**Aprovada em 13 de março de 2018:**



**Fernando Luiz Ferreira de Quadros, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)



**Carlos Nabinger, Dr. (UFRGS)**



**Alexandre Nunes Motta de Souza, Dr. (Colégio Politécnico - UFSM)**

Santa Maria, RS  
2018

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a minha família ao meu pai Manoel Fagundes e minha mãe Sônia Regina Zago Fagundes por ter depositado confiança e apoio total em minhas escolhas, atribuindo uma enorme tranquilidade e carinho. As minhas irmãs Chaiana e Daiana que sempre me apoiaram, e me ajudaram muito em toda esta trajetória, a minha esposa Sandra Morais pelo amor e companheirismo, que se tornou fundamental para conclusão e elaboração desta dissertação. A todos minha infinita gratidão, pois esta conquista é dedicada a vocês.

Ao professor Fernando Quadros pelos ensinamentos e dedicação na orientação de mais esta etapa, sendo um exemplo de pessoa e profissional.

Ao meu co-orientador Martín Jaurena meu enorme agradecimento pela escolha e disponibilidade de trabalhar com uma base de dados tão importante, pela referência técnica, profissional e pessoal que muito me ensina ao longo desses anos.

Aos colegas e amigos Marcelo Ascoli, Willan Texeira, Juliano Motta, André Coelho, João Vicente Mucha, Felipe Falleiro, Leandro Rodriguez, Eliézer e Jesse Monfardini pelo companheirismo e amizade ao longo destes anos.

Ao pessoal do INIA Tacuarembó Willan Madeira, Saulo Días, Nacho Marrero, Sabrina Pimentel pelo acolhimento e recepção e ensinamentos durante este período.

A equipe do Serviço de Inteligência em Agronegócios (SIA) ao qual tenho prazer de fazer parte e conviver com ótimos profissionais que muito me agregam ao longo destes anos.

Aos colegas do LEPAN Liane Seibert, Regis Maximiliano, Pedro Casanova, Emerson Sores, Leandro Oliveira minha enorme gratidão.

A CAPES por disponibilizar o auxílio financeiro.

**A TODOS O MEU MUITO OBRIGADO!!**

## RESUMO

### **Fertilização do campo nativo: Efeitos na Diversidade, Produtividade e Estabilidade**

AUTOR: Rodrigo Zago Fagundes

ORIENTADOR: Fernando Luiz Ferreira de Quadros

CO-ORIENTADOR: Martín Alejandro Jaurena Barrios

O campo nativo constitui a base alimentar da pecuária e o principal recurso forrageiro, com grande importância econômica, ambiental e social para a região de "Pastizales del Río de la Plata" no Brasil, Uruguai, Leste da Argentina e Sul do Paraguai. Esses campos apresentam grandes limitações produtivas relacionadas à sazonalidade climática e ao baixo conteúdo de fósforo e nitrogênio disponível nos solos. A fertilização da pastagem natural trata-se de alternativa viável para melhorar os níveis de produção primária e secundária. Neste estudo, analisaram-se os efeitos da fertilização nitrogênio-fosfatada de campo nativo, utilizando uma base de dados de seis anos oriunda de um experimento com pastejo contínuo de bezerros, localizado na região norte do Uruguai. Os tratamentos envolvem: I) Campo Natural e II) Campo Natural Fertilizado com Nitrogênio(N) e Fósforo(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) em parcelas de dois hectares com duas repetições. Em relação ao nível produtivo, existe carência de indicadores capazes de auxiliar na tomada de decisões para otimizar a gestão produtiva e ambiental deste recurso. Especificamente, o estudo identificou por um lado os efeitos de longo prazo da fertilização com N e P na diversidade de espécies, na relação de gramíneas dominantes C3/C4, e na resposta produtiva dos animais em pastoreio, e por outro lado, avaliou a estabilidade temporal tanto da produção primária como secundária, em diferentes condições de fertilidade. A fertilização incrementou o desempenho, lotação e produção animal, no inverno e na primavera, mas também provocou a diminuição de 40% da riqueza de espécies, diminuiu o desempenho animal no verão e a estabilidade da produção da pastagem na primavera. No inverno, o ambiente fertilizado obteve um maior ganho diário, decorrente do incremento das espécies hibernais em níveis maiores de fertilidade do solo, resultando resposta positiva na estabilidade da produção secundária. Em síntese, a fertilização do campo nativo com N e P, a longo prazo, provoca mudanças positivas e negativas gerando um dilema no momento de recomendar está ferramenta. Neste sentido, novas pesquisas serão necessárias para desenvolver indicadores de sustentabilidade que contribuirão para a construção de um sistema de suporte para as decisões de fertilização de campo nativo.

**Palavras-chave:** Estabilidade temporal. Sazonalidade. Produção animal.

## ABSTRACT

### **Natural Grassland Fertilization: Effects on Diversity, Productivity, and Stability**

AUTHOR: Rodrigo Zago Fagundes  
ADVISIER: Fernando Luiz Ferreira de Quadros  
CO-ADVISIER: Martín Alejandro Jaurena Barrios

The native grasslands are the food base of livestock and the main forage resource, with great economic, environmental and social importance for the "Pastizales del Río de la Plata" region in Brazil, Uruguay, Eastern Argentina and Southern Paraguay. These grasslands have great productive limitations related to the climatic seasonality and the low content of phosphorus and available nitrogen in the soils. Fertilization of native grasslands pasture is a viable alternative to improve primary and secondary livestock production. In this study the effects of nitrogen-phosphate fertilization of native field were analyzed using a six-year database of an experiment with continuous grazing of calves located in the northern region of Uruguay. The treatments consist of: I) Native Grasslands and II) Native Grasslands fertilized with Nitrogen (N) and Phosphorus ( $P_2O_5$ ) in plots of two hectares with two replications. At the productive level there is a lack of indicators that help in decision making to optimize the productive and environmental management of this resource. Specifically, the study identified, from one hand, the fertilization long term effects on species richness, the C3/C4 ratio of dominant grasses, the productive response of grazing animals and, on the other hand, determined the temporal stability of both primary and secondary production. The N-P fertilization increased the calves' daily gain, the stocking rate, the animal productivity in winter and spring, and the temporal stability of animal production. However, the N-P fertilization decreased the species richness by 40% and the stability of pasture production in spring, and also reduced calves' daily gain and the stability of animal production in summer. In synthesis, the fertilization of grasslands with N and P fertilization causes positive and negative changes in the long term. These changes generate a dilemma when recommending this technologic tool. In this sense, new research is needed to develop indicators of sustainability, that will contribute to a decision support system for grasslands fertilization. The natural pasture indicators identified in the project will contribute to the construction of a support system for management decisions.

**Keywords:** Temporal stability. seasonality. Animal production.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- Produção animal em sistema de recria e terminação em pastagem natural sob níveis crescentes de intensificação: Manejo tradicional; Ajuste carga animal (OF fixa); Ajuste da lotação (OF variável); Fertilização do campo nativo; Introdução de espécies de inverno.

Fonte NABINGER et al., (2006).....17

FIGURA 2- Efeitos da fertilização: A) Ganho médio diário ( $\text{Kg PV animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ); B) Carga animal ( $\text{kg PV ha}^{-1}$ ); C) Produtividade animal média anual ( $\text{Kg PV ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ); e D) Estabilidade temporal  $\mu/\sigma$  (2011-2017) da produção animal média anual de bezerros em diferentes níveis de fertilidade, campo natural (CN) e campo natural fertilizado (CNF) anualmente com  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio (N) e  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . ..... 34

FIGURA 3- Efeitos da fertilização e estação do ano em: A) taxa Acúmulo de forragem ( $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ); B) Carga Animal ( $\text{kg PV ha}^{-1}$ ); C) ganho médio diário ( $\text{Kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) de bezerros; e D) ganho por área ( $\text{kg PV ha}^{-1} \text{ estacao}^{-1}$ ) de bezerros em diferentes níveis de fertilidade, campo natural (CN) e campo natural fertilizado (CNF) anualmente  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio (N) e  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . ..... 36

FIGURA 4- Estabilidade temporal  $\mu/\sigma$  (2011-2017) da: A) produtividade primária de forragem ( $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ estação}^{-1}$ ); e B) produtividade secundária ( $\text{kg PV ha}^{-1} \text{ estação}^{-1}$ ) em diferentes níveis de fertilidade, campo natural (CN) e campo natural fertilizado (CNF)  $100 \text{ kg/ha}$  de nitrogênio (N) e  $40 \text{ kg/ha}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . .....37

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
2.1 AMBIENTE E ATRIBUTOS PASTORIS .....	12
2.2 PRODUÇÃO ANIMAL EM CAMPO NATIVO .....	15
2.3 EFEITO DA FERTILIZAÇÃO EM CAMPO NATIVO .....	18
<b>3 HIPÓTESES E OBJETIVOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 HIPÓTESES.....	22
3.2 OBJETIVOS.....	22
3.2.1 Objetivo Geral.....	22
3.2.2 Objetivos Específicos .....	22
<b>4 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>23</b>
4.1 CAPITULO 1 - FERTILIZAÇÃO DO CAMPO NATIVO: EFEITOS NA DIVERSIDADE, PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE .....	24
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>48</b>
ANEXO 1- PRODUÇÃO PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA POR CICLO ENTRE AS ESTAÇÕES, COM AVALIAÇÃO DA CARGA ANIMAL (kg PV ha <sup>-1</sup> ); GANHO MÉDIO DIÁRIO (kg animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ); GANHO POR ESTAÇÃO (kg ha <sup>-1</sup> estação <sup>-1</sup> ); PRODUÇÃO FORRAGEM ( kg MS ha <sup>-1</sup> ) ALTURA (cm); TAXA DE ACÚMULO ( kg MS ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ); OFERTA FORRAGEM (kg MS ha <sup>-1</sup> / kg PV ha <sup>-1</sup> ). .....	49
ANEXO 2- PRECIPITAÇÃO (mm) E TEMPERATURA (°C) DE 01/2011 A 05/2017; MÉDIA HISTÓRICA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DE GLENCOE. ....	50
ANEXO 3- DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO ENTRE GRAMÍNEAS DOMINANTES, ENTRE TRATAMENTOS CAMPO NATIVO (CN) E CAMPO NATIVO FERTILIZADO (CNF).....	51
ANEXO 4- COBERTURA PORCENTUAL DAS ESPÉCIES DOMINANTES (COBERTURA MÉDIA DE AMBOS OS TRATAMENTOS > 1%).....	52
ANEXO 5- RELAÇÃO ENTRE TAXA DE ACÚMULO (KG MS HA <sup>-1</sup> DIA <sup>-1</sup> ) E CARGA ANIMAL (KG PV HA <sup>-1</sup> ) PARA BEZERROS EM DIFERENTES NÍVEIS DE FERTILIDADE, CAMPO NATURAL (CN) E CAMPO NATURAL FERTILIZADO(CNF) 100 KG/HA DE NITROGÊNIO (N) E 40 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

Os campos nativos do Uruguai, de parte da Argentina e do sul do Brasil integram um Bioma único denominado por SORIANO (1991) "Pastizales del Río de la Plata". A pastagem natural é o principal recurso forrageiro da pecuária de corte, com grande importância econômica, e social para o Sul do Brasil, Uruguai, Leste da Argentina e Sul do Paraguai. Atualmente, a pecuária ocupa mais da metade dos Pastizales del Río de la Plata com área aproximada de 50 milhões de hectares (PIÑEIRO, 2006).

No Uruguai, os campos nativos recobrem 64% da superfície produtiva do país (DIEA, 2011) enquanto no Rio Grande do Sul abarcavam há cerca de dez anos 29% da superfície do Estado (IBGE, 2009) embora ocupasse originalmente cerca de 60% do território. Estas pastagens se destacam pela alta estabilidade produtiva e por apresentarem grande diversidade de espécies (BILENCA & MIÑARRO, 2004).

O manejo pecuário incorreto com lotações maiores à capacidade de suporte, provoca a degradação deste importante recurso, afetando o rendimento da pastagem na produção de biomassa de planta pela área e pelo tempo definida como produção primária, gerando consequências diretas no desempenho dos animais sobre o produto animal pela área e pelo tempo definida como produção secundária (CARVALHO; MARASCHIN; NABINGER, 1998). No intuito de melhorar a produção das pastagens nativas ao longo dos anos, algumas técnicas de manejo como o diferimento definido como fechamento dos poteiros, afim de obter um descanso para acúmulo de reservas, o ajuste da carga animal e a manipulação da estrutura tornam-se essenciais para a manutenção desses campos (NABINGER, 2009), revelando-se que essas práticas básicas são essenciais para a produtividade e manutenção do sistema pastoril, podendo a partir desse conjunto de técnicas a incorporação de insumos ser uma alternativa para maximizar a produção primária (biomassa de planta/área/tempo) e secundária (produto animal/área/tempo), sendo da mesma forma importante o conhecimento do efeito da fertilização ao longo dos anos no que concerne à estabilidade da produção e da composição botânica.

