

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

**SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA: DESEMPENHO DE
NOVILHOS SUPERPRECOSES E VARIABILIDADE ESPACIAL DO PASTO**

CRISTIANE DE LIMA WESP
Engenheira Agrônoma – UPF

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Zootecnia
Área de Concentração Plantas Forrageiras

Porto Alegre (RS), Brasil.
Julho de 2010

“A fé robusta dá a perseverança, a energia e os recursos que fazem vencer os obstáculos, tanto nas pequenas, como nas grandes coisas.”

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Daltro e Sara, por todo o amor, esforço e dedicação, sem os quais não teria realizado mais esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Pai Divino e de infinita bondade, por permitir que eu pudesse passar por esta experiência tão enriquecedora e benéfica para meu futuro profissional, pessoal e espiritual.

Agradeço de forma especial à minha orientadora de graduação, Dra. Eunice Oliveira Calvete e à minha amiga e sempre colega, Franciele Mariani, por me incentivarem a seguir desvendando hipóteses científicas.

Ao Dr. Paulo César de Faccio Carvalho, pela oportunidade de crescimento acadêmico e pelo exemplo de dedicação incondicional.

À Ms. Marília Terra Lopes, pela paciência, conhecimentos transmitidos, e companheirismo durante a execução do trabalho de campo.

Aos colegas Osmar Conte, Aramis Piccinin Machado e Eric Victor Oliveira Ferreira, pela enorme contribuição e auxílio no trabalho de campo, sem os quais este trabalho não seria possível.

Aos proprietários e a todos os funcionários da Fazenda do Espinilho, em especial ao Seu Alcebíades, Dona Rita e Marcos pela valiosa colaboração para a execução deste trabalho.

Agradeço à colega Carolina Bremm, pela amizade, exemplo de dedicação e pela inestimável colaboração nas análises estatísticas.

À Dra. Monica Cadenazzi pela valiosa contribuição nas análises estatísticas, as quais foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo, que de alguma forma contribuíram com a execução deste trabalho, tornando o período de mestrado alegre e divertido, meu muito obrigado.

Agradeço especialmente meus irmãos, Caroline e Mateus, por dividirem comigo as angústias e as vitórias, durante esses dois anos em que partilhamos juntos a experiência de morar longe de casa.

Ao meu namorado Rodrigo, pelo apoio, dedicação, compreensão, auxílio, carinho e palavras de incentivo, as quais muitas vezes serviram de único estímulo para que eu pudesse finalizar essa etapa.

À família Krás, pelo acolhimento, carinho, e companhia durante o período de mestrado. Vocês foram muito importantes, e fizeram com que eu me sentisse sempre em casa.

Aos meus pais, Daltro e Sara que mesmo estando distantes fisicamente sempre me motivaram e me incentivaram a seguir à diante. Obrigada pelo amor, pela educação, princípios e valores transmitidos a mim e por sempre acreditarem que eu conseguiria superar as dificuldades. Vocês foram os grandes responsáveis por tudo isto. Amo vocês!

SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA: DESEMPENHO DE NOVILHOS SUPERPRECOSES E VARIABILIDADE ESPACIAL DO PASTO ¹

Autora: Cristiane de Lima Wesp

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

RESUMO

A introdução de bovinos em pastejo em áreas destinadas ao cultivo de culturas de grãos possibilita maximização de renda no sistema, contribuindo para o benefício da cultura em sucessão, quando a intensidade de pastejo é manejada adequadamente. O objetivo deste trabalho foi avaliar em um sistema de integração lavoura-pecuária, os efeitos de diferentes intensidades de pastejo, em função de quatro alturas de manejo de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual em sucessão à cultura da soja, bem como, a influência dessas alturas sobre o desempenho animal, a variabilidade espacial do pasto e a resistência mecânica do solo à penetração. Os tratamentos consistiram das alturas de manejo de pasto de 10, 20, 30 e 40 cm; e de um tratamento sem pastejo (SP). A coleta de dados realizou-se entre julho e novembro de 2008, no município de Tupanciretã, RS, Brasil. Foram utilizados novilhos de corte, provenientes de cruzamento entre as raças Angus, Hereford e Nelore, com peso médio inicial de $203 \pm 1,7$ kg. Esses foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos completos ao acaso, com três repetições, onde permaneceram em pastejo por 122 dias. As alturas médias reais, encontradas para os cinco tratamentos avaliados, corresponderam a 14,1; 22,6; 32,0; 41,1 e 45,0 cm, respectivamente. As variáveis massa de forragem, oferta de forragem e palhada residual responderam de maneira positiva e linear ao incremento da altura do pasto ($P \leq 0,0001$). O desempenho individual, o peso vivo ao abate e as características de carcaça dos novilhos apresentaram resposta quadrática, e foram otimizadas em alturas de manejo do pasto próximas a 30 cm ($P \leq 0,0305$). As menores alturas de manejo proporcionaram maiores ganhos por área, em função da maior carga animal utilizada. A presença de animais em pastejo proporcionou variabilidade espacial de alturas ao final do ciclo de utilização da pastagem. O mesmo foi observado para a resistência mecânica do solo à penetração, principalmente, nas camadas superficiais do solo. Os valores de resistência evidenciaram os efeitos do pastejo até a profundidade de 0,20 m, sendo esses crescentes com o aumento das intensidades de pastejo impostas. Os resultados demonstram que alturas próximas a 30 cm permitem maiores ganhos individuais, em função do aumento da quantidade de forragem disponível por animal, não havendo comprometimento da palhada residual destinada à cultura subsequente nesses casos, nem dos atributos físicos do solo avaliados.

Palavras-chave: altura do pasto, ganho de peso, georreferenciamento, heterogeneidade espacial, resistência do solo à penetração, plantio direto.

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (211p.) julho, 2010.

AN INTEGRATED CROP LIVESTOCK SYSTEM: PERFORMANCE OF EARLY FINISHED BEEF STEERS AND SWARD SPATIAL VARIABILITY¹

Author: Cristiane de Lima Wesp
Adviser: Paulo César de Faccio Carvalho

ABSTRACT

The introduction of cattle into areas destined for grain crop production enables maximizing income from the system and can benefit the subsequent grain crop provided grazing intensity is managed properly. The objective of this study was to evaluate the effects of different grazing intensities on animal performance, sward spatial variability and soil penetration resistance within in a crop-livestock system. The treatments consisted of four grazing sward heights, 10, 20, 30 and 40 cm, and no grazing (NG), in a sward of black oat and annual ryegrass grown in succession with soybean. The study was conducted from May to November 2008, near Tupanciretã, RS, Brasil. Beef steers (Angus x Hereford x Nelore) with average initial weight of 203 ± 1.7 kg were distributed in a randomized complete block design, with three replications, where they grazed for 122 days. The observed average sward heights for the five treatments were 14.1; 22.6; 32.0; 41.1 and 45.0 cm, respectively. Herbage mass, herbage allowance and residual straw responded positively and linearly to increasing sward heights ($P \leq 0.0001$). Average daily gain, slaughter live weight, and carcass characteristics of the steers showed a quadratic response and were optimal in the 30 cm sward height treatment ($P \leq 0.0305$). The shorter sward heights provided higher total animal gain per area, due to the associated higher stocking rates. The presence of grazing animals resulted in spatial variability of sward heights at the end of the grazing cycle. The same was observed for soil penetration resistance, particularly in the surface layers of the soil. The soil penetration resistance showed the effect of animal traffic to a depth of 0.20 m, which increased with increasing grazing intensities. The results suggest that maintaining grazed sward heights near 30 cm provides better individual animal gains by the increasing amount of forage available per animal, while not compromising the residual straw remaining for the subsequent grain crop and without inducing excessive soil compaction.

Key-words: sward height, live weight gain, geo-referencing, spacial heterogeneity, soil penetration resistance, no tillage system.

¹ Master of Science dissertation in Forage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, (211p.) July, 2010.

SUMÁRIO

	Páginas
CAPÍTULO I	
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. O Sistema de Integração Lavoura-Pecuária	7
2.2. Impacto do animal nos atributos físicos do solo em um SILP ...	11
2.3. Resistência mecânica do solo à penetração.....	15
2.4. Produção animal no contexto de SILP	17
2.5. Produção de carcaças de novilhos superprecoces em SILP	20
2.6. Estrutura do pasto	23
2.7. Heterogeneidade em ambientes pastoris	26
2.8. Modelo conceitual	29
3. HIPÓTESES DE ESTUDO	33
 CAPÍTULO II	
Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho animal e vegetal em pastagem de aveia-pr eta e azevém anual manejada sob diferentes alturas	
Resumo	35
Abstract	36
Introdução	37
Material e Métodos	38
Resultados	45
Discussão	57
Conclusões	68
Referências	69
 CAPÍTULO III	
Variabilidade espacial do pasto e da resistência do solo à penetração em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto	
Resumo	78
Abstract	79
Introdução	80
Material e Métodos	81
Resultados e Discussão	89
Conclusões	107
Referências	107
 CAPÍTULO VI	
1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
3. APÊNDICES	134
4. VITA	196

RELAÇÃO DE TABELAS

	Páginas
CAPÍTULO II	
1. Temperatura média do ar (°C), máxima e mínima absoluta (°C) e precipitação total ocorrida (mm) registrada próximo a Fazenda do Espinilho, durante o período de avaliação experimental.....	39
2. Correlação entre variáveis relacionadas com a caracterização de um pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas, em sucessão à cultura da soja na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.....	47
3. Modelos de regressão para variáveis de desempenho animal de novilhos superprecoces, mantidos dos 10 aos 14 meses de idade em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.....	53
4. Modelos de regressão para variáveis da carcaça de novilhos superprecoces, mantidos em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.....	56
CAPÍTULO III	
1. Descrição das respostas médias avaliadas em uma pastagem de aveia-preta e azevém anual manejada sob diferentes alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.	90
2. Estatística descritiva das alturas de manejo de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual ao final do ciclo de pastejo. Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR. Novembro de 2008.	92
3. Distribuição das alturas por classes nos diferentes tratamentos avaliados ao final do ciclo de utilização de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual. Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR. Novembro de 2008.	93
4. Resistência mecânica do solo à penetração avaliada em quatro profundidades, nas diferentes alturas de manejo de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual. Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR. Novembro de 2008.	102

RELAÇÃO DE FIGURAS

Páginas

CAPÍTULO I

1. Modelo conceitual do sistema de integração lavoura-pecuária (Adaptado de Cassol (2003) & Carvalho et al. (2007). 32

CAPÍTULO II

1. Relação entre a altura pretendida do pasto (cm) e a altura real do pasto (cm) em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas, em sucessão à cultura da soja na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008. 46
2. Relação entre a altura do pasto (cm), massa de forragem (kg ha^{-1} de MS) e massa de lâminas foliares (kg ha^{-1} de MS) em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas, em sucessão à cultura da soja na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008. 48
3. Efeito de diferentes alturas de manejo sob o valor nutritivo de um pasto de aveia-preta e azevém anual, em sucessão à cultura da soja na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008. 49
4. Relação entre altura do pasto (cm), produção total de MS (kg ha^{-1} de MS) e taxa de acúmulo (kg ha^{-1} de MS dia) de um pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas, em sucessão à cultura da soja na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008. 50
5. Relação entre altura do pasto (cm) e quantidade de palhada residual (kg ha^{-1} de MS) em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008. 51
6. Relação entre altura do pasto (cm), ganho médio diário (kg animal^{-1} dia), ganho de peso vivo (kg ha^{-1}) e carga animal (kg ha^{-1} de PV) em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008. 52
7. Peso vivo ao abate (PV, kg), escore de condição corporal final (ECCF, pontos), peso de carcaça quente (PCQ, kg) e peso de carcaça fria (PCF, kg) da carcaça de novilhos superprecoces mantidos em pastagem de aveia-preta e azevém anual manejada sob diferentes alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008. 54
8. Cortes primários da carcaça de novilhos superprecoces mantidos em pastagem de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes

alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008. 55

CAPÍTULO III

1. Croqui da área experimental com divisão das parcelas (P1 a P12) e blocos separados por Test 1 e Test 2. 83
2. Vista aérea da área experimental com alocação de transectas por georreferenciamento. 87
3. Distribuição das alturas de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual, manejada sob diferentes intensidades de pastejo, ao final do ciclo de utilização. 95
4. Distribuição das classes de alturas observadas em uma pastagem de aveia-preta e azevém anual manejada sob diferentes intensidades de pastejo, ao final do ciclo de utilização. 98
5. Distribuição dos valores de resistências do solo à penetração (em kPa), em quatro profundidades do solo, ao final do ciclo de utilização de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual submetida a diferentes intensidades de pastejo. 104

APÊNDICES

	Páginas
1. Normas utilizadas no Capítulo II	134
2. Normas utilizadas no Capítulo III	138
3. Croqui da área experimental. Fazenda do Espinilho, 2008.	147
4. Relação entre altura pretendida (cm) e altura real observada (cm) nos diferentes tratamentos, em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008	148
5. Massa de forragem (kg ha ⁻¹ de MS) e massa de lâminas foliares (kg ha ⁻¹ de MS) em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.	149
6. Carga animal média (kg de PV ha ⁻¹ dia ⁻¹) em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008	150
7. Oferta de forragem (kg de MS ⁻¹ kg de PV ⁻¹ dia) e oferta de lâminas foliares (kg de MS ⁻¹ kg de PV ⁻¹ dia) em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.	151
8. Massa de forragem (kg ha ⁻¹ de MS) em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.....	152
9. Ganho médio diário de bovinos (kg animal ⁻¹ dia ⁻¹), em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008	153
10. Produção animal por área (kg de PV ha ⁻¹), em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008	154
11. Peso ao abate (kg) e escore de condição corporal final de novilhos superprecoces mantidos em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008	155
12. Peso de carcaça quente (PCQ), Rendimento de carcaça fria (RCF), Peso dianteiro (PD), Peso costilhar (PC) e Peso posterior (PP) da carcaça de novilhos superprecoces abatidos aos 14 meses, mantidos em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas. Frigorífico Mercosul, 2008	156
13. Pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas	

(10, 20, 30 e 40 cm) no momento da entrada dos animais em pastejo. Fazenda do Espinilho, 2008.	157
14. Novilhos cruzas com idade média inicial de 10 meses, utilizados para o pastejo. Fazenda do Espinilho, 2008.	158
15. Animais em pastejo 7 dias após a entrada na pastagem. Fazenda do Espinilho, 2008.	159
16. Gaiola de exclusão de pastejo utilizada para a determinação da taxa de acúmulo diária em um pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.	160
17. Alturas de manejo em pasto de aveia-preta e azevém anual sob lotação contínua. Fazenda do Espinilho, 2008.	161
18. Novilho de 14 meses mantido durante quatro meses sob pastejo contínuo, em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob 40 cm de altura. Fazenda do Espinilho, 2008.	162
19. Carcaças de novilhos de corte, abatidos aos 14 meses de idade após quatro meses de pastejo em pasto de aveia-preta e azevém anual submetido a diferentes alturas de manejo (10, 20, 30 e 40 cm). Frigorífico Mercosul, 2008.	163
20. Mapa plano-altimétrico da área experimental. Fazenda do Espinilho, 2008.	164
21. Saída do SAS referente à análise de regressão do Capítulo II	165
22. Saída do SAS referente à análise de correlação do Capítulo II.	174
23. Saída do SAS referente à análise de regressão e critério de informação de Akaike para ajuste de modelos do Capítulo II.	178
24. Análise Proc GLM: Capítulo III.	183
25. Análise das alturas pos classes. Capítulo III.	190

LISTA DE ABREVIATURAS

ALT	Altura do pasto
AIC	Critério de informação de Akaike
CA	Carga animal
CV	Coeficiente de variação
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
ECCI	Escore de condição corporal inicial
ECCF	Escore de condição corporal final
FB	Fibra bruta
FDN	Fibra em detergente neutro
GMD	Ganho médio diário
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GPV	Ganho de peso vivo por área
Ha	Hectare
ILP	Integração Lavoura-Pecuária
MF	Massa de forragem
MS	Matéria seca
ML	Massa de lâminas foliares estimada
N	Nitrogênio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
OF	Oferta de forragem
OFL	Oferta de lâminas foliares estimada
PB	Proteína bruta
PCF	Peso de carcaça fria
PCQ	Peso de carcaça quente
PC	Peso de costilhar
PD	Peso de dianteiro
PP	Peso de posterior
PMS	Produção total de matéria seca
PV	Peso vivo
RCF	Rendimento de carcaça fria
RD	Rendimento de dianteiro
RC	Rendimento de costilhar
RP	Rendimento de posterior
RP	Resistência mecânica do solo à penetração
SP	Sem pastejo
SILP	Sistema de Integração Lavoura-Pecuária
SPD	Sistema Plantio Direto
TAC	Taxa de acúmulo
UPF	Universidade de Passo Fundo
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Durante o último século, grandes transformações ocorreram no sistema de produção agrícola. Os avanços tecnológicos gerados, o aumento populacional e a necessidade de produção de alimentos e fibras causaram a especialização e a intensificação das atividades agrícolas e pecuárias (Franzluebbers, 2007a). No entanto, essa intensificação visando altas produtividades em curto prazo, trouxe conseqüências negativas ao âmbito econômico, biológico e ambiental dos sistemas de produção agrícola (Russelle & Franzluebbers, 2007). Dentre essas conseqüências negativas, pode-se citar o cultivo excessivo de monoculturas, a redução da matéria orgânica e degradação das características físicas do solo, a contaminação de recursos hídricos, os surtos de pragas e doenças agrícolas e o desenvolvimento de plantas resistentes a herbicidas (Tiessen, 1982; Pimentel et al., 1995; Brummer, 1998; Porter et al., 2001; Trainer et al., 2005).

Em contrapartida, um método eficaz de diversificação dos sistemas agrícolas é a integração entre as culturas de grãos e a produção de animais ruminantes (Sulc & Tracy, 2007; Russelle & Franzluebbers, 2007; Allen et al., 2007; Franzluebbers, 2007a). A integração lavoura-pecuária (ILP) pode ser definida pela alternância entre o cultivo de grãos e o pastejo de animais em pastagens de gramíneas e/ou leguminosas, sempre que as atividades sejam

conduzidas sob uma mesma área, ou tenham o mínimo de interface (Moraes et al., 1998).

Para Medeiros (1984) e Moraes et al. (2002), a inclusão de forrageiras em sistemas agrícolas assegura inúmeras vantagens, destacando-se a manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo, o controle da erosão e o uso mais eficiente dos recursos ambientais. Esses autores citam, ainda, o incremento no controle de plantas daninhas e a quebra de ciclos de pragas e doenças, além de aumento nos níveis de produção animal e vegetal, o que contribui para uma maior rentabilidade e estabilidade dos sistemas de produção.

Sistemas integrados de produção podem contribuir com o aumento dos teores de matéria orgânica, atividade microbiana e seqüestro de carbono no solo, além de redução dos custos de alimentação animal, minimizando riscos econômicos e diversificando a produção (Tracy & Zhang, 2008; Acosta-Martínez et al., 2004; Katsvairo et al., 2006). Portanto, esses sistemas podem tornar-se fonte adicional de renda para o produtor, a qual, somada à receita da cultura de verão, pode elevar a renda anual da propriedade, diminuir a dependência do produtor em relação à cultura de verão e auxiliar na manutenção da estabilidade do sistema de produção (Flores, 2008). Deste modo, a integração lavoura-pecuária traz grandes benefícios ao meio ambiente e ao desenvolvimento de um sistema de produção agrícola sustentável. Estes benefícios geram efeitos positivos na rentabilidade e na produtividade do sistema, bem como, na conservação de recursos não-renováveis (Franzluebbers, 2007a; Allen et al., 2007).

Entretanto, o sucesso de um sistema de integração lavoura-pecuária (SILP) depende de diversos fatores que interagem entre si. O sistema plantio direto (SPD), a utilização de forrageiras de alto potencial de produção de biomassa, a rotação de culturas, o manejo correto do pasto, pela utilização de densidade de semeadura e fertilização adequada, bem como, o ajuste da taxa de lotação animal utilizada, são alguns dos conceitos básicos, que devem ser preconizados quando da adoção do sistema (Moraes et al., 2002; Assmann & Assmann, 2002).

Dentro desse contexto, a intensidade de pastejo assume papel relevante, pois que, é definida pela relação existente entre a quantidade de forragem disponível e a demanda de forragem pelos animais. Ela é descrita como o principal fator biótico capaz de afetar a quantidade e a qualidade de forragem disponível em um ambiente pastoril, sendo a taxa de lotação seu maior determinante (Heitschmidt & Taylor, 1991; Barbosa et al., 2008). Neste sentido, a intensidade de pastejo exerce fundamental importância na sustentabilidade de um SILP, visto que é capaz de construir e manter estruturas de pasto que otimizem a colheita de forragem pelo animal, influenciando, conseqüentemente, a produção animal durante o ciclo de pastejo, as alterações nos atributos físicos do solo e a quantidade de resíduos remanescentes para a semeadura das culturas de grãos (Carvalho, et al., 2007; Baggio, 2007).

Segundo Carvalho et al. (2005), pastagens de inverno manejadas sob intensidades moderadas, permitem ao animal atingir maiores ganhos individuais, devido ao aumento da forragem disponível para cada animal.

Nessas condições, a estrutura do pasto apresentada ao animal, otimiza o processo de pastejo, oportunizando melhor seleção de dieta, e conseqüentemente, melhor qualidade de forragem consumida. Além disso, em tal situação, as alterações nos atributos físicos do solo são mínimas e não causam dano à cultura em sucessão ao pastejo, com a ocorrência de algumas exceções em períodos de estiagem (Silva et al., 2000; Albuquerque et al., 2001; Cassol, 2003; Flores, 2008).

Porém, quando se utilizam intensidades de pastejo elevadas, a taxa de consumo do animal é superior à taxa de crescimento do pasto, forçando os animais a utilizarem toda a forragem disponível, havendo aumento no número de estações alimentares visitadas, em função da limitação de forragem (Hodgson, 1981, Carvalho et al., 2007). Tal situação acarreta maior deslocamento total sob a área pastoril, contribuindo para um maior adensamento do solo, além de diminuir consideravelmente a seletividade do animal na busca por alimento, o que ocasiona a queda da digestibilidade à medida que o animal atinge as estruturas inferiores da pastagem, compostas principalmente por colmos e material senescente (Hodgson, 1981; Gordon & Benvenuti, 2006).

Portanto, em altas intensidades de pastejo, não somente cada animal individualmente caminha mais, mas o grupo de animais é maior. Assim, tendo o animal que caminhar mais, e mais rapidamente, a fim de visitar um maior número de estações alimentares e suprir suas necessidades, seu gasto energético será maior, acarretando em prejuízo ao seu desempenho (Carvalho et al., 2007). Em tais condições, a baixa massa de forragem no sistema reduz a

quantidade de tecido vegetal presente entre o casco do animal e a superfície do solo, podendo causar efeitos negativos ao estabelecimento da lavoura de grãos subsequente.

Como visto, a intensidade de pastejo utilizada em um SILP é determinante, tanto da produção pecuária, quanto agrícola. Assim, uma das questões centrais desse sistema, é o nível crítico de biomassa que deve permanecer sobre o solo durante o ciclo de utilização da pastagem, de maneira a permitir um bom estabelecimento da cultura de grãos implantada via semeadura direta, após a saída dos animais. Portanto, o desafio em sistemas integrados é encontrar um nível intermediário de biomassa que beneficie tanto a cultura de grãos implantada sob SPD, quanto à produção animal no ciclo da pastagem, de modo a garantir alta produtividade e sustentabilidade do sistema (Moraes et al., 2002). Assim, torna-se essencial, a manutenção do equilíbrio em condições ótimas, para que o sistema responda de forma eficiente e torne-se sustentável em longo prazo.

A busca por sistemas de produção mais sustentáveis e estáveis economicamente, levou a implantação de um experimento no ano de 2001, pelos Departamentos de Solos e Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS. O mesmo vem sendo conduzido desde então, pela sucessão entre o cultivo de soja (*Glycine max* L.), e de uma mistura forrageira de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.), destinada à produção de novilhos, para engorda e abate. Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes intensidades de pastejo sobre o desempenho animal e o seu impacto sobre os atributos físicos do solo e a

disposição espacial de resíduos remanescentes para a semeadura da cultura da soja. Deste modo, diferentes alturas de manejo do pasto (10, 20, 30, 40 cm) foram conduzidas, para avaliação do desempenho animal e das características quantitativas da carcaça de novilhos superprecoces, mantidos sob pastejo contínuo dos 10 aos 14 meses de idade. O presente estudo buscou consolidar os dados de pesquisa gerados nos últimos anos nesse protocolo experimental, bem como, detectar possível heterogeneidade e variabilidade espacial do pasto, criada pelos animais durante o processo de pastejo, a qual pode apresentar conseqüências no impacto causado pelos animais nos atributos físicos do solo e conseqüentemente na lavoura de grãos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O Sistema de integração lavoura-pecuária

A agricultura se tornou uma atividade extremamente especializada nos últimos anos. Tal fato é consequência de uma série de pressões políticas e econômicas e à crescente demanda de mercado por alimentos e fibras (Russele & Franzluebbers, 2007). Grandes transformações ocorreram no último século, principalmente a partir da II Guerra Mundial. A agricultura, que se apresentava diversificada e caracterizada por intensivo trabalho manual, onde as atividades agrícolas e pecuárias eram conduzidas em relação interdependente, passou a ser extremamente intensificada, pelo uso crescente de maquinários, genótipos melhorados e insumos agrícolas (Sulc & Tracy, 2007; Franzluebbers, 2007a). As propriedades rurais, caracterizadas por possuírem tamanho reduzido e escala diversificada de produção, destinada ao mercado local, passaram a produzir alimentos em intensiva e alta escala produtiva. Desde então, o tamanho das propriedades vem aumentando, os números de propriedades decaindo, os mercados agrícolas adquiriram caráter internacional e o enfoque produtivo, na maioria das vezes, destina-se a uma ou duas culturas agrícolas apenas (Sulc & Tracy, 2007; McRae et al., 1989).