O campo nativo apresenta baixa disponibilidade de nutrientes na maioria dos solos da região, especialmente o nitrogênio (PALLARÉS; BERRETTA; MARASCHIN, 2005), sendo suas respostas variáveis entre locais, e anos, (CARÁMBULA, 1977). Na planta esse nutriente é essencial por fazer parte na composição de biomoléculas como ATP, NADH, NADPH, clorofila e proteínas (MIFLIN & LEA, 1976). Por outro âmbito, o fósforo (P) possui grande

importância para a vida da planta e do animal, já que está inteiramente ligado aos processos metabólicos, com importante função na fotossíntese, respiração, armazenamento de energia, sendo responsável por ativar a divisão celular e a formação de sementes e raízes (AERTS & CHAPIN, 1999). No entanto, várias pesquisas reportam que as respostas dos campos nativos à fertilização somente com fósforo demonstra-se limitada ou nula, (CARDOZO et al., 2017). Contudo, a fertilização nitrogenada incrementa a produção de forragem e, portanto, aumenta a demanda de P, ocorrendo conseqüentemente resposta positiva à adubação conjunta com N e P (RUBIO et al., 1997), o que propicia ótimos resultados para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Com o presente estudo, objetivou-se gerar informações sobre como é afetada a riqueza das espécies nativas e quais são os efeitos diferenciais das estações do ano, nas respostas a longo prazo da produtividade e da estabilidade temporal do campo nativo fertilizado com nitrogênio e fósforo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 AMBIENTE E ATRIBUTOS PASTORIS

As pastagens naturais são um dos principais recursos forrageiros do mundo, e no Cone Sul ocupam uma região desde Bahia Blanca na Argentina, até Porto Alegre sendo denominados *Pastizales del Rio de La Plata*, com 760.000Km<sup>2</sup> de extensão (SORIANO, 1991). Estas pastagens apresentam alto impacto na sustentabilidade da produção pecuária e da economia destas regiões (BERRETTA et al., 2000).

Estes campos apresentam maior complexidade que outros agro-ecossistemas, devido a sua grande diversidade de espécies e de nichos no sistema, interferindo direta e indiretamente nos padrões da dinâmica de produção pecuária destas regiões. A grande diversidade se destaca pela presença de mais de 400 espécies de gramíneas e de 150 espécies de leguminosas, sem considerar as compostas e outras famílias (BOLDRINI & EGGERS, 1996). As primeiras se destacam por apresentar espécies dos grupos fotossintéticos C3 e C4 o que possibilita o crescimento durante todo o ano (NABINGER; MORAES; MARASCHIN, 2000).

Para a pastagem nativa, como para qualquer outro tipo de pastagem, o clima constitui o principal fator ambiental (temperatura e chuvas) que controla a produtividade dessa área. Além disso, as práticas de manejo podem ter grandes impactos na interação competitiva entre espécies e na composição do pasto (KEMP & KING, 2001) tanto em atributos de qualidade como quantidade da forragem oferecida. MARASCHIN (2012) definiu a produção primária como a produção de matéria seca da pastagem com seus atributos estruturais, que permitem tomar decisões para maximizar a produção secundária, que seria a produção animal obtida a partir da primeira, quantificando as relações de produção de forragem e do desempenho animal.

O controle da oferta de forragem sobre pastagem nativa, em período de primavera-verão, é a base para um manejo sustentável da pastagem nativa, sendo esta uma estratégia de manejo indubitavelmente consolidada por seus resultados (MARASCHIN, 1998). Porém em algumas situações, mesmo que a oferta seja ideal, a sua qualidade nutricional não é condizente com a exigência nutricional do animal. Por exemplo, categorias de animais jovens necessitam de alta qualidade nutricional, que pode se tornar limitante devido às diversas composições e estruturas das espécies vegetais dos campos naturais (NABINGER & CARVALHO, 2009) afetando diretamente o desempenho dos animais.

O equilíbrio da composição das espécies C3/C4 dos campos nativos torna-se uma estratégia de adaptação frente às mudanças na fertilidade do solo (MACDOUGALL et al., 2013). A natureza da flutuação que instabilizou ou estabilizou o sistema é diversa podendo estar ligada a eventos climáticos, ao manejo do pastoreio, ao fogo e outros tipos de manejo. A escala temporal da mudança estrutural pode ser de curto, médio ou longo prazo. Nesse contexto, a vegetação deve ser compreendida como um mosaico de diferentes tamanhos, idades, estruturas e composição. Da mesma forma, segundo PILLAR (1995) o que parece ser estável quando observado de 10 em 10 anos pode não o ser quando observado a cada ano.

O pastejo provoca mudanças espaciais e temporais na estrutura e dinâmica de comunidades, sendo um dos principais fatores que controlam a interação competitiva entre espécies e na composição e qualidade do pasto (KEMP & KING, 2001). A determinação da quantidade de forragem disponível para o animal selecionar sua dieta e otimizar a colheita começou a ser testada em quatro níveis da oferta de forragem (kg de MS/100 kg do peso vivo) 4, 8,12, 16%. Nos primeiros cinco anos (1988-1992), como faixa ótima de oferta de forragem, foram encontrados 11,5 e 13,5 % do PV para o melhor desempenho animal e ganho por área (MARASCHIN, 2012).

As condições do manejo e as estruturas de pastagens naturais podem variar conforme a massa de forragem, relação folha: colmo, composição botânica, entre outros considerando a mesma lotação. As taxas de carga animal passaram a ser uma consequência da quantidade de forragem. Vale ressaltar que, neste contexto, é que se construiu boa parte dos recentes protocolos experimentais que objetivaram estudar o manejo das estruturas das pastagens. A produção primária dos ecossistemas pastoris é determinada pela estrutura de sua vegetação (LACA & LEMAIRE, 2000). Portanto, a estrutura do pasto não deve ser tomada simplesmente por uma descrição de suas características, mas sim ser considerada como um atributo de manejo, ressalta-se, a partir do conceito de oferta de forragem, que esta não seja somente uma ação, trata-se de uma ferramenta condicionante da estrutura do pasto e ao arranjo da parte aérea das plantas dentro de uma comunidade vegetal (LACA & LEMAIRE, 2000).

O potencial edáfico do ambiente e seu histórico, em conjunto com a diversidade florística local e seu histórico, definem os tipos de vegetação e de estrutura que potencialmente são capazes de ocorrer num dado habitat. Assim o tipo de solo, a posição topográfica definem as condições mais ou menos favoráveis para o crescimento vegetal, determinando os tipos de vegetação que podem se desenvolver nas condições ambientais prevalentes (predominância de espécies estivais, hibernais, porte rasteiro, formadoras de

touceiras, crescimento rápido, crescimento lento). O efeito do pastejo e outras intervenções antrópicas como fertilização, irrigação podem acarretar sérias mudanças estruturais na composição original das espécies nativas o que gera plantas com as mais diferentes estratégias e formas de crescimento podendo afetar o arranjo estrutural e sua estabilidade de produção. A estrutura da vegetação desenvolvida num determinado lugar é resultante do equilíbrio provocado por combinações locais de fatores que afetam a competição da comunidade. Nos ecossistemas em que há distúrbios como remoção de tecidos das plantas, pastejo e fogo a seletividade exercida pelo animal, escolhendo algumas espécies em detrimento de outras, é determinante do tipo de comunidade que será dominante naquele ecossistema (CAMPBELL & HUNT, 2001).

A estrutura do pasto não é definida única e exclusivamente pela dinâmica de crescimento de suas partes no tempo e no espaço. Também depende das características morfogênicas das plantas e sua relação com as variáveis do ambiente. Dentre essas se destacam o comprimento final das folhas, a densidade populacional de perfilhos e o número de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996) que determinam o índice de área foliar do pasto. Em última análise, são essas variáveis que caracterizam a apresentação espacial da massa de forragem ao animal em pastejo e a estrutura na qual o animal deverá interagir. A diminuição da densidade volumétrica, com aumento da altura do pasto, afeta a captura da forragem, contribuindo para limitar, muito possivelmente, o consumo diário e o desempenho animal. A relação entre o comprimento médio de perfilho e a altura média do dossel envolve a plasticidade fenotípica das espécies componentes do ambiente de pastejo e sua interação com o manejo do pastejo empregado, como por exemplo, o controle da oferta de forragem via ajuste da carga animal. A estrutura do pasto afeta as dimensões do bocado de forma análoga à reportada para pastos cultivados (GONÇALVES et al., 2009). Na determinação dos processos de produção primária e secundária dos ecossistemas pastoris, o manejo de pastagens deve ser visto como ações antrópicas que devam ter, por objetivo, manipular a estrutura dos pastos com vistas a maximizar a produção animal e manter a estabilidade de produção agregando qualidade ao ambiente pastoril.

## 2.2 PRODUÇÃO ANIMAL EM CAMPO NATIVO

O uso intensivo das áreas baseadas em campo nativo torna necessário proporcionar tecnologias para melhorar a sustentabilidade da produção pecuária. No entanto a atual estrutura social e ambiental condiciona cada vez mais a intensificação produtiva, tendo em vista a enorme supressão dos campos nativos por cultivos e florestação (OVERBECK et al., 2007; ANDRADE et al., 2015).

Um dos principais desafios da pesquisa da produção animal baseada em campo nativo é possibilitar uma estabilidade produtiva, pois a maioria dos sistemas pecuários destas regiões são dependentes desse ambiente. A produção animal em campo nativo tem sido associada a baixos níveis de desempenho animal, apresentando, portanto, uma importante lacuna na capacidade produtiva destas áreas. O diferimento de campo é definido como a vedação do pastejo de uma determinada área na estação de maior crescimento das plantas, contudo por ser uma prática de manejo necessita algumas metodologias prévias para o seu aproveitamento, como a definição da área, tempo e época da restrição de pastejo e a real capacidade de suporte para atender as exigências nutricionais dos animais. Essa alternativa de manejo permite estabelecer uma série de benefícios ao sistema pastoril, como o descanso que visa permitir um maior aporte de reservas nas plantas, um maior acúmulo de matéria orgânica e melhor desenvolvimento das raízes, permitindo maior acúmulo de forragem (NABINGER et al., 2009). Essa forragem acumulada permite sua utilização em períodos desfavoráveis, bem como ressemeadura de espécies forrageiras nativas desejáveis (GOMES et al., 1998). O descanso ou retirada dos animais em determinadas áreas é uma prática que determina o melhoramento do campo natural. FORMOSO (1990) testou esta metodologia em solos de basalto superficial e profundo concluindo, após dois anos de avaliação, pelo aumento de gramíneas hibernais em solos rasos e aumento das espécies de ótimo valor forrageiro nos solos profundos (*Paspalum dilatatum* e *Poa lanígera*). GUMA (2005) testou o diferimento em pastagem nativa fertilizada com 110 kg e 220 kg de N por hectare, tendo obtido aumentos na carga animal nas estações de outono e inverno. FERREIRA (2011) constatou que o diferimento além de melhorar o aporte de espécies hibernais como *Stipa spp*, *Briza spp*, *Trifolium polymorphum*, propicia respostas satisfatórias no desempenho dos animais.

NABINGER & CARVALHO (2009) definiram, como práticas básicas para melhorar a produção de forragem em campo nativo, o ajuste lotação, a manipulação da estrutura do pasto em função da disponibilidade de forragem. A aplicação dessas práticas de

manejo geram um aumento significativo da rentabilidade, a qual está estreitamente condicionada às melhorias nos dados zootécnicos como redução da idade ao primeiro serviço das fêmeas (PÖTTER, LOBATO, MIELITZ NETTO, 2000), aumento do peso ao desmame e níveis crescentes na repetição de cria, aliados a tecnologias nutricionais. Assim, essas práticas básicas podem representar uma produção média por área ao redor de 200 kg PV/ha<sup>-1</sup> definindo uma superioridade de 333% acima da média do estado do Rio Grande do Sul (NABINGER, 2009), demonstrados na Figura 1.



FIGURA 1 Produção animal em sistema de recria e terminação em pastagem natural sob níveis crescentes de intensificação: Manejo tradicional; Ajuste carga animal (OF fixa); Ajuste da lotação (OF variável); Fertilização campo nativo; Introdução de espécies de inverno. Fonte (NABINGER, 2006).