Baseado nisto, crescente preocupação está emergindo, referente ao prejuízo que tal especialização dos sistemas produtivos pode causar na

estabilidade e resiliência das paisagens agrícolas, visto que a intensificação das operações e a ampliação da escala de produção parecem alterar principalmente, a ciclagem de energia e de nutrientes do ecossistema natural (Gates, 2003). Assim, apesar desses sistemas proporcionarem relativo sucesso no âmbito econômico em curto prazo, por outro lado, trazem algumas conseqüências negativas ao âmbito ambiental (Sulc & Tracy, 2007), incluindo redução da matéria orgânica do solo (Tiessan et al., 1982), desenvolvimento de plantas resistentes a herbicidas (Derksen et al., 2002; Trainer et al., 2005) e a ampliação do ataque de pragas e doenças, como o percevejo castanho, os nematóides e o cancro da haste na soja, por exemplo (Porter et al., 2001; Macedo, 2009).

A diversificação dos sistemas de produção agrícola pode ser adquirida pela integração entre o cultivo das culturas de grãos e a produção de animais ruminantes (Sulc & Tracy, 2007; Russelle & Franzluebbbers, 2007; Allen et al., 2007; Franzluebbbers, 2007a). Sistemas que integram lavoura e pecuária podem aprimorar a eficiência do ecossistema agrícola na ciclagem de nutrientes e na utilização de recursos naturais renováveis, além de melhorar a qualidade do solo, favorecendo a sua macrofauna pelo incremento dos gêneros *Oligochaeta* (minhocas) e *Coleoptera* (besouros coprófagos). Este sistema também pode proporcionar estabilidade e retorno econômico aceitável ao produtor rural, já que permite aumento da eficiência do uso da terra, proporcionando maiores produções, em menor tempo e área (Franzluebbbers & Stuedemann, 2007; Macedo, 2009).

O conceito de integrar a lavoura com a pecuária pode parecer

recente, porém, na verdade é um conceito re-emergente, já que este não consiste em nova tecnologia. Combinações entre plantas de lavoura e a produção animal datam de 8 a 10 milênios atrás (Smith, 1995; Halstead, 1996).

Os SILP ocupam importante posição no cenário internacional. Eles apresentam ampla gama de possibilidades de uso e são explorados, em diferentes níveis, por milhões de produtores rurais em diferentes países do globo, muitos dos quais buscam, por intermédio desse sistema, atingir patamares de desenvolvimento agrícola frente ao constante aumento populacional e aos riscos inerentes ligados à produção de apenas uma atividade rural (Tutwiler & Thomson, 1998). Segundo Keulen & Schiere (2004), sistemas de produção integrados contribuem com cerca de metade da área destinada à produção pecuária no mundo, ou seja, 2,5 bilhões de hectares, os quais são responsáveis pela produção de mais de 50% da carne e 90% do leite consumidos mundialmente.

No Brasil, a ILP vem sendo bastante utilizada, principalmente na abertura de fronteiras agrícolas. Neste sentido, destaca-se o caso do sistema Barreirão, o qual preconiza o consórcio de plantas forrageiras, principalmente as braquiárias, com culturas anuais no Cerrado brasileiro (Oliveira & Yokoyama, 2003). No Estado do Rio Grande do Sul (RS), a ILP foi intensificada a partir da década de 70, nas regiões do Planalto Médio e Missões, com a introdução de novas espécies forrageiras de inverno (Medeiros, 1977; Mello, 1996). A intensificação de uso desse sistema coincide com a época de início do SPD nas principais regiões produtoras de milho e soja no Estado (Flores, 2004). Embora ainda haja paradigmas a respeito da entrada de animais em

áreas de SPD (Moraes et al., 2002), observa-se forte crescimento na adoção da tecnologia de integração, particularmente no centro-sul do país, com particularidades distintas de cada região. No Cerrado, o enfoque da integração está na rotação de culturas e na recuperação dos solos e de pastagens degradadas. Já no sul do Brasil, o enfoque tem sido na rotação e diversificação, principalmente como alternativa de renda e utilização da terra nos períodos de entressafra das lavouras de verão (Carvalho et al., 2005).

O RS apresenta grande potencial para adoção de SILP, pois durante o inverno, apenas cerca de 20% dos 6,0 milhões de hectares, conduzidos sob SPD no verão são ocupados por culturas de inverno destinadas a produção de grãos. O restante da área (~ 4,0 milhões de hectares) é mantido em pousio ou cultivado com culturas de cobertura (Amado et al., 2006; CONAB, 2010). A manutenção permanente de cobertura vegetal sobre o solo é premissa para o bom funcionamento do SPD. Entre as forrageiras de inverno cultivadas no Sul do Brasil para este fim, destacam-se a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), pela rusticidade, baixa exigência em fertilidade do solo, alta produção de matéria seca e qualidade de forragem (Floss, 1988; Floss, 2001) e o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), pela facilidade de ressemeadura natural, resistência a doenças e elevado potencial de produção de sementes (Santos et al., 2002; Cassol et al., 2007).

No RS, na maior parte dos anos, utiliza-se mistura dessas duas forrageiras para a formação de cobertura vegetal durante o período do inverno. Essas espécies apresentam potencial para serem pastejadas durante boa parte do seu ciclo, podendo ocorrer, nessas áreas, integração da produção de grãos,

no verão, com a produção animal, no inverno, gerando uma fonte extra de renda para os produtores durante o período de entressafra das culturas de verão (Flores, 2008; Moraes et al., 2002). A integração dessas áreas com a pecuária, além de tornar mais eficiente e produtivo o uso da terra, pode contribuir para a maximização da renda aos produtores, além de produzir forte impacto positivo sobre a produção pecuária da região Sul do Brasil (Fontaneli et al., 1998).

Portanto, a utilização de sistemas de integração lavoura-pecuária sob SPD, é perfeitamente viável no RS, pois aumenta a rentabilidade econômica da propriedade agrícola como um todo (Fontaneli et al., 2000; Ambrosi et al., 2001). Assim, o aproveitamento das culturas de cobertura do solo como alimento para bovinos de corte e/ou de leite viabiliza a integração lavoura-pecuária, promovendo profundas alterações técnicas, econômicas e sociais na exploração agropecuária do sul do Brasil. Desse modo, a produção exclusiva de grãos cede espaço à integração com a atividade pecuária que, de forma complementar, passa a viabilizar o SPD, atuando como mecanismo de transformação, de reorganização e de sustentação à atividade agropecuária (Kochhann & Denardin, 1998).

2.2. Impacto do animal nos atributos físicos do solo em um SILP

O SILP é evidentemente mais complexo que os tradicionais sistemas de produção agrícola especializados, onde há clara separação das atividades agrícolas e pecuárias. Já é sabido que, quando bem manejados, os SILP surgem como alternativa sustentável e lucrativa. Contudo, ainda é pertinente a

grande preocupação por parte dos produtores rurais, quanto aos prejuízos que o pastejo sob áreas agrícolas pode vir a causar no estabelecimento e rendimento das culturas de grãos.

Vários são os exemplos (Bassani, 1996; Silva et al., 2000; Albuquerque et al., 2001; Assmann et al., 2003; Spera et al., 2004, Flores et al., 2007; Flores, 2008) em regiões subtropicais, em que a presença de animais durante o inverno, em áreas de lavouras de verão, não causam prejuízos ao rendimento das culturas subsequentes. Esses resultados suportam a afirmação de Cassol (2003), de que não há razão para que extensas áreas no Planalto Médio do RS permaneçam ocupadas apenas por espécies vegetais, destinadas única e exclusivamente à produção de resíduo para a manutenção do SPD.

No entanto, quando manejada de forma inadequada, essa prática pode dar início a um ciclo de degradação do solo, com riscos do ponto de vista econômico e ambiental, já que o pisoteio animal pode afetar as características físicas do solo, causando a sua compactação e, conseqüentemente, o decréscimo no rendimento das culturas cultivadas em seqüência ao pastejo (Clark et al., 2004; Baggio, 2007).

A compactação do solo se caracteriza por ser um processo de densificação, o qual pode acarretar em aumento da resistência à penetração das raízes no solo, sendo essas alterações desencadeadas pela aplicação de cargas na superfície do solo (Taylor & Brar, 1991; Soane & Ouwerkerk, 1994). A compactação do solo não só afeta a densidade do solo, mas também reduz a sua porosidade, limitando desta forma a aeração e o transporte de água, os quais alterarão a ciclagem de nutrientes e a exploração potencial de raízes

(Franzluebbers, 2007b; Qin et al., 2004).

Assim, em situações de elevada umidade do solo e alta carga animal, o pisoteio animal pode provocar alterações suficientes na superfície do solo, capazes de causar a redução no crescimento de plantas e contribuir tanto para a erosão do solo, como para a perda de nutrientes, via escoamento superficial, durante a ocorrência de chuvas intensas (Franzluebbers, 2007b). Por conseguinte, Mello (2002) relata que o pisoteio animal em solos úmidos causa adensamento e selamento superficial. Estes fatores diminuem a capacidade de crescimento das plantas, que produzirão menor quantidade de biomassa, aumentando a suscetibilidade do solo ao impacto do pisoteio animal, da gota da chuva e do escoamento superficial, fatores que por sua vez, contribuem para o processo erosivo.

A severidade na compactação dos solos dependerá, conforme descrito por McComarck (1987) e Lal (1996), do teor de umidade do solo no momento em que é realizado o pastejo, bem como, do teor de argila do solo, podendo ocorrer maiores danos quanto maiores forem esses teores. A textura, o teor de matéria orgânica, a quantidade de biomassa sob o solo, a intensidade e o tempo de pastejo, também influenciam a magnitude das alterações físicas do solo (Larson et al., 1980; Smith et al., 1997; Silva et al., 2003; Correa & Reichardt, 1995; Salton et al., 2002).

Já as pressões exercidas pelos animais no solo, podem variar de acordo com a espécie, categoria e idade do animal, havendo influência também da declividade do terreno. As pressões médias do casco de bovinos observadas sob o solo, variam de 130 a 350 kPa (Nie et al., 1997). A espécie e

a categoria animal determinarão a carga, em termos de kg de peso vivo por unidade de área, e a pressão que será exercida sobre o solo durante o pastejo. Assim, como o manejo da taxa de lotação animal determinará com que os efeitos sobre os atributos físicos do solo se manifestem, com maior ou menor intensidade (Silva et al., 2000).

Para minimizar os efeitos do casco dos animais sobre o solo, é fundamental que haja uma quantidade adequada de cobertura vegetal sobre o mesmo, o que diminui o contato direto do casco com o solo, funcionando como amortecedor da pressão exercida pelos animais. A manutenção da cobertura vegetal em SPD é essencial para o desempenho do sistema, visto que, a existência de resíduos minimiza a erosão do solo, eleva a retenção de água e melhora a qualidade do solo (Seta et al., 1993; Tanaka & Anderson, 1997; Wienhold et al., 2006).

Pensando-se apenas no controle da erosão, a existência de 4 Mg.ha⁻¹.ano de resíduos, correspondendo a 65% de cobertura do solo, já contribuiria com a redução da erosão em 90 a 95%, em solo com 7,5% de declive (Lopes et al., 1987). Porém para que o SPD possa manifestar todo o seu potencial, Denardin & Kochhann (1993) e Ruedell (1998) sugerem uma adição anual de 6 Mg.ha⁻¹.ano de palha na superfície, embora Bayer (1996), relate que se o interesse é manter ou aumentar o teor de carbono do solo no SPD, seria necessária uma taxa de aporte de resíduos entre 10 e 12 Mg de MS ha⁻¹.ano. Este último autor comenta que quantidades tão elevadas de palha somente são possíveis em sistemas de produção que incluam a utilização de culturas de cobertura associadas à rotação de culturas e que a cultura da soja,

devido à pequena quantidade de palha produzida ($2,5 \text{ Mg ha}^{-1} \cdot \text{ano}$), necessita ser precedida por cultura com elevado potencial de produção de palha.

Portanto, dependendo do manejo aplicado sobre as pastagens de inverno e da cultura de verão utilizada, pode-se alcançar suficiente aporte de palhada para o SPD, mesmo em SILP. Flores et al., (2007) e Flores (2008) estudando as alterações físicas do solo causadas pela utilização de diferentes intensidades de pastejo, neste mesmo protocolo experimental, demonstraram não haver diferenças nos atributos físicos do solo relacionados com a compactação. Os autores observaram ainda que, mesmo com níveis de palhada residual próximos a $2 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de MS, não foi registrado comprometimento da produção de grãos de soja no cultivo subsequente.

Desse modo, cabe ao homem definir que tipo de sistema de produção deseja criar, de modo que possa optar pelo melhor conjunto de ferramentas de manejo disponíveis, obtendo assim, produtividade animal e vegetal aliadas à estabilidade econômica, à manutenção e melhoria da estrutura do solo e à sustentabilidade ambiental em longo prazo.

2.3. Resistência mecânica do solo à penetração

A compactação é descrita como um dos fatores de grande importância a ser considerado no manejo dos solos agrícolas, pois possui capacidade de afetar o crescimento e o rendimento de culturas de grãos (Soane & Ouwerkerk, 1994).

A compactação do solo pelo pisoteio animal pode ser verificada indiretamente pela avaliação da resistência mecânica do solo à penetração

(RP). Este é um método que tem por objetivo simular o efeito da penetração de raízes, pela utilização da introdução de hastes metálicas ao solo, providas ou não de cone em sua extremidade, as quais são comumente chamadas de penetrômetros (Tracy & Zang, 2008; Clark et al., 2004; Conte, 2007). Segundo Conte (2007), a resistência mecânica do solo à penetração depende diretamente de duas características do solo, o teor de água e a densidade do solo, porém o tipo e a estrutura do solo também parecem influenciar esta medida (Horn et al., 1987; Perumpral, 1987).

Os valores de resistência à penetração do solo, obtidos pelo uso de penetrômetros, podem atingir magnitude superior quando comparados aos valores percebidos pela exploração de raízes. Isso ocorre em decorrência da diferente maneira com a qual as hastes penetram o perfil do solo (Gregory, 1994; Lampurlanes & Cantero-Martínez, 2003). As avaliações de resistência a penetração realizadas pelo uso de penetrômetros, devem ser consideradas apenas como índices da resistência à penetração de raízes, já que elas exploram uma gama muito maior de solo, incluindo os poros inter-agregados de menor resistência; enquanto os penetrômetros podem até mesmo atingir estruturas sólidas durante a coleta de dados, prejudicando a sua confiabilidade (Franzluebbers, 2007b). Porém, o uso de penetrômetros é uma maneira rápida e fácil de medir a força do solo, podendo avaliar a resistência a penetração em varias profundidades, além de fornecer dados interessantes relacionados à compactação do solo (Camargo & Alleoni, 1997; Domsch et al., 2006).

2.4. Produção animal no contexto de SILP

As propriedades agrícolas, em geral, necessitam de alternativas de rotação que possam intensificar o uso da terra, aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção e melhorar a renda. A introdução de animais em pastejo nessas propriedades, objetivando-se a produção de carne e/ou leite surge como opção de diversificação, possibilitando renda adicional pela utilização de plantas de cobertura e/ou pastagens anuais em rotação com cultivos anuais de grãos na alimentação animal (Medeiros, 1978; Carvalho et al., 2004).

Entre as principais vantagens do SILP, está à possibilidade de produção de forragens de qualidade, em ambientes de alta fertilidade de solo, para a alimentação de animais (Carvalho et al, 2006). As forrageiras utilizadas nesses sistemas variam de acordo com a região considerada, utilizando-se na região Sul do país, principalmente o azevém e a aveia-preta, espécies que proporcionam diferentes períodos de utilização em função da velocidade de estabelecimento e ciclo de vida (Assmann et al., 2001; Moraes et al., 2002).

O azevém embora sendo mais lento na sua formação, permite uma utilização mais prolongada em relação às aveias. Este fato decorre do ciclo mais tardio e da sua persistência, o que proporciona que o período de pastejo se estenda até meados de novembro, possibilitando, após a saída dos animais, a formação de sementes para a re-implantação no ano seguinte, via ressemeadura natural, com redução de gastos para aquisição de sementes (Aguinaga, 2005). A aveia-preta, apesar de possibilitar menor período de utilização pelos animais, é a espécie preferida pelos produtores, em razão do

ciclo de produção mais curto, o qual não interfere na época de cultivo das lavouras de verão (Assmann et al., 2004).

Esses conhecimentos são importantes, pois permitem a adequação do ciclo da gramínea de inverno com o ciclo da cultura de verão. Assim, além de se optar por espécies que se adequem ao SILP, deve-se também considerar a produção animal nessas áreas, o que aumenta a complexidade do sistema (Cassol, 2003). A produção de leite em sistemas integrados, usando o pastejo direto nas áreas de lavouras anuais, aproveitando a qualidade e o potencial das gramíneas de inverno, aliado à suplementação com silagem e/ou feno e ração, tem sido apontada como um sistema econômico e sustentável (Mello, 1998; Rodrigues, 2000; Souto, 2006). Já pecuária de corte integrada com sistemas agrícolas que envolvem culturas anuais para a produção de grãos, vem apresentando crescimento expressivo nos últimos anos, principalmente através da terminação de animais em pastagens cultivadas de inverno (Mello, 1998). Segundo Maraschin (1984), o manejo das pastagens deve maximizar a produção animal, principalmente quando o objetivo final é o produto animal comercializável. Neste caso, o ganho médio diário (GMD) dos animais tem grande importância, principalmente quando é utilizado para terminação daqueles destinados ao abate, a fim de que não exista a necessidade de áreas para a terminação dos animais durante o período de verão (Lopes, 2008).

Deste modo, a formação de pastagens hibernais favorece a terminação de bovinos e surge como alternativa para a melhoria dos índices zootécnicos da pecuária, como aumento da natalidade e do desfrute e redução

da mortalidade, da idade de abate e da idade ao primeiro acasalamento (Beretta et al., 2002a).

Avaliando o GMD de novilhas de corte em pastagem consorciada de aveia-preta e azevém anual sob pastejo contínuo, Roso & Restle (2000) obtiveram GMD na ordem de $0,68 \text{ kg}^{-1} \text{ animal}^{-1} \text{ dia}$. Resultado semelhante foi encontrado por Rocha et al. (2003), trabalhando com a mesma categoria animal, os quais obtiveram GMD de $0,71 \text{ kg}^{-1} \text{ animal}^{-1} \text{ dia}$, em mistura de aveia-preta e azevém anual, com fornecimento de suplementação alimentar às novilhas em pastejo. Valores superiores a esses foram encontrados por Pilau et al. (2006) e Macari et al. (2006), trabalhando com novilhas de corte em pastejo sob esta mistura forrageira, onde verificou-se GMD na ordem de $0,82 \text{ kg}^{-1} \text{ animal}^{-1} \text{ dia}$. Assmann et al. (2004), introduzindo trevo-branco (*Trifolium repens* L.) e adubação nitrogenada a esta mistura forrageira, obtiveram GMD de $0,99 \text{ kg}^{-1} \text{ animal}^{-1} \text{ dia}$ para a mesma categoria animal. Esses dados encontram-se, em sua maioria, dentro do intervalo entre 0,4 a $0,8 \text{ kg dia}^{-1}$, considerado por Beretta & Lobato (1998) como necessário para que seja atingida, o mais cedo possível, a maturidade sexual de fêmeas de corte.

Aguinaga et al. (2006) e Bravo et al. (2007), reportaram valores de GMD para novilhos de corte entre $0,73$ e $1,15 \text{ kg}^{-1} \text{ animal}^{-1} \text{ dia}$ em mistura de aveia-preta e azevém anual conduzida sob diferentes alturas de manejo, em estudo realizado no mesmo protocolo experimental que o presente trabalho. Em pastagens hibernais conduzidas no Sul do Paraná, os resultados apresentaram-se ainda mais satisfatórios, na ordem de $0,8$ a $1,3 \text{ kg}^{-1} \text{ animal}^{-1} \text{ dia}$ (Lustosa, 1998; Assamann, 2002; Bona Filho, 2002; Assmann et al., 2007).

Sabe-se que o RS apresenta potencial de produção animal em pastagens nativas e/ou cultivadas significativamente superior ao que atualmente se obtém, chegando a produção de mais de 220 kg/ha de peso vivo em pastagens nativas sem utilização de insumos, e acima de 500 kg/ha em pastagens cultivadas, com taxas de lotação ajustadas em função do acúmulo dessas pastagens (Carvalho et al., 2006). Diante disso e da conformidade com o período de ocupação das pastagens de inverno, podem ser esperados ganhos de peso vivo por hectare que variam de 300 kg a 800 kg (Quadros & Maraschin, 1987; Moraes, 1991; Restle et al., 1993; Coelho Filho e Quadros, 1995; Lustosa, 1998; Assamann, 2002; Bona Filho, 2002). Com esses ganhos, quando se objetiva o abate dos animais, esperando-se um rendimento de carcaça de 50%, pode-se obter produção de carcaça em kg ha⁻¹ entre 150 a 400 kg, somente no período de inverno (Bona Filho & Martinichen, 2002). Portanto, a terminação de novilhos em pastagens cultivadas nesse período apresenta-se como alternativa para a redução da idade de abate, aumento do desfrute e da rentabilidade em propriedades que adotam sistemas de produção onde o animal é inserido (Mello, 1998).

2.5. Produção de carcaças de novilhos superprecoces em SILP

A redução da idade de abate é um dos principais fatores responsáveis pelo aumento dos índices de produtividade no RS. O abate dos animais antes dos 24 meses permite aumentar a taxa de desfrute do rebanho pelo incremento no número de matrizes ao se eliminar uma categoria de recria (Pötter et al., 1998; Pötter et al., 2000; Beretta et al., 2002b). Os animais

terminados entre os 12-14 meses são mais eficientes do que os animais terminados com 24 meses (Beretta et al., 2002a), o que reduz o custo por unidade de produto (Restle et al., 1999b). Neste contexto, o termo novilho superprecoce, tem sido usado para definir o animal abatido até 14 a 15 meses de idade (Moletta, 2002).

Resultados de pesquisa têm demonstrado que o rendimento de carcaça e o rendimento proporcional de cortes comerciais diminuem com o aumento na idade do animal (Costa et al., 2002). Para Restle et al. (1999a), dois pontos são particularmente importantes quando se busca a produção do novilho superprecoce: o peso de abate e o grau de acabamento de carcaça. Nestas, a gordura de cobertura deve estar entre a faixa de 3 a 6 mm. A espessura da gordura de cobertura apresenta grande importância, pois o aumento de deposição de gordura na carcaça influencia a maciez da carne (Vaz & Restle, 2000). Em situações de deposição de gordura de cobertura abaixo dos 3 mm, ocorre o escurecimento da parte externa dos músculos que recobrem a carcaça, depreciando seu valor comercial e aumentando a quebra ao resfriamento, em função da maior perda de água. Além disto, o encurtamento das fibras musculares causado pelo frio pode ocorrer, prejudicando a maciez da carne (Lawrie, 1981). Por outro lado, a espessura de gordura subcutânea superior aos 6 mm, representa “toilette” (recorte com eliminação do excesso de gordura de cobertura) antes da pesagem da carcaça, o que acarreta maior custo operacional para o frigorífico e perda de peso de carcaça para o produtor, quando o animal é comercializado na base do rendimento (Costa et al., 2002).

Embora a maioria dos frigoríficos ainda não recompense carcaças mais jovens, esses sistemas de produção podem ser vantajosos, dependendo da relação custo-benefício obtida (Molleta, 2002). Conquanto o peso de carcaças normalmente buscadas pelos frigoríficos esteja acima dos 230 kg, carcaças com menor peso estão sendo gradativamente aceitas por açougues e supermercados, que estão associando pesos mais leves de carcaças a animais mais jovens e, portanto, com melhor qualidade de carne, o que possibilita o surgimento de um novo nicho de mercado (Lopes, 2008).

Aguinaga et al. (2006), avaliando o rendimento de carcaça de novilhos superprecoces mantidos dos 10 aos 14 meses em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas, em trabalho realizado no mesmo protocolo experimental que o presente estudo, reportaram rendimento médio de carcaça fria de 51%. Este valor corrobora com o obtido por Lopes et al. (2009), também neste mesmo protocolo, os quais obtiveram rendimento médio de carcaça fria de 54,6% e espessura de gordura subcutânea (EGS) média de 3,8 mm considerado normal para esta categoria. Segundo esses últimos autores, o peso de abate, de carcaça fria e dos cortes primários posterior e dianteiro atingem valores máximos com altura do pasto próxima a 30 cm.