O estudo baseado na oferta de forragem (OF) representou avanço na pesquisa em forrageiras comparado ao período em que a produção da pastagem era medida de forma equivocada. Isto é, apenas pelo emprego de taxas de lotação, este conceito fez avançar o conhecimento sobre o manejo, pois definiu que a lotação animal é uma consequência da quantidade de forragem disponibilizada (CARVALHO; SANTOS; NEVES, 2007). A partir dessas hipóteses foram testadas diferentes estratégias de manejo como a manutenção da oferta da forragem em níveis moderados a altos constituindo um grande desafio em pastagens naturais. SOARES (2002) testou oferta de 8% na primavera e 12% nas outras estações. A partir dessa variação, encontrou mudanças na estrutura da vegetação tendo como reflexo desempenhos diferentes e positivos quando comparados a ofertas de forragem fixas. Esta variável ao longo do ano tem a finalidade de alterar a estrutura da pastagem em função da

dinâmica do crescimento das plantas e suas partes no espaço (CARVALHO & BATELLO et al., 2009) refletindo em ótimo desempenho a baixo custo em todos os elos dos sistemas pecuários. A estrutura ótima para ingestão de forragem no estrato inferior de pastagens naturais se caracterizaria por uma massa de forragem de aproximadamente 2500 kg/ha de MS distribuída em um dossel com 11,5 cm de altura. Esses resultados encontrados por GONÇALVES (2007) refletem oferta ao redor de 12%. SANTOS et al., (2008) considerou as ofertas de forragem 4, 8, 12 e 16% para novilhas durante todo o ano. A variação de ganho de peso médio diário foi de 0,05 a 0,45 kg/dia do outono e verão nas ofertas de 8 a 16%. A oferta de 4% resultou em perda de peso desde o final do verão até o final do inverno. Considerando a recria para o acasalamento aos 24 meses de idade, o autor observou que as ofertas entre 8 a 16% deram condições necessárias de desenvolvimento para o primeiro acasalamento aos 24 meses, com média de 300 kg de peso corporal.

O baixo desempenho proporcionado pelos pastos nativos, principalmente no período hibernal é evidenciado principalmente pela dominância de espécies estivais de rota metabólica fotossintética C4 e a baixa disponibilidade de nutrientes na maioria dos solos da região, especialmente o nitrogênio condicionam o desenvolvimento de estratégias que propiciem uma intensificação sustentável (PALLARÉS et al. 2005). Conseqüentemente, a fertilização tende a ser um avanço na intensificação pecuária, propiciando melhorias dos rendimentos na produção primária e secundária (BRAMBILLA et al. 2012). Um sistema pecuário planejado necessita de constância nas taxas de ganho de peso, principalmente no primeiro inverno, BERETTA & LOBATO (1996) indicam ganhos entre 0,4 e 0,8 kg/dia na fase inicial da recria como suficientes para que seja atingida a maturidade sexual de novilhas e precocidade de abate em novinhos. Para o sistema de cria, o peso ao desmame e a taxa de repetição de primíparas são alguns dos principais determinantes para otimizar ações no mosaico pastoril, afim de obter viabilidade econômica rentável. Quando os bezerros possuem baixo peso ao desmame, a utilização da intensificação alimentar torna-se necessária para recuperar o desenvolvimento e atingir seus objetivos futuros o que acarreta o maior custo. Segundo PATTERSON (1992) e FUNSTON (2012), as novilhas devem ser alimentadas para atingir 55 a 65 % do seu peso adulto na maturidade, para manifestar o primeiro estro.

### 2.3 EFEITO DA FERTILIZAÇÃO EM CAMPO NATIVO

A fertilidade do solo desempenha papel importante na capacidade competitiva das espécies vegetais (SUDING; LEJEUNE; SEASTEDT, 2004), estas variam quanto à sua eficiência para extrair e utilizar nutrientes, o que resulta em diferenças no crescimento. O aumento na fertilidade do solo irá favorecer de maneira diferenciada aquelas espécies que aumentam a sua eficiência competitiva, sendo uma visão de diversos autores que fertilizantes fosfatados tendem a favorecer as leguminosas, até que o nível de N do solo esteja alto, enquanto que aplicações de N geralmente levam à dominância de gramíneas (KEMP & KING, 2001)

Os campos possuem certas limitações produtivas. No momento em que aumenta a intensidade de pastejo, há diminuição da eficiência de captura da energia solar por diminuição da área foliar fotossintetizante. Por outro lado, a baixa disponibilidade de nutrientes limita a produção e a qualidade da pastagem nativa e isto resulta em baixo desempenho dos animais, (PALLARÉS; BERRETTA; MARASCHIN, 2005).

No ambiente pastoril nativo, basicamente, faz-se necessária a aplicação de fósforo e a correção da acidez, sendo a adubação nitrogenada recomendável para aumentar o crescimento da pastagem e, sobretudo, a disponibilidade de folhas o que propicia o aumento do consumo dos animais os quais colhem essa forragem (HERINGER & JACQUES, 2002). As gramíneas apresentam grande resposta à adubação nitrogenada, já que normalmente as pastagens são carentes desse nutriente. Segundo NABINGER (2009), no outono, devido ao início das baixas temperaturas, ocorre redução da mineralização do nitrogênio contido na matéria orgânica do solo, ocasionando restrição momentânea desse nutriente. Coincide, neste período, alta demanda por parte das gramíneas hibernais com rota metabólica C3, as quais estão iniciando fase linear de aumento da taxa de crescimento.

As respostas produtivas primárias e secundárias obtidas em experimentos de fertilização de campo nativo são variáveis conforme a composição botânica das pastagens, o tipo de solo, particularidades climáticas, tipo de fertilizante, métodos de incorporação, além, naturalmente, das múltiplas interações com o manejo pré e pós-adubação, tipos e categorias animais. SALA (2000) afirma que mudanças no uso do solo, enriquecimento de nutrientes e alterações nos padrões de temperatura e regimes pluviométricos são exemplos de transformações globais mais comuns. Portanto, muita informação básica ainda é necessária para que se possa recomendar e prever, com segurança, os efeitos da adubação com nitrogênio e fósforo nas pastagens naturais, no que se refere às mudanças na composição

botânica, produção total, estacional e variações no valor nutritivo, estando neste contexto o manejo produtivo dos campos naturais, estreitamente interligada á responsabilidade ambiental. (LEMAIRE, 2012).

CARASSAI et al. (2008) demonstram os benefícios da adubação, sendo que o aumento na carga animal explica uma alta porcentagem do aumento da produtividade (ganho/área). A aplicação de N ou dele em conjunto com outros nutrientes pode elevar e muito a produtividade do campo nativo. As pastagens nativas fertilizadas, segundo GOMES (2000) apresentaram maior produtividade que as não adubadas, alcançando níveis de produção animal por área superiores a 700 kg/ha. Dentro dos limites impostos pelo clima, solo e sistemas de produção, o N exerce papel fundamental no controle da produção de forragem (ZANONIANI; BOGGIANO; CADENAZZI, 2011). As plantas, em especial gramíneas, possuem estruturas químicas altamente dependentes do N já que desde os aminoácidos até as enzimas relacionadas ao processo fotossintético têm no N seu constituinte principal (SALISBURY & ROSS, 1994). Os solos da região são geralmente deficientes em fósforo e nitrogênio, e a correção disso afeta diretamente o desempenho dos animais.

A aplicação de nitrogênio tem sido identificada como importante fator de mudanças nos ecossistemas terrestres em todo o mundo (BOBBINK et al., 2010) Sua introdução pode aumentar a produção de forragem tendo fortes efeitos sobre a composição da planta (MAZZANTI & LEMAIRE, 1994). O clima na região dos *Pastizales del Rio de La Plata* determina que o melhor período de produção e qualidade da forragem ocorre durante a primavera e o verão. O inverno contribui pouco para a produção anual mesmo quando a pastagem natural é fertilizada, pois normalmente a produção da pastagem está limitada pelas baixas temperaturas (SANT'ANNA & NABINGER, 2007). Essas condições indicam a fertilização com nitrogênio como necessária para a melhoria dos rendimentos produtivos, mas está pode ter efeitos pronunciados sobre o equilíbrio das comunidades naturais levando a uma alteração na diversidade dos ecossistemas das pastagens com redução de espécies e da heterogeneidade. Em sua pesquisa, BEMHAJA (1998) reporta um incremento da produção do campo nativo de 83% para a dose de 120 kg N/ha, enquanto BERRETA et al., (1998) com 92 kg/ha de N e 44 kg/ha de P encontraram um incremento de 50% da produção de forragem e ganho diário médio dos animais (0,33 vs. 0,49 Kg/dia), enquanto o ganho por área obteve um aumento de 58%. AYALA & CARÁMBULA (1996) por sua parte, destacam que a adubação nitrogenada intensifica a estacionalidade da produção do campo nativo.

A introdução de espécies exóticas e a fertilização no campo nativo são ferramentas muito praticadas para diminuir o efeito sazonal, que tende a diminuir sua produtividade no

período das estações frias (FERREIRA et al., 2011). Os sistemas de pastagem natural apresentam certa complexidade quanto à disponibilidade de N, podendo alterar as relações de competição entre as espécies que compõem a pastagem., Segundo ÁVILA et al. (2013) a composição botânica de pastagens naturais sobressemeadas com *Lolium multiflorum lam* (azevém) é modificada pela aplicação de doses crescentes de nitrogênio, sendo a biomassa de azevém destas pastagens dependente do nível de nitrogênio aplicado. A adição de nutrientes favorece algumas espécies em detrimento de outras, resultando em mudanças na composição e em uma reestruturação das espécies dominantes (AVOLIO et al., 2014).

A estabilidade temporal foi determinada como  $\mu/\sigma$ , onde  $\mu$  é a média da produção primária e secundária e  $\sigma$  é o desvio padrão durante os anos avaliados (LEHMAN & TILMAN, 2000). No ecossistema produtivo em ambientes naturais como campo nativo a medida de estabilidade pode ser definida como um importante recurso para manter a manutenção da produção primária e secundária ao longo dos anos, estando diretamente relacionada as condições edafoclimáticas tais como a fertilidade do solo, disponibilidade de água e temperatura. JAURENA (2016) testou o efeito da estabilidade da produção vegetal em campo nativo, com diferentes níveis de fertilização nitrogenada (N), fosfatada (P) e nitrogênio-fosfatada (N+P), definindo blocos ao acaso com e sem irrigação. Os resultados apontam que a variação produtiva das espécies dominantes regulam a estabilidade produtiva a curto prazo quando ocorre adição de nutrientes e água. A adição de N e N+P diminuiu a estabilidade temporal primária estando relacionada ao aumento das espécies dominantes que se beneficiaram em maiores condições de umidade e fertilidade, estando no mesmo sentido que as respostas de (HILLEBRAND; BENNETT, M; CADOTTE, W, 2018) ao qual definiram que o aumento do nitrogênio promoveu competição entre as espécies. O aumento da estabilidade foi observada quando adicionado fosforo e irrigação, estando associado a uma maior diversidade de espécies que mantiveram o ambiente mais estável e com maior poder de resiliência, definindo respostas opostas aos diferentes níveis de intensificação testados.

Diversas pesquisas reportam que uso de fertilizantes pode alterar simultaneamente a composição, a diversidade, a produtividade, a estabilidade e a resiliência das comunidades nativas (TILMAN; DOWNING, 1994; MACDOUGALL et al., 2013). Segundo HAUTIER ET AL., (2015) a estabilidade da produtividade do ecossistema só é alterada por fatores que alteram a biodiversidade. Esses resultados coincidem com os de TILMAN; REICH; KNOPS (2006) que controlando diretamente o número de espécies, explicaram a variação ano a ano na abundância de espécies e na produtividade do ecossistema. Esses autores, apresentaram a hipótese de que um maior número de espécies de plantas, leva a uma maior estabilidade

temporal da produção anual de plantas. No entanto, esta hipótese tem sido muito criticada por outros autores que propõem que a estabilidade da produção é controlada pelas espécies dominantes (SMITH, KNAPP, 2003; SASAKI, LAUENROTH, 2011).

### **3 HIPÓTESES E OBJETIVOS**

#### **3.1 HIPÓTESES**

O efeito conjunto da fertilização com nitrogênio e fósforo ao longo dos anos pode provocar mudanças na composição botânica original da pastagem nativa, alterando a produtividade e a estabilidade da produção, tanto de pasto quanto da produção animal.

Os efeitos da fertilização com nitrogênio e do fósforo na produção e na estabilidade da produção, tanto primária como secundária são diferentes nas estações do ano.

#### **3.2 OBJETIVOS**

##### **3.2.1 Objetivo Geral**

Entender o efeito da fertilização do campo nativo no longo prazo, sobre os processos de intensificação da produção de bovinos de corte.

##### **3.2.2 Objetivos Específicos**

Avaliar o impacto de longo prazo da fertilização da pastagem natural na estabilidade temporal aliados a produção de forragem e dos animais.

Avaliar o impacto de longo prazo da fertilização da pastagem natural na estabilidade temporal da produção de forragem e dos animais nas diferentes estações do ano.