Assim, a produção de novilhos superprecoces oferece vantagens, podendo se citar a melhoria da qualidade da carne, aumento do desfrute do rebanho, aumento da produtividade da propriedade, melhoria da eficiência do empreendimento, maior giro de capital, liberação das pastagens mais cedo para demais categorias animais, dentre outras (Molleta, 2002). Deste modo, a

escolha da produção de animais jovens, como o novilho superprecoce em SILP, pode ser acertada, visto que é possível se obter em um único ano agrícola, produto que atenda as exigências e as demandas de mercado. Além disto, este sistema de produção se ajusta muito bem às rotações agrícolas de ciclo curto, facilitando as operações no SILP (Lopes, 2008).

2.6. Estrutura do pasto

A estrutura do pasto é normalmente definida pela distribuição e arranjo dos componentes da parte aérea das plantas, dentro de uma comunidade vegetal. Dentre as características utilizadas para descrevê-la, pode-se citar a altura, a densidade populacional de perfilhos, a densidade volumétrica da forragem, a distribuição da fitomassa por estrato e a relação folha: colmo, dentre outras (Laca & Lemaire, 2000).

Pode-se dizer que a estrutura é a forma como a forragem está disponível para o animal. Esta é responsável pelo grau de pastejo seletivo exercido, assim como pela eficiência com que a forragem é colhida pelo animal, determinando deste modo, o comportamento ingestivo dos animais em pastejo e a quantidade total de nutrientes ingeridos (Stobbs, 1973; Ginnet et al., 1999). Dessa forma, caracterizar a estrutura do pasto é fundamental para avançar no conhecimento dos processos que regem a interface planta-animal (Hodgson & Da Silva, 2002).

Para Gordon & Benvenuti (2006), a estrutura do pasto apresenta-se ao animal em três dimensões (3D). Na dimensão vertical, encontram-se a altura do pasto e a distribuição dos componentes; tais como, lâmina, colmo e

material senescente. Esta dimensão pode apresentar ainda, a distribuição de espécies nos diferentes estratos do pasto, havendo variações na densidade e composição desses. Já a dimensão horizontal, compreende as variações na densidade de perfilhos, na composição de plantas e espécies e na massa do pasto. Os autores concluem que ambas as dimensões estão interligadas, então, o pasto varia em sua densidade e massa. Assim, os animais colhem forragem verde num ambiente 3D, cuja estrutura tridimensional é apreendida dentro de outro volume, o do bocado do animal. Esta complexa relação em 3D é o princípio de todo e qualquer entendimento do processo ingestivo em nível de pastagem (Carvalho et al., 2009).

Laca & Lemaire (2000) enfatizam a importância de se considerar tanto a dimensão vertical de um pasto, como a horizontal, porque ambas são essencialmente determinantes do crescimento e competição das plantas, assim como, dos processos de herbivoria. Quando analisada a dimensão vertical de uma pastagem em estágio vegetativo, verifica-se que esta pode variar em altura, densidade e comprimento relativo de lâminas e colmos. Porém, quando avaliado o estágio reprodutivo, a acessibilidade às lâminas foliares parece decair, pelo acréscimo dos componentes colmo e material senescente (Gordon & Benvenuti 2006).

A disponibilidade e a acessibilidade de lâminas foliares são fatores que afetam a quantidade e a qualidade de alimento consumido pelos animais (Prache & Peyraud, 1997; Coleman & Sollenberger, 2007). Isso ocorre, pois os animais selecionam prioritariamente lâminas foliares e material verde, rejeitando colmos e material senescente para a composição da dieta (Fischer

et al., 1991). Assim, a massa de lâminas foliares por unidade de área tem sido apontada como a melhor variável capaz de prever a massa de bocado e a taxa de consumo instantânea de uma pastagem ao longo de diferentes estádios fenológicos (Prache et al., 1998).

Assim, à medida que os estádios fenológicos evoluem, as plantas apresentam diferentes proporções de folhas, colmos, material senescente e inflorescências no perfil da pastagem (Burns et al., 1994; Carvalho et al., 2001). Desta forma, em seu processo de alimentação, os herbívoros têm o desafio de se alimentarem de um recurso que é complexo e dinâmico no tempo e no espaço, pois uma mesma planta tem sua estrutura e composição modificada ao longo do tempo, fruto de sua fenologia e resposta ao meio ambiente (Carvalho et al., 2001).

Hodgson (1990) e Hodgson & Illius (1998) sugerem que a estrutura do pasto atua como principal ferramenta pela qual os produtores podem influenciar a produção animal. Dentre os diversos parâmetros estruturais do pasto, a altura está dentre aqueles que mais influenciam o animal a decidir sobre um bocado, sendo uma característica importante na seleção de dietas. Neste contexto, Rook (2000) considera a altura da pastagem a principal limitação à massa do bocado, principalmente no tocante à profundidade do mesmo. Sendo a profundidade do bocado considerada uma constante, atingindo cerca de 50% da altura do pasto tanto para bovinos, como para ovinos (Laca et al., 1992; Ginnett et al., 1999), a manutenção de massa de forragem com alta participação de lâminas foliares é desejável, devido à melhor qualidade apresentada por este componente da forragem, o qual pode

representar mais de 80% da dieta em pastejo (Forbes & Hodgson, 1985). Assim, a altura para os animais significa quantidade de biomassa disponível e a preferência por altura significa a oportunidade de alta ingestão, à medida que potencializa a profundidade do bocado, que por sua vez é a principal determinante da massa de bocado (Carvalho et al., 2001).

Em estudos com plantas forrageiras de clima temperado, as relações existentes entre altura do pasto, consumo de forragem e desempenho animal são bem evidentes, demonstrando que aumentos em altura, desde que não haja decréscimo do valor nutritivo da forragem, proporcionam incrementos no consumo individual, bem como no desempenho de diferentes categorias animais (Hodgson, 1990).

2.7. Heterogeneidade em ambientes pastoris

O consumo, a composição de dieta e o impacto do processo de pastejo em uma vegetação são resultantes de complexas interações existentes entre o animal e a paisagem disponível (Baumont et al., 2000). Desse modo, o deslocamento exercido pelos herbívoros em um ambiente pastoril pode ser influenciado por diversos fatores. Dentre esses, destacam-se a necessidade de balanço hídrico e calórico, a temperatura ambiente, a hora do dia e as atividades sociais (Coleman et al., 1989).

Durante o processo de forrageamento, os animais deparam-se constantemente com uma série de decisões em curto prazo. Estas decisões referem-se sobre quais espécies e componentes morfológicos devem ser selecionados, bem como, em quais locais do ambiente pastoril esta seleção

deve ser feita. Tais decisões são fundamentais, pois definem a qualidade e a quantidade da forragem ingerida pelo animal (Griffths et al., 2003; Coleman & Sollenberger, 2007). Deste modo, os animais em pastejo desenvolvem suas estratégias de forrageamento, explorando a heterogeneidade ambiental através do pastejo seletivo (Baumont et al., 2000).

Existem inúmeras fontes possíveis de heterogeneidade em uma vegetação (Parsons & Dumont, 2003). Mais especificamente, a heterogeneidade pode surgir simplesmente devido a distribuição dos recursos do solo, como por exemplo, a topografia de um ambiente pastoril (Parsons et al., 2000). Para Bailey (2005), em pastagens de dimensões típicas para bovinos de corte sob lotação contínua, fatores abióticos como a topografia, a disponibilidade de água e de abrigos, se somam a fatores bióticos em influenciar o processo de pastejo. Dentre os fatores bióticos de destaque estão a qualidade e a quantidade de forragem disponível, as quais influenciam a distribuição espacial dos animais e seu desempenho. Assim, os animais são atraídos por áreas com elevada concentração de nutrientes, e as memorizam para utilizá-las com maior frequência (Launchbaugh & Howery, 2005). Para Carvalho et al. (2008), as áreas de menor atratividade são menos exploradas, estabelecendo-se uma condição de mosaico heterogêneo no pasto. O superpastejo das áreas preferidas ocorre, quando a lotação é excessiva, assumindo estas áreas fisionomia rasteira, em relação às áreas preteridas.

A heterogeneidade pode ser observada até mesmo em pastagens cultivadas, havendo diferenças em escalas espaciais. Estas diferenças surgem primeiramente, devido às variabilidades existentes entre o tamanho e

morfologia de plantas, assim como, à variação na densidade de plantas em diferentes locais da pastagem (Dodd et al., 1995). Apesar de a escolha ser limitada nesses casos, onde geralmente há apenas uma comunidade de plantas, ocorre a existência de *patches* preferenciais em detrimento de outros, havendo influência da alocação de água e suplementos minerais no ambiente a ser pastejado (Coleman et al., 1989; Coleman & Sollenberger, 2007).

Segundo Barthram et al. (2005), a heterogeneidade determina padrões estruturais complexos no pasto. Esses padrões afetam o processo de pastejo dos animais e, conseqüentemente, o seu desempenho (Laca, 2008). Para Carvalho et al. (2001), a magnitude da heterogeneidade é dependente da intensidade de pastejo empregada, sendo maior quanto menor a intensidade de pastejo, e maior a oportunidade de seleção. Nessas situações, a distribuição de áreas de maior e de menor alturas no pasto raramente seguem uma distribuição normal (Barthram et al., 2005), evidenciando a heterogeneidade do pasto que se apresenta para o animal.

Os animais também contribuem para a criação e a manutenção da heterogeneidade, apresentando o pisoteio e a deposição de esterco e urina, profundo efeito na criação de variância no crescimento de plantas, gerando variabilidade espacial e temporal em ambientes pastoris (Laca & Ortega, 1995; Marriott & Carrère, 1998; Schwining & Parsons, 1996). Assim, torna-se fundamental o estudo da presença do animal nas origens e dinâmicas da heterogeneidade espacial originada pela desfolhação, pois uma pastagem homogênea se torna heterogênea no momento em que ocorre o primeiro bocado (Parsons et al., 2000).

As avaliações da variabilidade espacial em um ambiente pastoril requerem a coleta de dados em vários locais da pastagem. O Sistema de Posicionamento Global (GPS) permite eficiente coleta de coordenadas. Apesar de ocorrerem possíveis erros em uma faixa de 5 m de distância, esta metodologia parece adequada quando utilizada em conjunto com metodologias tradicionais que sirvam de suporte, como por exemplo, a marcação de transectas ao longo do ambiente estudado (Laca & Lemaire, 2000).

Dessa forma, o estudo da variabilidade espacial por meio do georreferenciamento possibilita a interpretação dos resultados com base na estrutura da variabilidade natural dos atributos avaliados, considerando a dependência espacial dentro do intervalo de amostragem.

2.8. Modelo conceitual

De acordo com Nabinger (1996), o crescimento da biomassa no pasto é determinado pela quantidade de carbono fixada a cada dia, sendo esta dependente da quantidade de energia interceptada, que por sua vez é função da radiação solar incidente e da área foliar existente. Portanto, dependendo da intensidade de remoção das folhas, o pastejo pode afetar a área foliar e a interceptação luminosa do dossel, alterando as taxas de fotossíntese e a capacidade de produzir novas folhas. Essas alterações na capacidade fotossintética do dossel, determinadas por variações na intensidade de pastejo, afetam o ritmo de crescimento do pasto e a quantidade de forragem disponível (Silva & Pedreira, 1997). Neste contexto, a intensidade de pastejo, representada pelas alturas de manejo do pasto, surge como variável

fundamental e determinante da produtividade do SILP.

O modelo conceitual proposto para o SILP demonstra que a intensidade de pastejo é determinada principalmente pela carga animal (e/ou taxa de lotação) utilizada (Figura 1). Desta maneira, cabe ao homem, “chave inicial” do modelo, a função de manejá-la e ajustá-la, de modo que possa otimizar a colheita de forragem pelo animal, bem como, garantir suficiente aporte de resíduos remanescentes para a cultura de grãos subsequente. Assim, o modelo sugere que a intensidade de pastejo imposta em uma pastagem afeta a quantidade, a estrutura e a qualidade do pasto em oferta, influenciando assim, o ritmo de aquisição de forragem pelos animais. Isso ocorre, pois a disponibilidade de pasto afeta a frequência com que os animais apreendem os bocados (Carvalho et al., 2005). Portanto, quanto menor a massa de forragem disponível, maior será a frequência de bocados desferidos, maior será o número de estações alimentares visitadas e maior será o deslocamento total sob a área pastoril, em função da limitação de forragem disponível (Hodgson, 1981, Carvalho et al., 2007, Baggio et al., 2008). Tal situação, afeta não somente a produção animal, como também favorece um maior adensamento do solo, resultando em maior resistência à penetração de raízes, bem como, menor quantidade de palhada residual sob o solo, a qual é fundamental para o equilíbrio do SPD.