#### **4 DESENVOLVIMENTO**

Essa dissertação foi desenvolvida na forma de artigos formatados conforme as normas do Manual de Dissertações e Teses da UFSM

#### 4.1 CAPITULO 1 - FERTILIZAÇÃO DO CAMPO NATIVO: EFEITOS NA DIVERSIDADE, PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE

**RESUMO:** A fertilização do campo nativo é uma ferramenta que promove o aumento da produtividade pecuária, mas também pode ter efeitos negativos na diversidade e na estabilidade da produção. Em pastagens nativas subtropicais existem lacunas no conhecimento dos efeitos da fertilização que dificultam o desenvolvimento de estratégias na intensificação sustentável. Neste estudo analisou-se os efeitos da fertilização nitrogênio-fosfatada do campo nativo, utilizando uma base de dados de seis anos de um experimento com pastejo localizado na região norte do Uruguai. A fertilização aumentou a taxa de acúmulo da forragem, a carga animal, o ganho diário no inverno, a produtividade animal, e acrescentou estabilidade da produção secundária no inverno. No entanto, a fertilização também provocou a diminuição de 40% da riqueza de espécies, uma mudança drástica na relação de gramíneas C3/C4, diminuiu o desempenho animal no verão e a estabilidade da produção da pastagem na primavera. Em síntese, este estudo identifica e quantifica os efeitos positivos e negativos que geram um dilema no uso da fertilização de campo nativo, o qual deverá ser resolvido em pesquisas futuras.

**Palavras-chave:** adubação nitrogênio-fosfatada, produção primária e secundária, sustentabilidade.

## **NATURAL GRASSLANDS FERTILIZACION: EFFECTS ON DIVERSITY, PRODUCTIVITY, AND STABILITY**

**ABSTRACT:** Natural grasslands fertilization is a tool that enhances livestock productivity but can also have negative effects on the diversity and stability of production. In subtropical natural grasslands there are gaps in the knowledge of the effects of fertilization that make it difficult to develop sustainable intensification strategies. In this study, the effects of nitrogen-phosphate fertilization on native grasslands were analyzed using a six-year data base of an experiment with grazing located in the northern region of Uruguay. Fertilization, on one hand, increased forage production, livestock stocking rate, winter average daily gain for calves and the stability of winter animal production. However, on the other hand, native grassland fertilization caused a 40% decrease in species richness and significant changes in the ratio of C3/C4 grasses, decreased average daily gain for calves in summer and the stability of spring pasture production. This study identify and quantifies positive and negative effects that generate a dilemma in the use of natural grassland fertilization, which should be solved in future research.

**Key words:** nitrogen fertilization, phosphate fertilization, primary and secondary production, sustentability.

## INTRODUÇÃO

Os sistemas pecuários da região do sul do Brasil, Uruguai e parte da Argentina integram o ecossistema pastoril denominado por SORIANO, (1991) "Pastizales del Río de la Plata". Esse ecossistema representa a maior fonte de alimento para sistemas de produção pecuária em tais regiões, baseados quase que exclusivamente em campo nativo. O uso intensivo dessas áreas requer tecnologias para melhorar a sustentabilidade da produção pecuária. No entanto, a atual estrutura fundiária condiciona cada vez mais a intensificação produtiva, tendo em vista a enorme supressão dos campos nativos por cultivos e florestação (OVERBECK et al., 2007; ANDRADE et al., 2015).

Tradicionalmente, a pecuária baseada em pastagem natural tem sido associada a baixos níveis de desempenho animal apresentando uma importante lacuna na capacidade produtiva dessas áreas. Todavia, existem exemplos que indicam um grande potencial de aumento apenas melhorando o manejo do pastejo do campo nativo (NABINGER & CARVALHO, 2009; QUADROS et al., 2011; DO CARMO et al., 2016). Neste sentido, o ajuste de lotação e a manipulação da estrutura do pasto em função da disponibilidade de forragem são apresentadas como práticas básicas para melhorar a produção primária e secundária em campo nativo segundo NABINGER & CARVALHO (2009).

O campo nativo apresenta baixa disponibilidade de nutrientes na maioria dos solos da região, especialmente o nitrogênio (PALLARÉS et al., 2005). A resposta dos campos nativos à fertilização fosfatada tem sido limitada ou nula (CARDOZO et al., 2017). Contudo, a fertilização nitrogenada ao incrementar a produção de forragem também aumenta a demanda de P, ocorrendo conseqüentemente resposta à adubação conjunta com N e P (RUBIO et al., 1997). Conseqüentemente, a fertilização pode ser uma das escalas da intensificação pecuária propiciando melhorias dos rendimentos na produção primária e secundária (BRAMBILLA et al., 2012). A fertilização do campo nativo é uma das principais ferramentas de gestão para incrementar o rendimento e a qualidade da forragem, mas ao mesmo tempo, representa séria ameaça para a biodiversidade (BOBBINK et al., 2010). Vários trabalhos realizados a nível mundial destacam que a intensificação via adição de fertilizante nitrogenado diminui tanto a diversidade de espécies como a estabilidade da produção (TILMAN et al., 2006; HECTOR et al., 2010). Apesar de haver uma quantificação preliminar das perdas de diversidade da vegetação em processos de fertilização de campos nativos da região (BRAMBILLA et al., 2012), existem lacunas no conhecimento de como é afetada a produtividade, diversidade e estabilidade da produção primária e secundária.

A combinação de efeitos positivos e negativos da fertilização define um dilema no momento de recomendá-la como estratégia de intensificação. Essa situação dificulta a capacidade de prevenir futuras alterações negativas nos ecossistemas, como a aptidão para desenvolver estratégias de intensificação sustentável. A partir destes antecedentes, o presente estudo busca responder as seguintes questões:

- Como é afetada a diversidade, produtividade e a estabilidade temporal da produção primária e secundária a longo prazo, em pastagem nativa fertilizada com nitrogênio e fósforo?
- Existem efeitos diferenciais da estação do ano nas respostas da produtividade e da estabilidade temporal à fertilização?

## MATERIAL E MÉTODOS

### Experimento:

O presente estudo analisou uma base de dados do período de 05/2011 a 03/2017 pertencente a um experimento de fertilização de campo nativo de longa duração que teve seu início no ano de 1995, conduzido na unidade experimental de Glencoe, na região noroeste do Uruguai (Latitude: 32° 09'S; Longitude 57° 81'W). Os tratamentos resumem-se em campo natural e campo natural fertilizado anualmente com 100 kg/ha de nitrogênio (N) e 40 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso com duas repetições alocadas em unidades experimentais constituídas por poteiros de dois hectares, totalizando uma área experimental de oito hectares. A fertilização fosfatada foi aplicada em uma única dose de superfosfato triplo, totalizando 40 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, no início do outono, enquanto que a nitrogenada foi realizada com uréia, fracionada em 50 kg N/ha no início do outono e outros 50 kg N/ha no início da primavera. Os solos são Vertissolos e Litossolos de basalto, sendo realizada análise química para considerar o efeito acumulado da fertilização no final do período experimental (tabela 1).

Tabela 1: Caracterização química dos solos da área experimental (0-15 cm).

Tratamento	pH (H <sub>2</sub> O)	C.Org. (%)	P Ac. Cítrico (µg P/g)
Campo Nativo	5,9	4,5	1,9
Campo Nativo Fertilizado	5,8	4,7	4,7

C.Org.(%)- Carbono Orgânico Total.

P Ac. Cítrico (µg P/g)- Fósforo solúvel em Ácido cítrico.

O sistema de pastoreio utilizado foi contínuo com lotação variável procurando manter uma altura média da pastagem entre cinco e dez centímetros, valendo-se da técnica de animais reguladores descrita por MOTT & LUCAS (1952) com ajuste mensal do número de animais, sendo que a cada centímetro acima ou abaixo da média do intervalo especificado acrescentava-se 100 kg peso vivo por hectare. Previamente ao início de cada ciclo anual de avaliação, foi realizado um diferimento de forragem durante 30 a 45 dias entre os meses de abril e maio. Nos tratamentos foram utilizados quatro animais testes fixos e mais animais reguladores da estrutura da pastagem. Os animais foram bezerros com idade média inicial de cinco a oito meses e peso médio inicial de 130 a 180 kg de peso vivo, renovados anualmente ao longo dos seis anos.

**Avaliações:**

A massa de forragem ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) e a altura da forragem (cm) foram estimadas a cada 28 dias aproximadamente, através da técnica de comparação visual com padrões, calibrada com dupla amostragem (HAYDOCK & SHAW, 1975). Foram feitas 60 estimativas de massa de forragem utilizando cinco escalas visuais de disponibilidade de forragem (1 a 5). Posteriormente em cada escala foram tomadas cinco alturas do dossel dentro dos quadros e finalmente cada escala foi colhida cortando ao nível do solo utilizando quadros de  $0,25 \text{ m}^2$ . As amostras cortadas foram levadas à estufa de ventilação forçada de ar até peso constante. A massa de forragem e altura de cada avaliação foram ponderadas pela frequência de aparecimento das cinco escalas, e posteriormente, determinadas as médias das estações do ano.

A taxa de acúmulo foi avaliada através do uso de gaiolas de exclusão proposto por KLINGMAN et al., (1943), utilizando-se 4 gaiolas por unidade experimental. Nos tratamentos foram escolhidas duas áreas semelhantes em massa de forragem e composição florística, das quais uma é cortada e outra excluída do pastejo com o uso da gaiola de exclusão. Na primavera de 2016, foi realizada uma avaliação fitossociológica completa seguindo a escala de Braun-Blanquet adaptada por MULLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974), registrando todas as espécies presentes em 16 quadros de  $1 \text{ m}^2$  em cada unidade experimental. A porcentagem de cobertura aérea de cada espécie dominante foi estimada visualmente considerando com uma pontuação mínima de 5%.

Os animais foram pesados com intervalos médios de 28 dias, determinando fim e início de cada período de avaliação. O ganho médio diário (GMD) foi obtido pela diferença de peso dos animais testes entre as pesagens. Enquanto a carga animal e o ganho por área (GPA) foram obtidos considerando todos os animais pastejando em cada período de avaliação, sendo avaliado média de produção ao longo dos seis ciclos para cada variável. Para a análise do efeito dos tratamentos na taxa de acúmulo, ganho diário estacional, ganho por área estacional, carga animal e estabilidade foram feitas médias estacionais de inverno, primavera e verão, não sendo considerada a estação de outono por ser o período de diferimento da forragem e adaptação dos animais para o início de cada ciclo de avaliação. A oferta de forragem foi calculada como quilos de massa seca por quilo do peso vivo animal segundo SOLLENBERGER et al., (2005) e o nível de oferta diária disponível a cada 100

quilos de peso vivo animal, incluindo a taxa de acúmulo da forragem, de acordo com (MOTT, 1960).

A estabilidade temporal foi determinada como  $\mu/\sigma$  (LEHMAN & TILMAN, 2000), onde  $\mu$  é a média da produção primária e secundária de 2011 a 2017, e  $\sigma$  é o desvio padrão durante esses seis anos.

### **Análises Estatísticas:**

Os dados foram analisados por um modelo misto de análise de variância. As variáveis estimadas a escala anual: oferta de forragem, ganho médio diário (GMD), carga animal, ganho por área (GPA) e estabilidade temporal da produção animal, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + A_j + FA_{ij} + B_k + e_{ijkl}$$

Em que:  $Y_{ijk}$  = valor de cada observação;  $\mu$  = média geral;  $F_i$  = efeito do tratamento  $i$  de fertilização;  $A_j$  = efeito da estação do ano  $j$ ;  $FA_{ij}$  = efeito da interação da fertilização com o ano;  $B_k$  = efeito do bloco  $k$ ; e  $e_{ijkl}$  = efeito do erro associado a cada observação.

Para as variáveis estimadas a escala sazonal: taxa de acúmulo da forragem (TAC), ganho médio diário (GMD), lotação animal, ganho por área (GPA) e estabilidade temporal da produção de forragem e animal foram submetidos a um modelo misto de análise de variância de acordo com:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + E_j + FE_{ij} + B_k + e_{ijkl}$$

Em que:  $Y_{ijk}$  = valor de cada observação;  $\mu$  = média geral;  $F_i$  = efeito do tratamento  $i$  de fertilização;  $E_j$  = efeito da estação do ano  $j$ ;  $FE_{ij}$  = efeito da interação da fertilização com a estação do ano;  $B_k$  = efeito do bloco  $k$ ; e  $e_{ijkl}$  = efeito do erro associado a cada observação.