Por outro lado, a quantidade, a qualidade e a estrutura da forragem disponível afetam, também, a heterogeneidade do ambiente pastoril, já que estas influenciam a distribuição espacial dos animais. Com isso, surgem áreas de acúmulo de pasto rejeitado em virtude de pisoteio e dejeções, além de

áreas com diferentes níveis de acúmulo de forragem pós-desfolha, podendo ocorrer diferentes situações de biomassa disponível no momento da semeadura da cultura de grãos (Carvalho et al., 2007). Além disso, a heterogeneidade do ambiente pastoril pode ser influenciada por fatores abióticos, como o solo (topografia, fertilidade, etc.) e a alocação de água e abrigos (Bailey, 2005; Coleman & Sollenberger, 2007).

Em resumo, maiores cargas resultam em uma taxa de lotação maior. Com uma taxa de lotação maior, menor quantidade de forragem estará disponível por animal, fazendo com que os animais pastejem por mais tempo, e se desloquem com mais intensidade. Um dos resultados desses processos é o aumento da resistência mecânica do solo à penetração, particularmente quando a altura de manejo do pasto é inferior a 30 cm (Conte et al., 2007).

Então, segundo o modelo proposto, o impacto sobre os atributos físicos do solo é resultado da intensidade de deslocamento dos animais sobre a área, em conjunto com o efeito da maior ou menor proteção do solo por parte da biomassa vegetal. Portanto, o resultado das diferentes quantidades de forragem disponível, condicionadas pelo manejo da intensidade de pastejo, é a criação de diferentes ambientes para a implantação da cultura de verão, os quais poderão influenciar positiva ou negativamente seu rendimento, em razão de alterações dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo promovidos pelo pastejo anterior (Baggio, 2007). Em suma, a produtividade final do sistema de integração lavoura-pecuária resulta do rendimento de grãos obtido na cultura de verão, somado ao desempenho animal, obtido durante o inverno, sendo ambos influenciados pela intensidade de pastejo empregada no manejo

do pasto que, por sua vez, refletirá nas condições físicas e químicas do solo sobre as quais a produção é dependente (Carvalho et al., 2007).

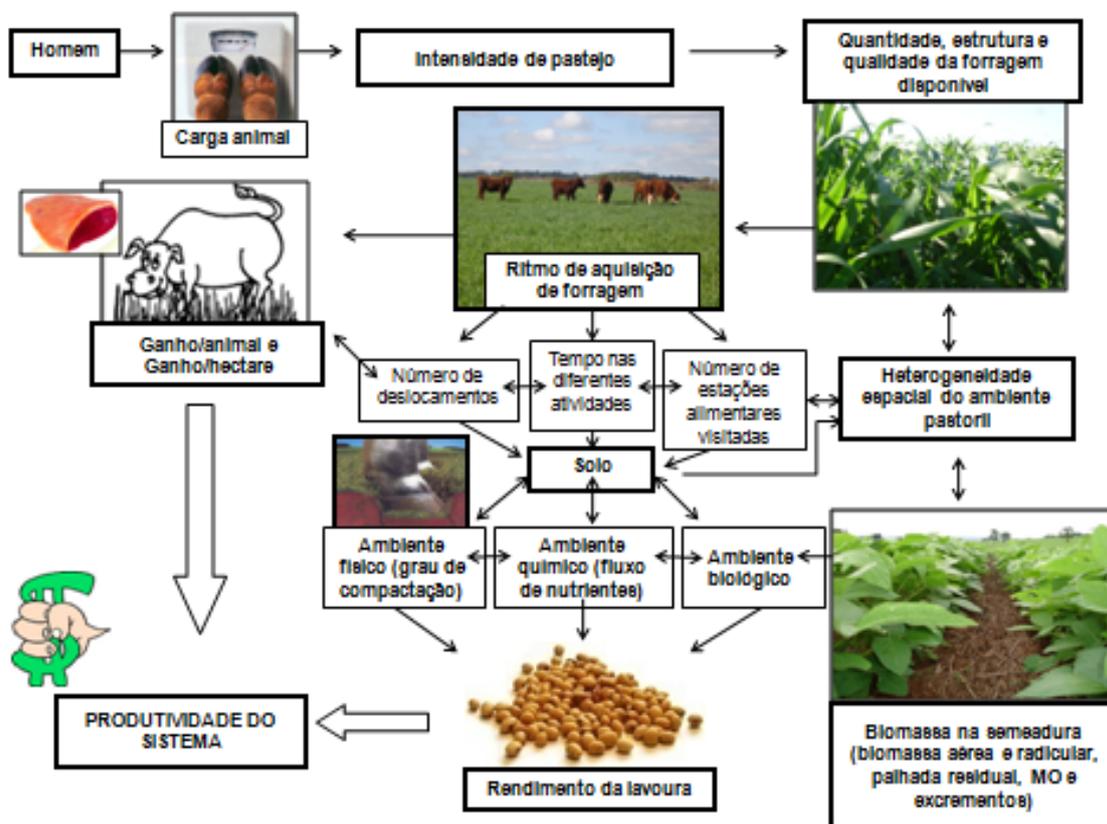


Figura 1. Modelo Conceitual do sistema de integração lavoura-pecuária (Adaptado de Cassol (2003) & Carvalho et al. (2007).

3. HIPÓTESES DE ESTUDO

Investigaram-se duas hipóteses de estudo:

1. A altura do manejo do pasto condiciona estruturas de plantas distintas, com diferentes relações entre quantidade e qualidade do pasto, as quais afetam diretamente o rendimento por animal e por unidade de área em um sistema de integração lavoura-pecuária.
2. O processo de pastejo gera a heterogeneidade em ambientes pastoris considerados homogêneos, deste modo a altura de manejo do pasto exerce papel fundamental nas alterações das características físicas do solo, em especial, na resistência mecânica do solo à penetração.

CAPÍTULO II

Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho animal e vegetal em pastagem de aveia-preta e azevém anual manejada sob diferentes alturas¹

¹ Artigo redigido segundo as normas da Revista Livestock Science

Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho animal e vegetal em pastagem de aveia-preta e azevém anual manejada sob diferentes alturas

RESUMO

A introdução de bovinos em pastejo em áreas destinadas ao cultivo de culturas de grãos possibilita maximização de renda no sistema e a melhoria da eficiência do uso da terra, contribuindo para o benefício da cultura em sucessão, quando a intensidade de pastejo é manejada adequadamente. O objetivo deste trabalho foi avaliar em um sistema de integração lavoura-pecuária, os efeitos de diferentes intensidades de pastejo, pela condução de quatro alturas de manejo de uma pastagem de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em sucessão a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.), e a influência dessas sobre a produção de forragem, o desempenho animal e as características da carcaça de novilhos mantidos sob pastejo contínuo dos 10 aos 14 meses de idade. Os tratamentos consistiram das alturas de manejo de pasto de 10, 20, 30 e 40 cm; e de um tratamento sem pastejo (SP). O estudo foi desenvolvido de maio a novembro de 2008, no município de Tupanciretã, RS, Brasil. Foram utilizados novilhos de corte, provenientes de cruzamento entre as raças Angus, Hereford e Nelore, com peso médio inicial de $203 \pm 1,7$ kg. Esses foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos completos ao acaso, com três repetições, onde permaneceram em pastejo por 122 dias. As alturas médias reais, encontradas para os cinco tratamentos avaliados, corresponderam a 14,1; 22,6; 32,0; 41,1 e 45,0 cm, respectivamente. As variáveis massa de forragem, oferta de forragem e palhada residual responderam de maneira positiva e linear ao incremento da altura do pasto ($P \leq 0,0001$). O desempenho individual de novilhos apresentou resposta quadrática ($P = 0,0017$) e foi otimizado com o aumento da altura do pasto até valores próximos a 30 cm, com ganho de peso por animal de aproximadamente $1,0 \text{ kg dia}^{-1}$. As menores alturas de manejo proporcionaram maiores ganhos por área, em função da maior carga animal empregada. Tanto o peso vivo ao abate, como as características de carcaça apresentaram resposta quadrática, e foram otimizadas em alturas de manejo do pasto próximas a 30 cm ($P \leq 0,0305$). Os resultados sugerem que alturas próximas a 30 cm permitem maiores ganhos individuais, devido ao aumento da quantidade de forragem disponível por animal e a melhor qualidade da forragem consumida, não havendo comprometimento da palhada residual destinada à cultura subsequente nesses casos.

Palavras-chave: carga animal, estrutura do pasto, ganho médio diário, intensidade de pastejo, pastagem temperada, peso de carcaça.

An integrated crop-livestock system: animal and forage performance in a pasture of black oat and annual ryegrass managed under different sward heights

ABSTRACT

The introduction of grazing cattle into areas used for grain crop production enables maximization of income from the system, improves the efficiency of land use, and benefits the subsequent grain crop, provided the grazing intensity is managed properly. The objective of this study was to evaluate the effects of different grazing intensities on forage production, animal performance and carcass characteristics of steers grazing continuously from 10 to 14 months of age in a crop-livestock system. The treatments were grazed sward heights of 10, 20, 30 and 40 cm, and a no grazing (NG) control in a pasture of black-oat (*Avena strigosa* Schreb.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) grown in succession to soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). The study was conducted from May to November 2008, in municipality of Tupanciretã, RS, Brazil. Beef steers (Angus x Hereford x Nellore), with average initial weight of $203 \pm 1,7$ kg were distributed in a randomized complete block design, with three replications, where they grazed for 122 days. The observed average sward heights for the five treatments were 14,1; 22,6; 32,0; 41,1 and 45,0 cm, respectively. Forage mass, (FM), forage allowance (FA) and residual straw (RS) responded positively and linearly to increasing sward height ($P \leq 0.0001$). Average daily gain of steers showed a quadratic response ($P = 0.0017$) and was optimal near the 30 cm sward height, with weight gains approximately $1.0 \text{ kg day}^{-1} \text{ animal}^{-1}$. Shorter sward heights provided higher animal gains per area, due to higher stocking rates. Live weight (LW) at slaughter and carcass characteristics showed a quadratic response with sward height, being optimal near sward heights of 30 cm ($P \leq 0.0305$). The results suggest that maintaining grazed sward heights near 30 cm provides better individual animal performance due to the increased amount of forage available per animal and presumably better quality of forage consumed, without resulting in negative effects on residual straw amounts needed for the subsequent grain crop grown in this system.

Keywords: stocking rate, sward structure, average daily gain, grazing intensity, temperate pasture, carcass weight.

1. Introdução

A terminação de novilhos com a utilização de forrageiras de estação fria em pastejo, em áreas destinadas ao cultivo de grãos proporciona estabilidade econômica e maximização de renda ao produtor rural. A introdução de bovinos nesses sistemas possibilita maior eficiência no uso da terra e modificação da dinâmica da ciclagem de nutrientes no solo, onde a cultura em sucessão pode ser beneficiada quando a intensidade de pastejo é manejada adequadamente (Sulc and Tracy, 2007; Franzluebbers, 2007a; Tracy and Zang, 2008; Carvalho et al., 2005).

A intensidade de pastejo é considerada variável fundamental no controle de animais em pastejo. Deste modo, exerce influência direta sobre a massa de forragem, o ritmo de crescimento e a altura do pasto, sendo descrita como o principal fator biótico capaz de afetar a quantidade e a qualidade de forragem disponível em um ambiente pastoril, influenciando conseqüentemente o consumo de forragem por animal e por área (Bransby et al., 1988; Barbosa et al., 2008; Carvalho et al., 2010). Informações disponíveis na literatura reforçam a idéia de que, quando se utilizam intensidades de pastejo elevadas, a taxa de consumo do animal é superior à taxa de crescimento do pasto, havendo aumento no número de estações alimentares visitadas em função da limitação de forragem (Hodgson, 1981, Carvalho et al., 2007; Baggio et al., 2009). Nessa situação, a fim de visitar um maior número de estações alimentares e suprir suas necessidades, o animal apresenta um gasto energético maior, acarretando em prejuízo ao seu desempenho, e conseqüentemente, em suas características de carcaça, quando destinado à terminação e abate (Hodgson,

1981; Carvalho et al., 2007; Aguinaga et al., 2006; Lopes et al; 2008).

Dessa forma, o manejo de pastagens em sistemas de integração lavoura-pecuária (SILP) deve ser visto como ferramenta essencial para a construção de estruturas de pasto que possam otimizar a colheita de forragem pelo animal em pastejo, influenciando positivamente a produção animal, e possibilitando suficiente aporte de resíduos para a manutenção da qualidade do solo e a implantação da cultura de grãos subsequente (Carvalho et al., 2001, Carvalho et al., 2010). Assim sendo, os objetivos deste trabalho foram avaliar, em um sistema de integração lavoura-pecuária conduzido no Sul do Brasil, os efeitos de diferentes intensidades de pastejo, pela condução de quatro alturas de manejo de um pasto de aveia-preta e azevém anual em sucessão a cultura da soja, no desempenho animal e nas características da carcaça de novilhos superpercoceos, abatidos aos 14 meses de idade.

2. Material e Métodos

2.1. Descrição local

O estudo foi desenvolvido de maio a novembro de 2008, em área pertencente à Fazenda do Espinilho, no município de Tupanciretã, na região fisiográfica do Planalto Médio, RS, Brasil (29° 03' 10" S; 53° 50' 44" W; 465 m de altitude). A área utilizada é conduzida sob Sistema Plantio Direto (SPD) desde 1991, ano em que foi implantada uma sucessão de cultivo de soja (*Glycine max.* (L.) Merr) e aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), para produção de grãos e sementes, respectivamente. Em maio de 2001, aproximadamente

22 ha foram convertidos em área experimental, em um sistema integrando a produção de grãos com a produção animal na mesma área. Nesse ano, foi implantada uma mistura forrageira de aveia-preta e azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em sucessão à cultura da soja, com a introdução de animais em pastejo destinados à engorda e abate.

A região estudada apresenta temperatura média anual de 17,1°C, precipitação média anual de 1767 mm e clima definido como subtropical úmido (Cfa), segundo classificação climática de Köppen (Moreno, 1961). Os dados climáticos foram obtidos da estação meteorológica mais próxima (~100 km), localizada no município de Júlio de Castilhos (Tabela 1). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, desenvolvido a partir de rochas eruptivas básicas. Caracteriza-se por ser profundo, bem drenado, com coloração vermelho-escura e textura muito argilosa, com teores de argila superiores a 60% (Embrapa, 2006). O relevo se apresenta suave-ondulado (Streck et al., 2002) representado por colinas suaves e arredondadas.

Tabela 1. Temperatura média do ar (°C), máxima e mínima absoluta (°C) e precipitação total ocorrida (mm) registrada próximo a Fazenda do Espinilho, durante o período de avaliação experimental.

Mês	Temperatura (°C)					Precipitação (mm)		
	Média Máxima	Média Mínima	Média	Máxima Absoluta	Mínima Absoluta	Ocorrida	Normal	Desvio da Normal
Maio	20,8	10,4	15,6	30,4	1,1	101,8	124	-21,9
Junho	18,5	7,1	12,8	26,0	-1,0	191,8	152,1	39,6
Julho	21,5	10,5	16,0	25,5	-1,0	37,0	150,9	-113,9
Agosto	21,8	8,4	15,1	28,5	1,5	98,8	137,0	-38,3
Setembro	21,0	8,1	14,6	29,0	3,0	38,3	147,3	-109,1
Outubro	24,6	12,6	18,6	31,5	2,5	374,7	159,8	214,7
Novembro	29,1	15,0	22,1	33,5	10,5	84,8	143,1	-58,4

2.2. Delineamento Experimental

A área de 21,36 ha foi subdividida em doze unidades experimentais (piquetes), com auxílio de cercas elétricas, de forma a manter quatro diferentes alturas de manejo do pasto. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, em três repetições, com piquetes de área variável entre 1 e 3 ha aproximadamente. As áreas foram ajustadas em função da carga animal necessária para atingir e manter as alturas de manejo do pasto pretendidas em 10, 20, 30 e 40 cm. Além dessas, isolou-se do pastejo duas faixas localizadas entre as divisas dos blocos, com área aproximada de 1000 m² cada, as quais constituíram a área testemunha, sem pastejo.

As alturas pretendidas foram mantidas constantes por utilização de lotação contínua, com taxa de lotação variável. Para tanto, utilizou-se três animais-teste em cada piquete, além de um número variável de animais reguladores, os quais entravam e saíam do piquete conforme a necessidade de ajuste da altura, através da técnica “*put-and-take*” sugerida por Mott and Lucas (1952).

2.3. Condução do experimento

A aveia-preta foi implantada em maio de 2008, logo após a colheita da soja. A densidade de semeadura utilizada foi de 100 kg ha⁻¹ de sementes, sendo o azevém proveniente de ressemeadura natural decorrente da implantação em anos anteriores. A adubação de semeadura utilizada foi de 300 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, ocorrendo uma aplicação de nitrogênio (N) em cobertura na dose de 45 kg de N ha⁻¹ na forma de uréia, quando a cultura da

aveia-preta atingiu o estágio de perfilhamento.

O pastejo teve início em 17/07/08, momento em que a altura média do pasto atingiu 28 cm e cerca de 1700 kg ha⁻¹ de matéria seca (MS). A data de entrada dos animais ocorreu em função do protocolo experimental estabelecido desde 2001, que visa o início do pastejo na segunda quinzena do mês de julho, de modo a facilitar o manejo das operações na propriedade. Para o pastejo, foram utilizados ao total 81 bovinos de corte, machos castrados, provenientes de cruzamento entre as raças Angus, Hereford e Nelore, sem grau de sangue definido, os quais foram oriundos do plantel existente na propriedade. Desse total, 36 animais constituíram os chamados animais-teste, os quais permaneceram em pastejo durante todo o período experimental. Esses apresentaram peso vivo médio inicial de 203 ± 1,7 kg, escore de condição corporal inicial (ECCI) médio de 3,47 ± 0,02 e idade média inicial aproximada de 10 meses. A permanência dos animais na área estendeu-se por 122 dias, até 15/11/08, quando os animais foram retirados e encaminhados ao abate.

2.4. Avaliações vegetais

Para caracterização da estrutura vertical do pasto, efetuou-se o monitoramento de sua altura pelo uso do método da régua (*sward stick*), proposto por Barthram (1985), em que um marcador corre por um bastão graduado até tocar em alguma superfície foliar do dossel. Esse monitoramento foi realizado aproximadamente a cada 15 dias, pela leitura em uma formação em “W” de 100 pontos amostrais por piquete, de modo a compor o valor médio

de altura do pasto (ALT, cm) em cada unidade experimental. A fim de que as alturas pretendidas fossem mantidas constantes, ajustes na taxa de lotação foram realizados em intervalos de aproximadamente 15 dias, perfazendo um total de oito avaliações.

As estimativas de massa de forragem (MF, kg ha⁻¹ de MS) foram realizadas em intervalos de aproximadamente 30 dias. Para tanto, foram realizados cinco cortes destrutivos da pastagem em locais aleatórios, delimitados por um quadrado de metal de 0,25 m². Juntamente com esta avaliação, foi realizada a medição da altura do pasto com o “*sward stick*”, através de 10 pontos dentro da área delimitada pelo quadrado, para posterior ajuste da MF em função da altura real do pasto, por meio de uma equação de regressão ($y = b_0 + b_1x$). A taxa de acúmulo diária de MS de forragem (TAC, kg ha⁻¹ de MS) foi estimada aproximadamente a cada 30 dias, utilizando-se a metodologia das gaiolas de exclusão ao pastejo proposta por Klingman et al. (1943). Foram utilizadas três gaiolas de exclusão ao pastejo por piquete, onde se procedeu os cortes de forragem dentro e fora da gaiola. Todas as amostras foram coletadas rente ao solo, utilizando-se tesoura, em área de 0,25m². Posteriormente, estas foram pré-secadas em estufa de ar de circulação forçada a 65°C por 72 horas e pesadas em balança de precisão. Após pesagem, estas foram trituradas em moinho tipo “Willey” com peneira de um mm, acondicionadas em frascos e encaminhadas para análise dos teores de proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) e fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com as técnicas descritas pela AOAC (1984) e Goering and Van Soest (1970), respectivamente. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi

estimado segundo o cálculo proposto por Barber et al. (1984).

A oferta de forragem (OF, kg de MS kg⁻¹ de peso vivo dia⁻¹) foi expressa pela fração entre a forragem disponível e a carga animal média, adotando-se metodologia descrita por Sollenberger et al. (2005). A proporção dos componentes estruturais do pasto foi obtida por separação morfológica dos cortes de MF, em três datas distintas, 13/08/08, 08/09/08 e 09/11/08. A partir desses cortes obtiveram-se as frações lâmina foliar, colmo juntamente com bainha, inflorescência e material senescente. Depois de separadas, essas frações foram colocadas em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas, para posterior pesagem. Com a proporção dos componentes estruturais do pasto verificadas nas datas anteriormente citadas, obteve-se a massa de lâminas foliares estimada (ML) para todo o período de pastejo. Essa foi obtida através de regressão linear em nível de 5% de significância, sendo a massa estimada segundo valores de alturas reais do pasto. Para determinação da oferta desse componente estrutural, seguiu-se metodologia descrita por Sollenberger et al. (2005).

A produção total de matéria seca (PMS, kg ha⁻¹ de MS) foi estimada através do somatório das produções dos sub-períodos (taxa de acúmulo x número de dias do sub-período), somada a MF verificada no início do pastejo. Para a obtenção dos dados referentes à palhada residual (PR, kg ha⁻¹ de MS), foi coletado todo o material existente sobre o solo, após o corte de MF do último período de avaliação.

2.5. Avaliações animais

O ganho médio diário (GMD, $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}$) dos animais-teste durante o período de pastejo foi avaliado realizando-se duas pesagens com jejuns prévios de 12 h, no início e final do período experimental. Obtendo-se a diferença entre peso final e inicial destes animais, dividiu-se este valor pelo número de dias total de permanência em pastejo.

A carga animal média (CA, $\text{kg de peso vivo}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ dia}$) do período de pastejo foi calculada para cada piquete, somando-se ao peso médio dos animais-teste, o peso médio de cada animal regulador multiplicado pelo número de dias que este permaneceu em pastejo, dividido este valor pelo número total de dias de pastejo.

O ganho de peso vivo por hectare (GPV, kg ha^{-1}) foi obtido pela multiplicação da taxa de lotação média ($\text{n}^{\circ} \text{ de animais}^{-1} \text{ dia}$) pelo GMD. O escore de condição corporal (ECC) dos novilhos foi atribuído na pesagem inicial e final por observação visual, conforme a metodologia descrita por Lowman et al. (1973), numa escala de 1,0 (muito magro) a 5,0 (muito gordo).

Os animais foram abatidos no dia 16/11/08, no Frigorífico Mercosul, localizado na cidade de Alegrete – RS. Os resultados apresentados referem-se ao valor médio obtido do abate de nove animais-teste de cada tratamento, abatendo-se ao total 36 animais. As carcaças seguiram o fluxo normal da linha de abate do frigorífico, sendo identificadas, lavadas, pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ) e em seguida resfriadas a -2°C por 24 horas. Após o período de refrigeração, as carcaças foram novamente pesadas para determinação dos parâmetros quantitativos avaliados, quais sejam, peso de

carcaça fria (PCF), peso de dianteiro (PD), peso de posterior (PP) e peso de costilhar (PC), conseguindo-se assim, o peso dos cortes comerciais.

2.6. Análises Estatísticas

Os dados de desempenho vegetal e animal foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância. Quando detectadas diferenças entre os tratamentos as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao mesmo nível de significância, utilizando-se o procedimento Mixed do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2001). Foi realizado teste de regressão polinomial em nível de 5% de significância, sendo as variáveis-resposta estimadas segundo valores de alturas reais do pasto. Sempre que a função-resposta foi significativa ($P < 0,05$), optou-se por apresentar os resultados pela equação de regressão de maior coeficiente de determinação (R^2), desde que essa apresenta-se um incremento de no mínimo 10% em relação a equação de menor ordem. A correlação entre variáveis-resposta foi realizada pelo uso do procedimento Corr do SAS. Para identificação das variáveis vegetais (independentes) com maior influência sobre as variáveis de desempenho dos animais (dependentes), foi utilizado além do maior R^2 , o critério de informação de Akaike (AIC) do SAS, o qual seleciona o modelo de melhor ajuste, de acordo com o menor valor obtido pelo AIC.

3. Resultados

3.1. Avaliações vegetais

As alturas médias reais dos tratamentos corresponderam a 14,1, 22,6, 32,0 e 41,1 \pm 3,2 cm, respectivamente para 10, 20, 30 e 40 cm. O tratamento sem pastejo (45,0 \pm 2,0) não diferiu em altura do tratamento de 40 cm, porém diferenças significativas ($P < 0,0001$) foram encontradas entre os demais tratamentos, confirmando a proposta inicial do experimento de testar quatro diferentes alturas de manejo do pasto em sucessão a cultura da soja (Figura 1).