As análises foram realizadas considerando os efeitos da fertilização e a sua interação com a estação do ano como efeitos fixos, enquanto os blocos e as estações do ano foram tratados como aleatórios. O modelo de análise de variância da estabilidade temporal não considerou o efeito do ano já que o mesmo é parte da variabilidade interanual, e os modelos de análise da riqueza de espécies, da relação de gramíneas C3/C4 e da cobertura das espécies dominantes não consideram o efeito da estação do ano, já que a avaliação foi realizada apenas uma vez. O modelo mais adequado, selecionados com base ao critério de AKAIKE (1974), considerou variâncias dos erros diferentes nas estações do ano. A normalidade dos resíduos das variáveis foi testada de acordo com Shaphiro Wilks e visualizando os QQ-plots. As

médias dos efeitos dos efeitos, quando significativos ( $p < 0,05$ ), foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. No caso da cobertura das espécies dominantes, a distribuição dos resíduos não foi normal, entretanto, os tratamentos foram comparados com a prova t de student. Análises de regressões simples e múltiplas, com inclusão das variáveis pelo procedimento “stepwise”, foram realizadas a fim de definir a relação entre as variáveis indicadoras da estrutura da pastagem e a carga animal. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o Infostat (DI RIENZO et al., 2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produtividade e estabilidade anual

A oferta de forragem não foi afetada pelos tratamentos de fertilização, evidenciando que o campo nativo e o campo nativo fertilizado tiveram condições semelhantes de pressão de pastejo (tabela 2) e que os níveis de oferta de forragem manejados no experimento estiveram próximo ao ótimo definido por (MARASCHIN et al., 2001)

Tabela 2: Oferta média de forragem calculada segundo SOLLENBERGER et al. (2005) (Kg MS/Kg PV) e MOTT (1960) (Kg MS/100 Kg PV/dia) nos tratamentos experimentais. Os valores entre parêntese representam o os mínimos e máximos anuais.

Tratamento	Kg MS / Kg PV	Kg MS / 100 Kg PV / dia
Campo Nativo	3,1 (2,2 - 4,4)	14,3 (10.1-19,9)
Campo Nativo Fertilizado	2,9 (1,8 - 4,4)	14,2 (9,8 - 20,5)

A produtividade animal média foi afetada apenas pela fertilização. A produção anual por hectare do campo nativo fertilizado foi quase o dobro em relação ao campo nativo (Figura 1A). Além do efeito da fertilização, é importante ressaltar que a situação controle do campo nativo obteve 100% a mais de produção quando comparada com à média atual de produção pecuária da região descrita por (BERVEJILLO & TAMBLER, 2013). O ganho médio diário não apresentou diferença significativa entre os tratamentos de fertilização (Figura 1B). Por outra parte, a fertilização do campo nativo possibilitou o aumento da carga animal (Figura 1C), explicando assim o incremento na produção animal. No entanto, a fertilização do campo nativo diminuiu a estabilidade temporal da produtividade secundária (Figura 1D). Embora existam inúmeros trabalhos que quantificaram os efeitos da fertilização na produção primária (TILMAN et al. 2006; HECTOR et al. 2010; HAUTIER et al. 2015), a nosso conhecimento, este é o primeiro estudo em testar os efeitos na estabilidade temporal da produção animal em uma comunidade de pastagem nativa com alta diversidade de espécies.

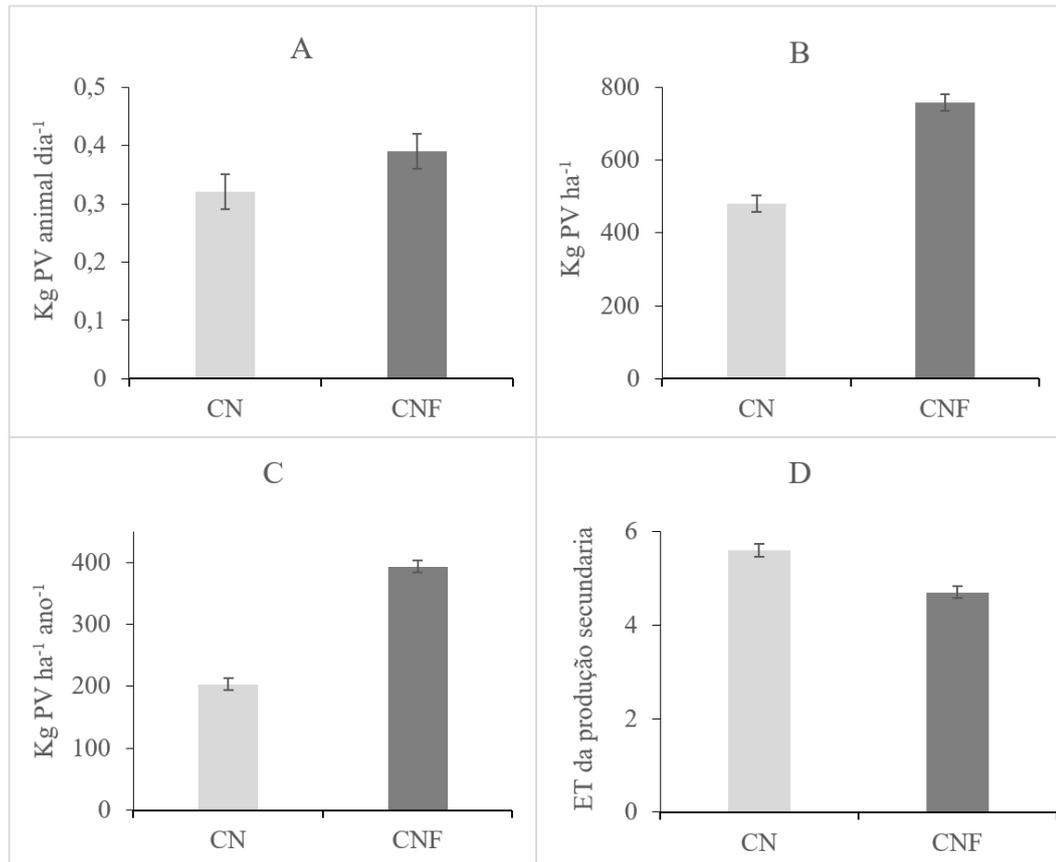


Figura 2: Efeitos da fertilização: A) Ganho médio diário (Kg PV animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>); B) Carga animal (kg PV ha<sup>-1</sup>); C) Produtividade animal média anual (Kg PV ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>); e D) Estabilidade temporal  $\mu/\sigma$  (2011-2017) da produção animal média anual de bezerros em diferentes níveis de fertilidade, campo natural (CN) e campo natural fertilizado (CNF) anualmente com 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### Produtividade e estabilidade sazonal

O efeito da fertilização apresentou interação significativa com a estação do ano em todas as variáveis analisadas na escala sazonal ( $P=0,002$  para lotação animal e  $P < 0,0001$  para as demais). Estas interações da fertilização com a estação do ano confirmam que existe um efeito diferencial nas respostas produtivas à fertilização, segundo a sazonalidade. Em relação ao crescimento da pastagem, no inverno, o campo nativo fertilizado apresentou mais que o dobro de acumulação de forragem do campo nativo, o que implicou uma carga animal 41% maior. Na primavera, encontrou-se a máxima resposta à fertilização, alcançando uma taxa de acúmulo três vezes maior no ambiente fertilizado quando comparada ao campo nativo. Estas altas taxas de crescimento nos campos fertilizados (40 Kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) estiveram associadas ao pico de crescimento das espécies C3 e C4, aliados às condições climáticas de

temperatura e precipitação, que permitiu duplicar a lotação animal no campo fertilizado. Na estação de verão, a taxa de acúmulo apresentou a menor resposta à fertilização (+25%). As lotações animais no verão, em ambos os tratamentos, foram as que obtiveram o maior valor dentro do ano, proferindo uma superioridade de 47% para o tratamento com fertilização (Figuras 2 A e 2 B). Estas respostas evidenciam, por um lado, as altas limitações nutricionais na produção primária do campo nativo. Por outro lado, encontrou-se que a taxa de acúmulo da forragem é o principal fator determinante da capacidade de lotação animal ( $R^2 = 0,54$ ,  $P < 0,0001$ ). Analisando a relação da taxa de acúmulo obteve-se uma regressão linear múltipla ( $R^2 = 0,57$ ,  $P < 0,0001$ ) descrita pela seguinte equação: Carga animal =  $142 \text{ kg PV ha}^{-1} + 12,6 \times$  taxa de acúmulo ( $\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) +  $27,1 \times$  altura (cm), indicando que a combinação de alta taxa de acúmulo com maior altura da forragem possibilitaria a maior capacidade de lotação animal. A fertilização incrementou o ganho médio diário dos bezerros no período de inverno, não influenciou na primavera, enquanto que no verão diminuiu. Este padrão de resposta da produção animal individual à fertilização nitrogênio-fosfatada é explicado pelas mudanças da relação de espécies C3/C4 verificadas no experimento, que determinam alterações na sazonalidade do crescimento e, portanto, da qualidade da dieta. A fertilização incrementou a produtividade animal por unidade de área tanto no inverno, quanto na primavera, enquanto no verão não houve diferenças entre os tratamentos (Figuras 2 C e 2 D). O efeito da fertilização no incremento da produção secundária confirmou novamente as altas limitações nutricionais do campo nativo. No campo nativo fertilizado, o ápice de produção animal se concentrou na primavera, enquanto que no campo nativo foi distribuído tanto na primavera como no verão.

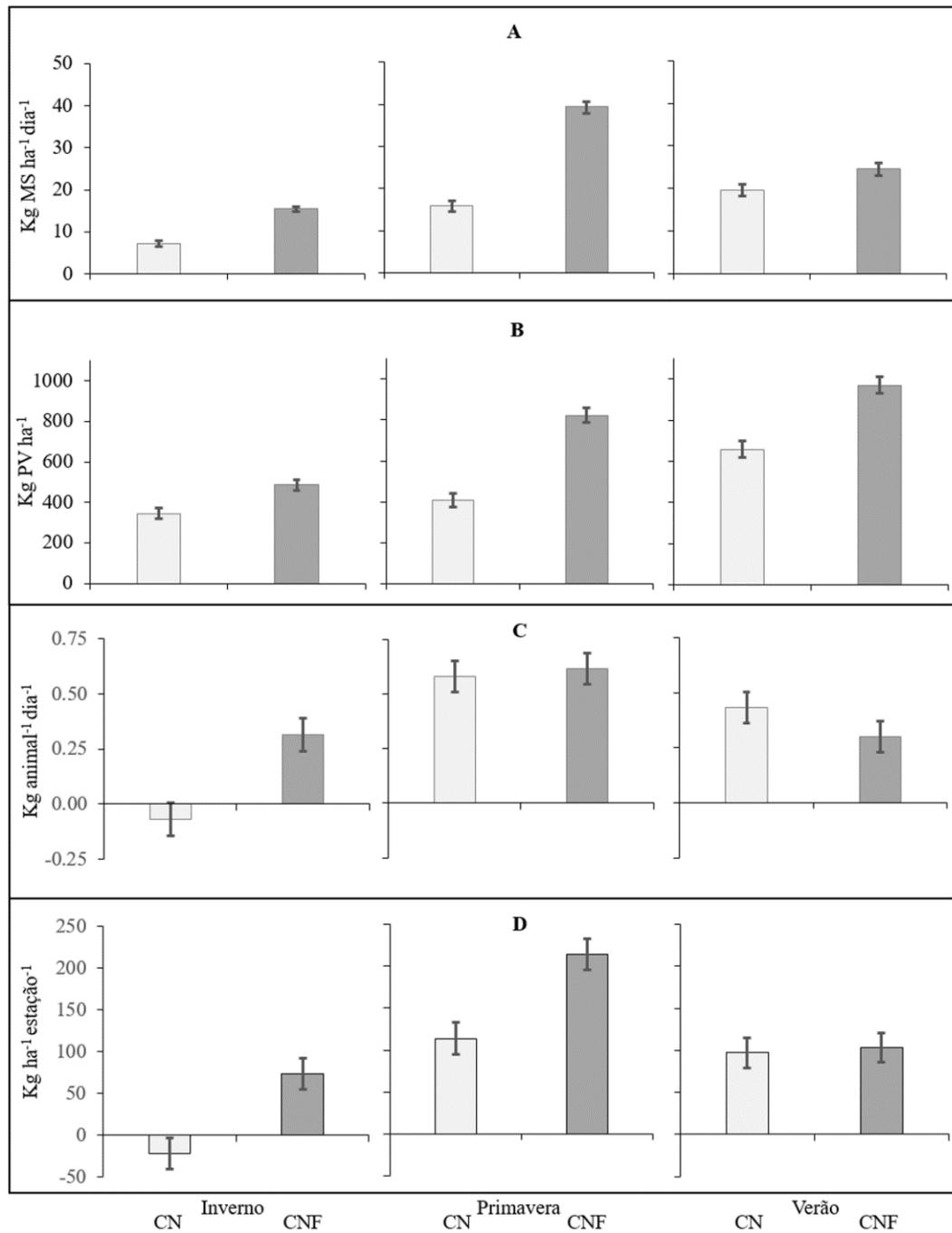


Figura 3: Efeitos da fertilização e estação do ano em: A) taxa Acúmulo de forragem (kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>); B) Carga Animal (kg PV ha<sup>-1</sup>); C) ganho médio diário (Kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) de bezerros; e D) ganho por área (kg PV ha<sup>-1</sup> estação<sup>-1</sup>) de bezerros em diferentes níveis de fertilidade, campo natural (CN) e campo natural fertilizado (CNF) anualmente 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Os efeitos da fertilização e da estação do ano na estabilidade temporal da produção, tanto primária como secundária, também apresentaram interações significativas ( $P= 0,0416$  para a taxa de acúmulo e  $P < 0,0011$  para a produtividade animal). Essas interações confirmam novamente o efeito diferencial da fertilização segundo a sazonalidade. Em relação à estabilidade temporal do crescimento da pastagem, na primavera, o campo nativo apresentou menor variabilidade da produção que o campo nativo fertilizado, enquanto que no resto das estações não foram diferentes (Figura 3 A). Por outro lado, a estabilidade temporal da produção animal apresentou um comportamento diferente. A estabilidade temporal da produção animal, inesperadamente, foi incrementada pela fertilização no período de inverno, enquanto que no resto das estações não foram diferentes (Figura 3 B). A estabilidade temporal da produção tem grande importância para definir as estratégias de manejo e preservação de ecossistemas de pastagens nativas. Este trabalho evidenciou que a aplicação cumulativa de N e P aumentou a variabilidade na produtividade das pastagens na estação de primavera, onde ocorre o maior crescimento estacional. No entanto, a fertilização não alterou a estabilidade produção animal nas estações mais produtivas (primavera e verão), mas aumentou a estabilidade da produtividade secundária na estação do inverno.

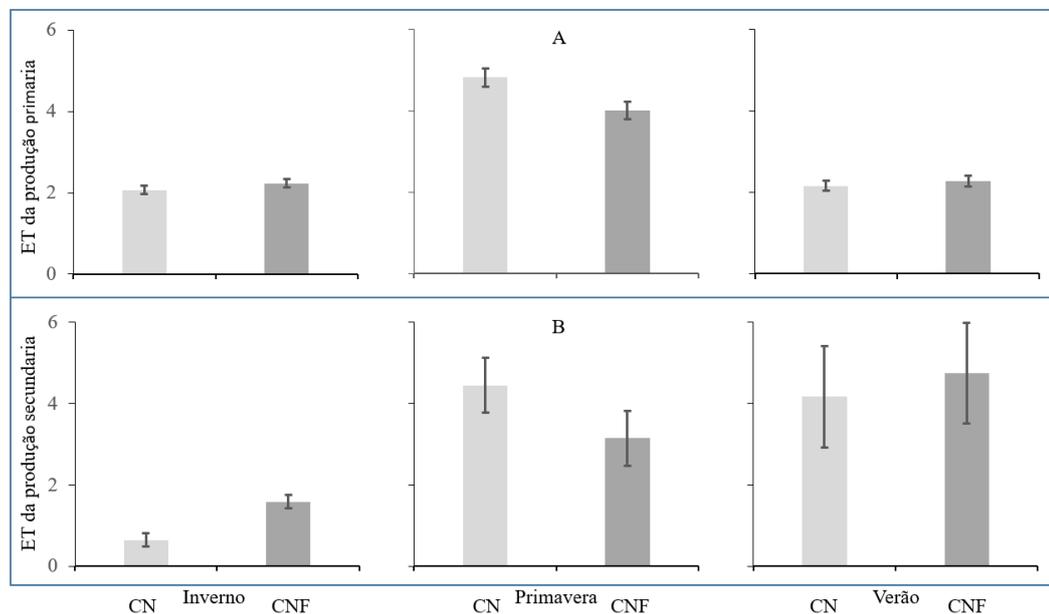


Figura 4: Estabilidade temporal  $\mu/\sigma$  (2011-2017) da: A) produtividade primária de forragem ( $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ estação}^{-1}$ ); e B) produtividade secundária ( $\text{kg PV ha}^{-1} \text{ estação}^{-1}$ ) em diferentes níveis de fertilidade, campo natural (CN) e campo natural fertilizado (CNF) 100 kg/ha de nitrogênio (N) e 40 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

### Diversidade e composição de espécies

Entretanto, apesar das evidências positivas em relação à produção, a fertilização diminuiu ao redor de 40% a riqueza de espécies do campo nativo, coincidente com os resultados encontrados por (TILMAN et al. 2006; HECTOR et al. 2010; BRAMBILLA et al. 2012; HAUTIER et al. 2015) em diferentes regiões do mundo. Além disso, a fertilização provocou um incremento nos tipos funcionais de gramíneas C3 em relação às C4. O campo nativo teve uma proporção de cobertura 16 vezes maior de gramíneas C4 em relação às gramíneas C3, entretanto no campo fertilizado esta relação passou a ser somente 0,8 (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados da avaliação fisossociológica: Riqueza de espécies (número de espécies por metro quadrado) e relação da cobertura porcentual das gramíneas C3/C4.

	CN	CNF	<i>P value</i>
Espécies m <sup>-2</sup>	40,1	24,7	< 0,0001
Relação gramíneas C3/C4	0,06	1,21	< 0,0001

Em paralelo, a espécie C3 exótica anual *Lolium multiflorum*, quase inexistente na situação campo nativo, beneficiou-se das maiores condições de fertilidade, transformando-se na espécie dominante no inverno e primavera. Esses resultados evidenciam o alto impacto da adição cumulativa de nutrientes na diversidade e composição funcional do campo nativo. Diversos mecanismos têm sido propostos para explicar os efeitos da fertilização na riqueza de espécies. Um mecanismo regularmente citado é que na medida em que o ambiente torna-se mais rico em nutrientes limitantes diminui a competição pelos recursos do solo e aumenta a competição por luz (GOLDBERG & MILLER, 1990; HAUTIER et al., 2009). Em condições de alta fertilidade, *Lolium multiflorum* torna-se uma espécie com alta capacidade de interceptação de luz (CARASSAI et al., 2008), provocando assim a exclusão competitiva das espécies nativas perenes.

## **CONCLUSÃO**

A fertilização do campo nativo aumentou a produtividade primária e secundária, com maior amplitude de incremento no inverno e na primavera. No entanto, o estudo também evidenciou que a aplicação cumulativa de N e P diminuiu a estabilidade da produção primária na primavera, estação onde ocorre o maior crescimento. Em paralelo, a fertilização diminuiu a riqueza de espécies e alterou a composição da comunidade. Esta combinação de resultados positivos e negativos cria um dilema no uso da fertilização do campo nativo, como ferramenta para a intensificação sustentável, o qual deverá ser resolvido em pesquisas futuras.

## REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H. A New Look at the Statistical Model Identification. **Ieee Transactions on Automatic Control**, v. 19, n. 6, p. 716–23, 1974.
- ANDRADE, B. O. et al. Grassland degradation and restoration: A conceptual framework of stages and thresholds illustrated by southern Brazilian grasslands. **Natureza e Conservacao**, v. 13, n. 2, p. 95–104, 2015.
- BERVEJILLO, J; TAMBLER, A. Analisis sectorial y cadenas productivas estudios temas de politica.p 39. **Ministério de Ganaderia, Agricultura y Pesca (MGAP)** 2013.
- BOBBINK, R. et al. Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: A synthesis. **Ecological Applications**, v. 20, n. 1, p. 30–59, 2010.
- BRAMBILLA, D. M. et al. Impact of nitrogen fertilization on the forage characteristics and beef calf performance on native pasture overseeded with ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 528–536, 2012.
- CARASSAI, I. J. et al. Recria de cordeiras em pastagem nativa melhorada submetida à fertilização nitrogenada. 2. Produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1815–1822, 2008.
- CARDOZO, G. et al. Is phosphorus a limiting factor for the productivity of Campos grasslands? **Grassland Science in Europe**, v. 22, p. 302-04, 2017.
- DI RIENZO, J. A. ET AL. InfoStat Cordoba, ArgentinaFCA, **Universidad Nacional de Cordoba**, 2015.
- DO CARMO, M. et al. Animal energetics in extensive grazing systems: Rationality and results of research models to improve energy efficiency of beef cow-calf grazing campos systems. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. January, p. 84–92, 2016.
- GOLDBERG, D. E.; MILLER, T. E. Effects of different resource additions on species diversity in an annual plant community. **Ecology**, v. 71, n. 1, p. 213–225, 1990.
- HAUTIER, Y. et al. Anthropogenic environmental changes affect ecosystem stability via biodiversity. **Science**, v. 348, n. 6232, p. 336–340, 2015.
- HAUTIER, Y.; NIKLAUS, P. A.; HECTOR, A. Competition for light causes plant

- biodiversity loss after eutrophication. **Science**, v. 324, n. 5927, p. 636–638, 2009.
- HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 15, n. 76, p. 663–670, 1975.
- HECTOR, A. et al. General stabilizing effects of plant diversity on grassland productivity through population asynchrony and overyielding. **Ecology**, v. 91, n. 8, p. 2213–2220, 2010.
- HECTOR, A. A. et al. General stabilizing effects of plant diversity on grassland productivity through population asynchrony and overyielding Published by: **Ecological Society of America** May, 2015.
- KLINGMAN, D. L.; MILES, S. R.; MOTT, G. O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of the American Society of Agronomy**, v. 35, p. 739–46, 1943.
- LEHMAN, C. L.; TILMAN, D. Biodiversity, Stability, and Productivity in Competitive Communities. **The American Naturalist**, v. 156, n. 5, p. 534–552, 2000.
- MARASCHIN, G. E. Production potential of South America grasslands. **XIX International Grassland Congress, Brazil, Proceedings**, n. 1993, p. 5–15, 2001.
- MOTT, G. O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *Proceedings 8th int. Grassld Congr. 1960* .
- MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. **The design, conduct and interpretation of grazing trials in cultivated and improved pastures**. International Grassland Congress. **Anais...**1952
- MULLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. **Wiley**, 1974.
- NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. DE F. Ecofisiología de Sistemas Pastoriles: Aplicaciones para su Sustentabilidad. **Agrociencia Uruguay**, v. 13, n. 3, p. 18–27, 2009.
- OVERBECK, G. E. et al. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, n. 2, p. 101–116, 2007.
- PALLARÉS, O. R.; BERRETTA, E. J.; MARASCHIN, G. E. The South American Campos ecosystem. **Grasslands of the world**, p. 171–219, 2005.

QUADROS, F. L. F. DE et al. Utilizando a racionalidade de atributos morfogênicos para o pastoreio rotativo: experiência de manejo agroecológico em pastagens naturais do Bioma Pampa. **Resumos do I Encontro Pan-Americano sobre Manejo Agroecológico de Pastagens**, v. 6, n. 1, p. 1–12, 2011.

RUBIO, G. et al. Acumulación de biomasa, nitrógeno y fósforo en un pastizal natural fertilizado de la pampa deprimida. **Ciencia del Suelo**, v. 15, n. 1, p. 48–50, 1997.

SOLLENBERGER, L. E. et al. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, v. 45, n. 3, p. 896–900, 2005.

SORIANO, A. **Río de la Plata grasslands. In: “Ecosystems of the World:Natural Grasslands”**. Vol. 8A, P 367-408ed. Amsterdam, 1991.

TILMAN, D.; REICH, P. B.; KNOPS, J. M. H. Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. **Nature**, v. 441, n. 7093, p. 629–632, 2006.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fertilização com nitrogênio (N) e fósforo (P) provocou alterações na composição e riqueza de espécies, e nos tipos funcionais do campo nativo. Por outra parte, encontraram-se desempenhos diferentes na produtividade, tanto da pastagem como dos animais, quando fracionados pelas estações do ano. A fertilização do campo nativo incrementou a produtividade e a estabilidade primária e secundária na estação do inverno, período de maior restrição de forragem do campo nativo, propiciando um ótimo desempenho da gramínea exótica azevém (*Lolium multiflorum Lam*) que produziu ganhos de peso positivos no inverno e primavera, além de estabelecer uma carga animal superior. Contudo, comprovou-se que a manipulação da estrutura da forragem através da fertilização sistêmica afetou diretamente a diversidade florística favorecendo o surgimento de espécies exóticas ou indesejáveis. Portanto, esse estudo pode ser uma ferramenta inicial a ser investigada em pesquisas futuras, para ajudar a definir níveis ideais que maximizem a eficiência de nitrogênio (N) e fosforo ( $P_2O_5$ ) sem afetar a diversidade e a estabilidade do campo nativo.

## REFERÊNCIAS

- AERTS, R.; CHAPIN, F. S. The Mineral Nutrition of Wild Plants Revisited: A Re-evaluation of Processes and Patterns. **Advances in Ecological Research**, v. 30, n. C, p. 1–67, 1999.
- ANDRADE, B. O. et al. Grassland degradation and restoration: A conceptual framework of stages and thresholds illustrated by southern Brazilian grasslands. **Natureza e Conservacao**, v. 13, n. 2, p. 95–104, 2015.
- ÁVILA, M. R. DE et al. The effects of nitrogen enrichment on tiller population density and demographics of annual ryegrass overseeded on natural pastures South of Brazil. **African journal of agricultural research**, v. 8, n. March, p. 3013–3018, 2013.
- AVOLIO, M. L. et al. Changes in plant community composition, not diversity, during a decade of nitrogen and phosphorus additions drive above-ground productivity in a tallgrass prairie. **Journal of Ecology**, v. 102, n. 6, p. 1649–1660, 2014.
- AYALA, W.; CARÁMBULA, M. **Mejoramientos extensivos en la región Este: implantación y especies**. (D. F. Risso, E. J. Berretta, A. Morón, Eds.) Producción y Manejo de Pasturas. **Anais...**Montevideo: INIA: 1996.
- BEMHAJA, M. Mejoramiento de campo: fertilización fosfatada. In: BERRETTA, E. J. (Ed.). **Seminario de actualización en tecnologías para basalto. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria**. Tacuarembó: 75.1994.
- BERRETTA, V.; LOBATO, J. F. P. Efeitos da ordem de utilização de pastagens melhoradas no ganho de peso e comportamento reprodutivo de novilhas de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. v.25, n.6, p. p.1196-1206, 1996.
- BERRETTA, E. J. et al. Mejoramiento de campo natural de basalto fertilizado con nitrógeno y fósforo. In: BERRETTA, E. J. (Ed.). **Seminario de actualización en tecnologías para basalto. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria**. 102. ed. Tacuarembó 2000.
- BERRETTA, E. J. et al. Campos in Uruguay. **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, v. 2008, n. February, p. 377–394, 2000.
- BILENCA, D.; & MIÑARRO, F.. **Identificación de áreas valiosas de pastizal en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil**. 2004.
- BOBBINK, R. et al. Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: A synthesis. **Ecological Applications**, v. 20, n. 1, p. 30–59, 2010.
- BOLDRINI, I. I.; EGGERS, L. Vegetação campestre do sul do Brasil: dinâmica de espécies à exclusão do gado. **Acta Botanica Brasilica**, v. 10, n. 1, p. 37–50, 1996.
- BRAMBILLA, D. M. et al. Impact of nitrogen fertilization on the forage characteristics and

- beef calf performance on native pasture overseeded with ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 528–536, 2012.
- CAMPBELL, B.D.; HUNT, D. Y. Global Climate Change Effects on Competition and Succession in Pastures. In: **Competition and succession in pastures** p. 322; 2001.
- CARÁMBULA, M. **Producción y manejo de pasturas sembradas**. 1977.
- CARASSAI, I. J. et al. Recria de cordeiras em pastagem nativa melhorada submetida à fertilização nitrogenada. 2. Produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1815–1822, 2008.
- CARDOZO, G. et al. Is phosphorus a limiting factor for the productivity of Campos grasslands? **Grassland Science in Europe**, v. 22, p. 302-04, 2017.
- CARVALHO, P. C. D. F.; SANTOS, D. T.; NEVES, F. P. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. **Sustentabilidade produtiva do bioma pampa**, p. 23–60, 2007.
- CARVALHO, P. C. D F.; BATELLO, C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: The natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, v. 120, n. 1–2, p. 158–162, 2009.
- CARVALHO, P. C. DE F.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Potencial Produtivo Do Campo Nativo No Rio Grande Do Sul. **Suplementação De Ruminantes Em Pastejo**, p. 1–20, 1998.
- COSTA RODRIGUES GUMA, J. M. Produção animal em pastagem nativa diferida e adubada com nitrogênio, no outono-inverno. **Dissertação UFRGS 2005**, 2005.
- DIEA. **Censo General Agropecuario. Resultados definitivos**. p. pp 146, 2011.
- FERREIRA, E. T. et al. Fertilization and oversowing on natural grassland: Effects on pasture characteristics and yearling steers performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 2039–2047, 2011.
- FORMOSO, D. Uso de los recursos forrajeros en sistemas ganaderos. 1. Pasturas naturales: componentes de la vegetación, producción y manejo de diferentes tipos de campo. Paysandú: In: **Seminario Técnico de Producción Ovina**, Paysandú, Uruguay 1990.
- FUNSTON, R. N. et al. Physiology and endocrinology symposium: Nutritional aspects of developing replacement heifers. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 4, p. 1166–1171, 2012.
- GOMES, K E.; MARASCHIN, G. E.; RIBOLDI, J. Efeito de ofertas de forragem, diferimento e adubações sobre a dinamica de uma pastagem natural. Composição florística. **Reunião anual sociedade brasileira de zootecnia**.110-112, anais. **Anais Botucatu**. 1998.
- GOMES, L. H. Produtividade de um campo nativo melhorado submetido a adubação

nitrogenada. **Dissertação Mestrado UFRGS**, 2000.

GONÇALVES, E. N. Comportamento ingestivo de bovinos e ovinos em pastagem natural da depressão central Rio Grande do Sul. **Tese de Doutorado UFRGS**, 1997.

GONÇALVES, E. N. et al. Revista Brasileira de Zootecnia Plant-animal relationships in pastoral heterogeneous environment: process of herbage intake. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v. 3598, p. 1655–1662, 2009.

HAUTIER, Y. et al. Anthropogenic environmental changes affect ecosystem stability via biodiversity. **Science**, v. 348, n. 6232, p. 336–340, 2015.

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

HILLEBRAND, H.; BENNETT, M, D.; CADOTTE, W, M. consequences of dominance: a review of evenness effects on local and regional ecosystem processes. **Ecology**, v. 88, n. 1, p. 36–59, 2018.

IBGE. Censo Agropecuário 2006. **IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, p. 777, 2009.

JAURENA, M. Impacto de práticas de intensificação em atributos ecossistêmicos do campo nativo. **Tese de doutorado UFRGS**, 2016.

KEMP, D. R.; KING, W. M. Plant competition in pastures. In: **Competition and succession in pastures**. p. 336, 2001.

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: 'T MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Eds.). . **Fiel and laboratory methods for grassland and animal production research**. p. 103–121 California: CABI Publishing, 2000.

LEHMAN, C. L.; TILMAN, D. Biodiversity, Stability, and Productivity in Competitive Communities. **The American Naturalist**, v. 156, n. 5, p. 534–552, 2000.

LEMAIRE, G. Intensification of animal production from grassland and ecosystem services: a trade-off. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 7, n. 012, 2012.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. F. Tissue flows in grazed plant communities. In: **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International: p. 3–36.1996.

MACDOUGALL, A. S. Diversity loss with persistent human disturbance increases vulnerability to ecosystem collapse. **Nature**, v. 494, n. 7435, p. 86–89, 2013.

MARASCHIN, G. E. **Utilização, manejo e produtividade das pastagens nativas da região sul do Brasil**. (ULBRA, Ed.)IN: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de

Corte. **Anais...Canoas**: 1998.

MARASCHIN, G. E. Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastens nativas do sul do Brasil. In: PILLAR, V. D. et al. (Eds.). . **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. [s.l.] Ministério do meio ambiente, Secretaria de biodiversidades e florestas, departamento conservação da biodiversidade, 2012. p. 248–259.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, v. 49, n. 3, p. 352–359, 1994.

MIFLIN, B. J.; LEA, P. J. **The pathway of nitrogen assimilation in plants***Phytochemistry*, 1976.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropical brasileiro. **Simpósio De Forrageiras E Produção Animal**, n. 1, p. 22–76, 2006.

NABINGER, C. Capítulo 13 Produção Animal com base no Campo Nativo : n. APRIL, 2009.

NABINGER, C. et al. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, Valério de Patta. Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. cap.13, p.175-198..

NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. DE F. Ecofisiología de Sistemas Pastoriles: Aplicaciones para su Sustentabilidad. **Agrociencia Uruguay**, v. 13, n. 3, p. 18–27, 2009.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. E. Pasture related problems in beef cattle production in southern Brazil. In: **Grassland ecophysiology and grazing ecology**.. p. 355–376. 2000.

OVERBECK, G. E. et al. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, n. 2, p. 101–116, 2007.

PALLARÉS, O. R.; BERRETTA, E. J.; MARASCHIN, G. E. The South American Campos ecosystem. **Grasslands of the world**, p. 171–219, 2005.

PATTERSON, D. J., PERRY, R. C., KIRACOFÉ, G. H., BELLOWS, R. A., STAIGMILLER, R. B., & CORAH, L. R. Management considerations in heifer development and puberty. **Journal of Animal Science**, **70(12)**, **4018**., v. 70, 12, p. 4018–4035, 1992.

PILLAR, V. D. Clima e vegetação. **Departamento de Botânica**, n. 3, p. 1–11, 1995.

PIÑEIRO, G. Biogeoquímica del carbono y nitrógeno en los pastizales pastoreados del Río de la Plata: Un análisis basado en modelos de simulación, sensores remotos y experimentos a campo. p. 166, 2006.

PÖTTER, L.; LOBATO, J. F. P.; MIELITZ NETTO, C. G. A. Análises Econômicas de

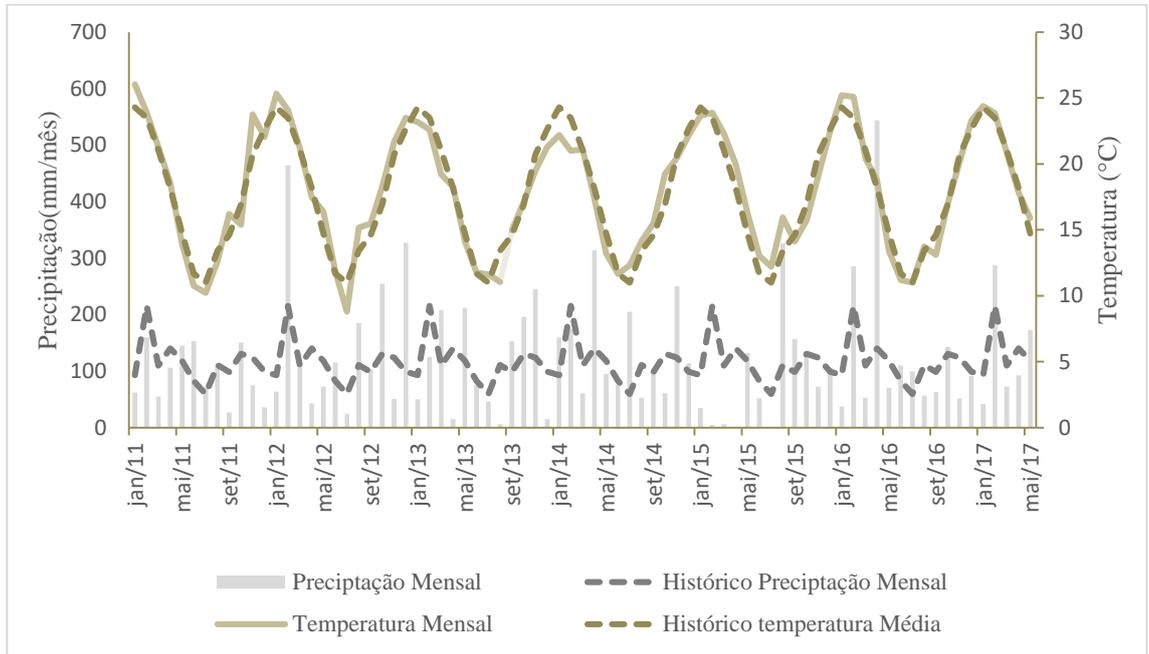
- Modelos de Produção com Novilhas de Corte Primíparas aos Dois , Três e Quatro Anos de Idade 1 Economic Analyses of a Production Model to Primiparous Beef Heifers at Two , Three and Four Years of Age Introdução De maneira geral , os. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 861–870, 2000.
- RUBIO, G. et al. Acumulación de biomasa, nitrógeno y fósforo en un pastizal natural fertilizado de la pampa deprimida. **Ciencia del Suelo**, v. 15, n. 1, p. 48–50, 1997.
- SALA, O. E. et al. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**, v. 287, n. 5459, p. 1770–1774, 2000.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia vegetal**. Traduzido ed. Mexico: [s.n.].
- SANT’ANNA, D. M.; NABINGER, C. Adubação e implantação de forrageiras de inverno em campo nativo In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2. **Anais.....Porto Alegre: UFRGS**, p. 123–56, 2007.
- SANTOS, D. T. DOS et al. Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 437–444, 2008.
- SASAKI, T.; LAUENROTH, W. K. Dominant species, rather than diversity, regulates temporal stability of plant communities. **Oecologia**, v. 166, n. 3, p. 761–768, 2011.
- SMITH, M. D.; KNAPP, A. K. Dominant species maintain ecosystem function with non-random species loss. **Ecology Letters**, v. 6, n. 6, p. 509–517, 2003.
- SOARES A, B. Efeito da alteração da oferta de matéria seca de uma pastagem natural sobre a produção animal e a dinâmica da vegetação. **Tese de doutorado UFRGS** , 2002.
- SORIANO, A. **Río de la Plata grasslands**. In: “Ecosystems of the World:Natural Grasslands”. Vol. 8A, P367-408 ed. Amsterdam 1991.
- SUDING, K. N.; LEJEUNE, K. D.; SEASTEDT, T. R. Competitive impacts and responses of an invasive weed: Dependencies on nitrogen and phosphorus availability. **Oecologia**, v. 141, n. 3, p. 526–535, 2004.
- TILMAN, D.; DOWNING, J. A. Biodiversity and stability in grasslands. **Nature**, v. 367, n. 6461, p. 363–365, 1994.
- TILMAN, D.; REICH, P. B.; KNOPS, J. M. H. Biodiversity and ecosystem stability in a decade-long grassland experiment. **Nature**, v. 441, n. 7093, p. 629–632, 2006.
- ZANONIANI, R. A; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M. Respuesta invernal de un campo natural a fertilización nitrogenada y ofertas de forraje. **Agrociencia (Montevideo)**, v. 15, n. 1, p. 115–124, 2011.

## ANEXOS

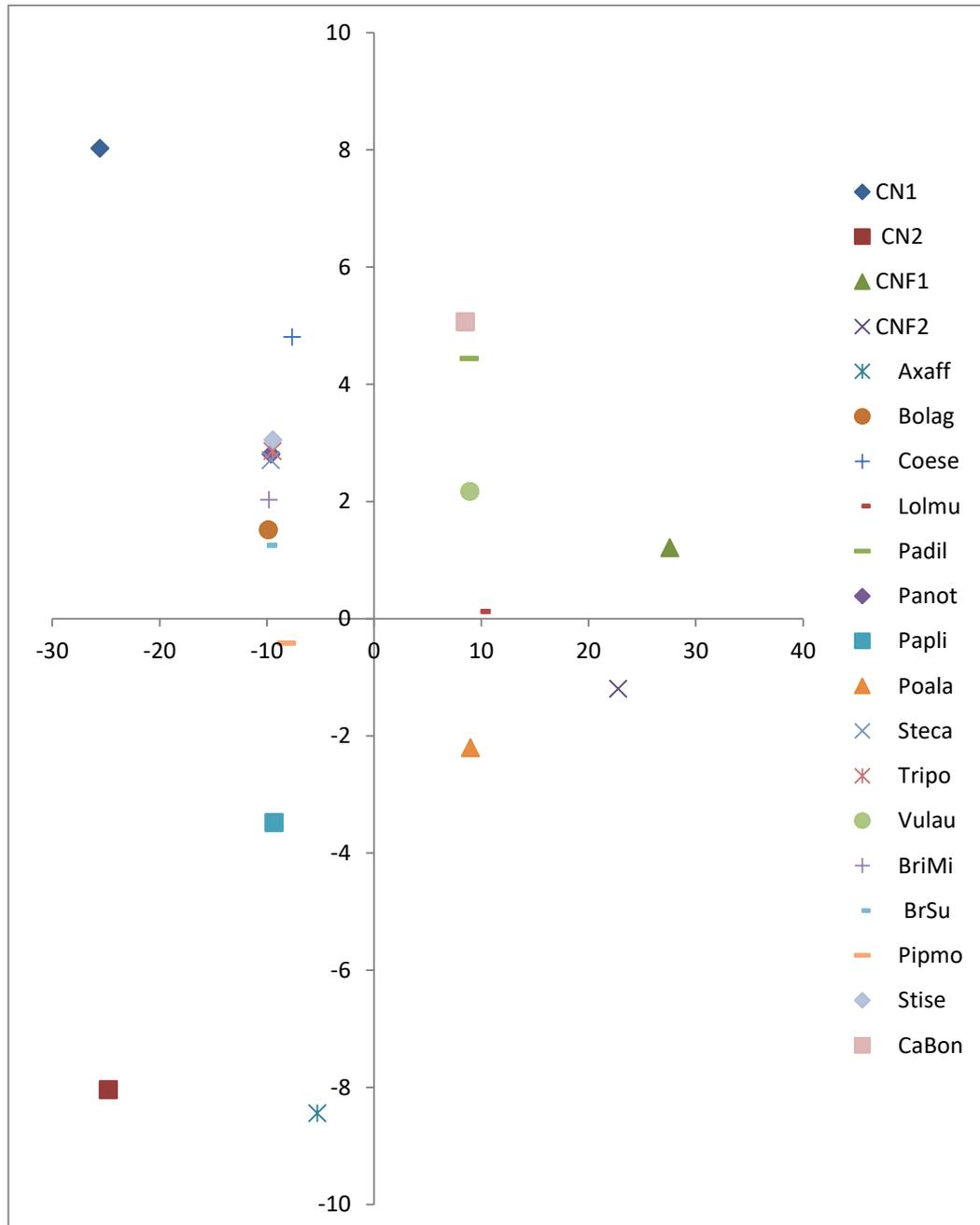
**ANEXO 1- PRODUÇÃO PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA POR CICLO ENTRE AS ESTAÇÕES, COM AVALIAÇÃO DA CARGA ANIMAL (kg PV ha<sup>-1</sup>); GANHO MÉDIO DIÁRIO (kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>); GANHO POR ESTAÇÃO (kg ha<sup>-1</sup> estação<sup>-1</sup>); PRODUÇÃO FORRAGEM (kg MS ha<sup>-1</sup>) ALTURA (cm); TAXA DE ACÚMULO (kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>); OFERTA FORRAGEM (kg MS ha<sup>-1</sup>/ kg PV ha<sup>-1</sup>).**

<b>CN</b>	<b>KgPV ha<sup>-1</sup></b>	<b>kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup></b>	<b>Kg ha<sup>-1</sup> estação<sup>-1</sup></b>	<b>Kg MS ha<sup>-1</sup></b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>Kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup></b>	<b>OF</b>
<b>TOTAL</b>	<b>471</b>	<b>0,31</b>	<b>2454</b>	<b>1342</b>	<b>6,0</b>	<b>13</b>	<b>3,2</b>
<b>INVERNO</b>	335	0,08	156	1210	5,6	9	3,7
1	273	0,14	45	950	6,6	5	3,7
2	323	0,00	-6	788	5,0	5	2,5
3	322	0,14	49	1324	4,9	21	4,0
4	284	0,18	64	1317	5,6	9	4,7
5	358	-0,06	-16	1644	5,4	5	4,6
6	458	0,06	19	1382	6,1	5	3,0
<b>PRIMAVERA</b>	465	0,59	1400	1228	6,1	18	2,8
1	456	0,81	271	796	6,4	21	2,0
2	471	0,52	285	971	6,2	19	2,1
3	385	0,39	154	1400	6,3	17	3,6
4	463	0,45	238	1852	6,7	23	4,2
5	409	0,75	235	1280	5,7	23	3,1
6	559	0,60	217	1297	5,3	6	2,5
<b>VERÃO</b>	709	0,43	1006	1474	6,0	16	2,3
1	497	0,36	91	566	6,2	6	1,3
2	499	0,56	49	1016	6,4		2,0
3	598	0,47	161	2941	8,8	24	5,1
4	812	0,39	199	1550	5,8	5	2,2
5	974	0,36	313	1664	6,4	15	2,1
6	629	0,52	192	986	3,6	31	1,5
<b>CNF</b>	<b>KgPV ha<sup>-1</sup></b>	<b>kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup></b>	<b>Kg ha<sup>-1</sup> estação<sup>-1</sup></b>	<b>Kg MS ha<sup>-1</sup></b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>Kg MS ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup></b>	<b>OF</b>
<b>TOTAL</b>	<b>744</b>	<b>0,40</b>	<b>4259</b>	<b>1872</b>	<b>7,6</b>	<b>25</b>	<b>3,0</b>
<b>INVERNO</b>	484	0,37	961	1763	6,9	21	3,7
1	400	0,32	132	1250	7,7	7	3,2
2	451	0,31	125	1044	6,3	15	2,4
3	487	0,28	144	2067	6,4	26	4,2
4	487	0,30	156	1912	6,3	29	4,0
5	436	0,45	123	2134	7,3	18	4,9
6	627	0,58	282	2292	7,7	26	3,8
<b>PRIMAVERA</b>	979	0,59	2214	1919	8,3	38	2,2
1	904	0,90	460	1461	8,6	38	2,0
2	1043	0,41	387	1215	7,6	36	1,3
3	712	0,38	234	2607	10,4	41	3,8
4	1087	0,26	276	2656	8,4	37	2,6
5	1020	0,59	397	2266	8,3	55	2,2
6	1086	0,84	460	1841	7,1	18	1,8
<b>VERÃO</b>	900	0,29	822	1762	7,1	22	2,0
1	911	0,38	145	776	8,4	6	1,1
2	522	0,37	32	898	5,5		1,7
3	986	0,32	166	4102	11,6	31	4,3
4	982	0,19	138	1624	5,3	10	1,8
5	878	0,19	157	1593	6,7	24	1,9
6	901	0,39	185	1455	5,8	37	1,6

**ANEXO 2- PRECIPITAÇÃO (mm) E TEMPERATURA (°C) DE 01/2011 A 05/2017;  
MÉDIA HISTÓRICA NA UNIDADE EXPERIMENTAL DE GLENCOE.**



**ANEXO 3- DIAGRAMA DE ORDENAÇÃO ENTRE GRAMÍNEAS DOMINANTES,  
ENTRE TRATAMENTOS CAMPO NATIVO (CN) E CAMPO NATIVO  
FERTILIZADO (CNF)**



**TRATAMENTOS-** Campo nativo (CN1, CN2); Campo nativo fertilizado (CNF1, CNF2).

**ESPÉCIES-** **Axaff** (*Axonopus affinis*), **Bolag** (*Bothriochloa laguroides*), **Coese** (*Coelorhachis selloana*), **Lolmu** (*Lolium multiflorum*), **Padil** (*Paspalum dilatatum*), **Panot** (*Paspalum notatum*), **Papli** (*Paspalum plicatulum*), **Poala** (*Poa lanígera*), **steca** (*Stenandrium campestre*), **Tripo** (*Trifolium polymorphum*), **Vulau** (*Vulpia australis*), **BriMi** (*Briza minor*), **BrSu** (*Briza subaristata*), **Pipmo** (*Piptochaetium montevidense*), **Stise** (*Stipa setigera*), **CaBon** (*Carex bonariensis*).

**ANEXO 4- COBERTURA PORCENTUAL DAS ESPÉCIES DOMINANTES  
(COBERTURA MÉDIA DE AMBOS OS TRATAMENTOS > 1%).**

<i>Espécies</i>	CN	CNF	<i>P value</i>
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	0,0	44,2	0,033
<i>Paspalum notatum</i> Fluegge	27,7	8	0,043
<i>Papalum dilatatum</i> Poir	10,7	14,7	0,217
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx	10,4	1,1	0,034
<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	4,6	0,3	0,011
<i>Steinchisma hyans</i> (Elliott) Nash	2,4	5,3	0,363
<i>Rhynchospora</i> sp.	5,8	1,1	0,112
<i>Mnesithea selleana</i> (Hack.) de Kning & Sosef	4,4	1,7	0,196
<i>Axonopus fissifolius</i> (Raddi) Kuhl	7,5	2,1	0,477
<i>Vulpia australis</i> (Ness ex Steud)	0,2	3,4	0,136
<i>Carex bonariensis</i> (Desf. Ec Poir)	0,6	2,2	0,222
<i>Poa lanigera</i> Ness	0,5	2,1	0,049
<i>Nasella neesiana</i> (Trin. & Rupr.) Barkworth	1,6	0,6	0,039

**ANEXO 5- RELAÇÃO ENTRE TAXA DE ACÚMULO (KG MS HA<sup>-1</sup> DIA<sup>-1</sup>) E CARGA ANIMAL (KG PV HA<sup>-1</sup>) PARA BEZERROS EM DIFERENTES NÍVEIS DE FERTILIDADE, CAMPO NATURAL (CN) E CAMPO NATURAL FERTILIZADO(CNF) 100 KG/HA DE NITROGÊNIO (N) E 40 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.**