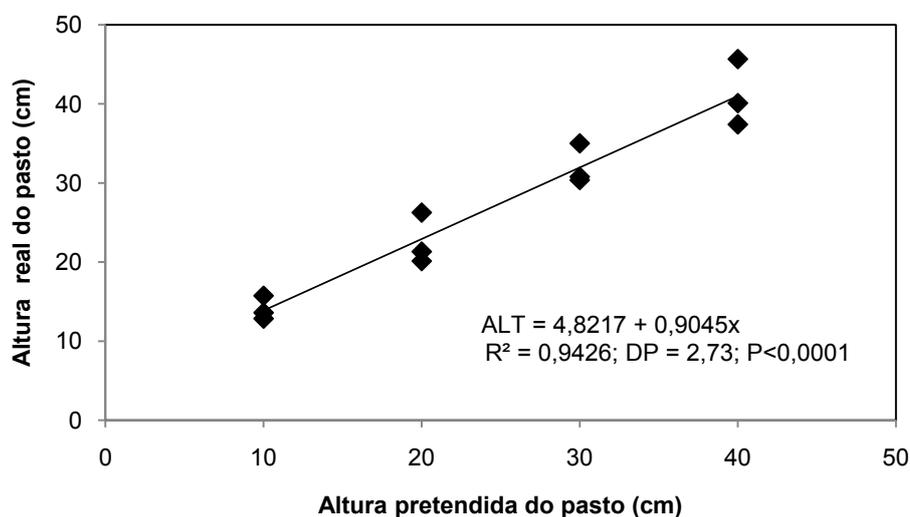


Fig. 1. Relação entre a altura pretendida do pasto (cm) e a altura real do pasto (cm) em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas, em sucessão à cultura da soja na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.

A partir do conjunto de dados envolvendo diferentes ALT, foram realizadas análises de correlação entre variáveis-resposta. A Tabela 2 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as principais variáveis correlacionadas com a caracterização do ambiente de pastejo estudado.

Tabela 2. Correlação entre variáveis relacionadas com a caracterização de um pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas, em sucessão à cultura da soja na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.

	ALT	MF	ML	OF	OFL	PB	FB	FDN	NDT	PR
ALT	-	0,97***	0,93***	0,96***	0,95***	-0,84**	0,65*	0,70**	-0,12	0,83**
MF		-	0,90***	0,94***	0,92***	-0,83**	0,62*	0,61*	-0,16	0,93***
ML			-	0,88**	0,91**	-0,81**	0,58*	0,61*	-0,30	0,81**
OF				-	0,99***	-0,91***	0,55	0,70*	-0,04	0,75*
OFL					-	-0,89**	0,56	0,68*	-0,10	0,71*

ALT: Altura do pasto (cm)

MF: Massa de forragem (kg ha⁻¹ de MS)

ML: Massa de lâminas estimada (kg ha⁻¹ de MS)

OF: Oferta de Forragem (kg de MS⁻¹ kg de peso vivo⁻¹ dia)

OFL: Oferta de lâminas estimada (kg de MS⁻¹ kg de peso vivo⁻¹ dia)

PB: Proteína bruta

FB: Fibra bruta

FDN: Fibra em detergente neutro

NDT: Nutrientes digestíveis totais

PR: Palhada residual (kg ha⁻¹ de MS)

***P<0,0001; **P<0,01; *P<0,05

As variáveis MF, ML, OF, OFL apresentaram alta correlação com a ALT (P<0,0001). Tanto a MF, como a ML apresentaram resposta linear positiva com o aumento da altura de manejo do pasto (P<0,0001). As MF médias foram iguais a 2441, 3316, 3810, 4517 e 5444 ± 300 kg ha⁻¹ de MS, enquanto as ML médias foram iguais a 1056, 1182, 1135, 1446, 1483 ± 53 kg ha⁻¹ de MS, para os tratamentos de 10, 20, 30 e 40 cm, mais tratamento sem pastejo, respectivamente (Figura 2). Os dados de OF ($\hat{Y} = -3,80 + 0,36x$; R² = 0,9254; DP = 1,19; P<0,0001) e OFL ($\hat{Y} = -0,93 + 0,11x$; R² = 0,9053; DP = 0,40; P<0,0001) também aumentaram linearmente com a elevação das alturas de manejo do pasto. As OF médias foram iguais a 1,77; 3,65; 5,84; 11,68 ± 1,24 kg de MS⁻¹ kg de PV⁻¹ dia, enquanto as OFL médias foram iguais a 0,77; 1,30; 1,72 e 3,74 ± 0,37 kg de MS⁻¹ kg de PV⁻¹ dia, da maior para a menor intensidade de pastejo, respectivamente.

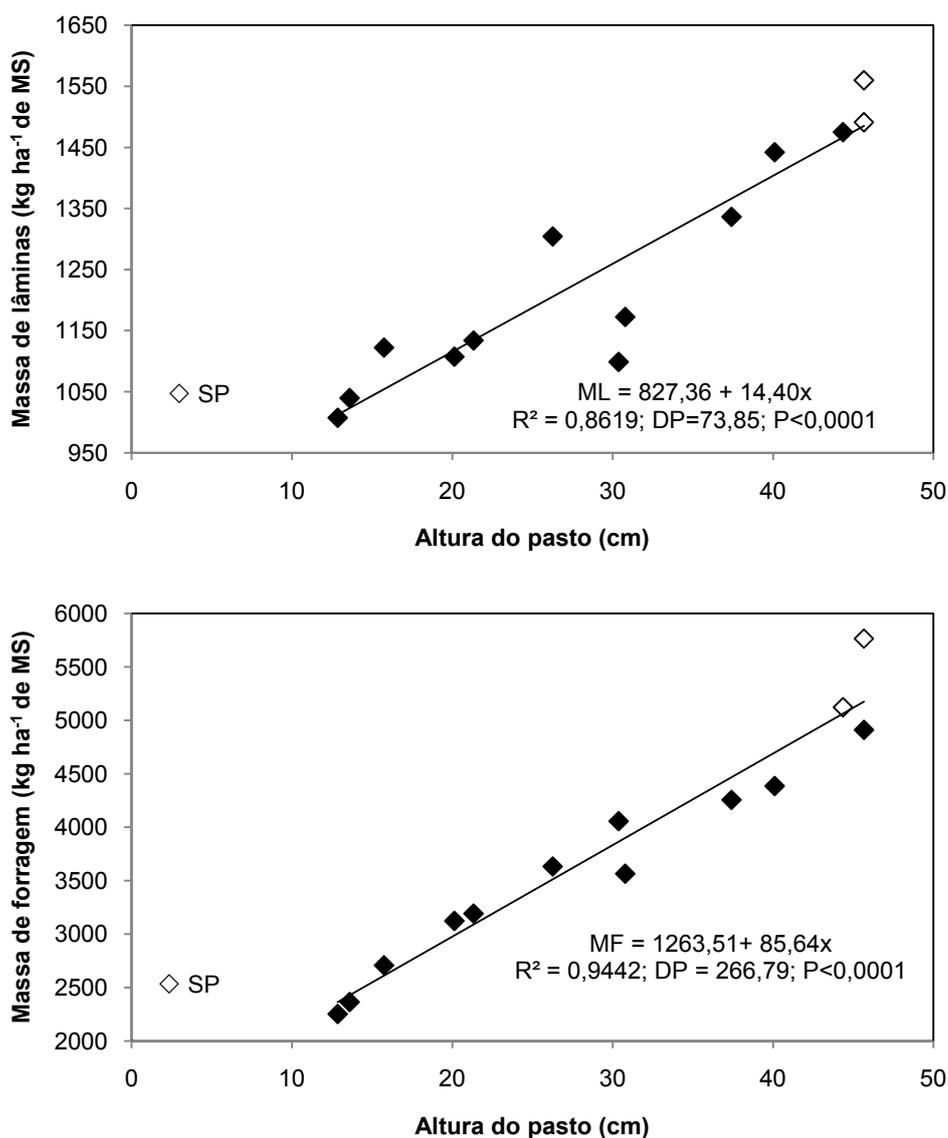


Fig. 2. Relação entre a altura do pasto (cm), massa de forragem (kg ha⁻¹ de MS) e massa de lâminas foliares (kg ha⁻¹ de MS) em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas, em sucessão à cultura da soja na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008

A alta correlação negativa verificada entre a PB e as variáveis de ALT ($P=0,0002$), MF ($P=0,0004$), ML ($P=0,0008$), OF ($P<0,0001$) e OFL ($P=0,0002$) evidencia o decréscimo linear desta variável com o aumento das alturas de manejo do pasto. Tanto a FB como a FDN, correlacionaram-se

positivamente com as variáveis ALT ($P \leq 0,0116$), MF ($P \leq 0,0280$) e ML ($P \leq 0,0385$), havendo ainda correlação entre a FDN e a OF ($P = 0,0171$) e OFL ($P = 0,0212$). Deste modo, houve aumento linear da FB e da FDN com o aumento das alturas de manejo do pasto. Não houve correlação do NDT com as variáveis ligadas a caracterização do pasto, porém, houve efeito quadrático desta variável com o incremento das alturas de manejo do pasto (Figura 3).

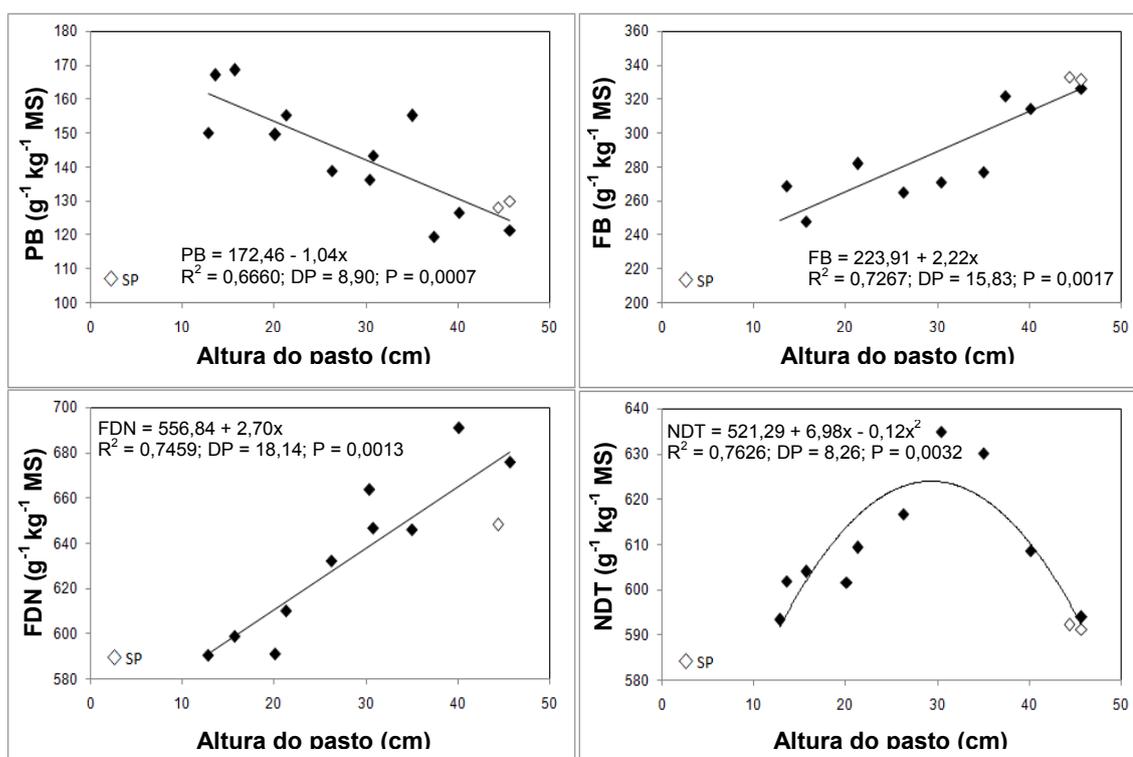


Fig. 3. Efeito de diferentes alturas de manejo sob o valor nutritivo de um pasto de aveia-preta e azevém anual, em sucessão à cultura da soja na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.

A TAC apresentou aumento linear com o incremento da altura do pasto ($Y = 17,72 + 1,40x$; $R^2 = 0,7098$; $DP = 10,24$; $P = 0,0006$). A amplitude dos valores obtidos para esta variável esteve entre 37 e $78 \pm 4,46 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS, para os tratamentos de 20 e 40 cm, respectivamente. Já a PMS

apresentou efeito quadrático com o incremento da altura do pasto ($Y = 11487 - 448,615x + 7,586x^2$; $R^2 = 0,7180$; DP = 555,74; P = 0,0034), com valores entre 4495 a 6623 ± 244 kg ha⁻¹ de MS, para os tratamentos de 30 e 10 cm, respectivamente (Figura 4).

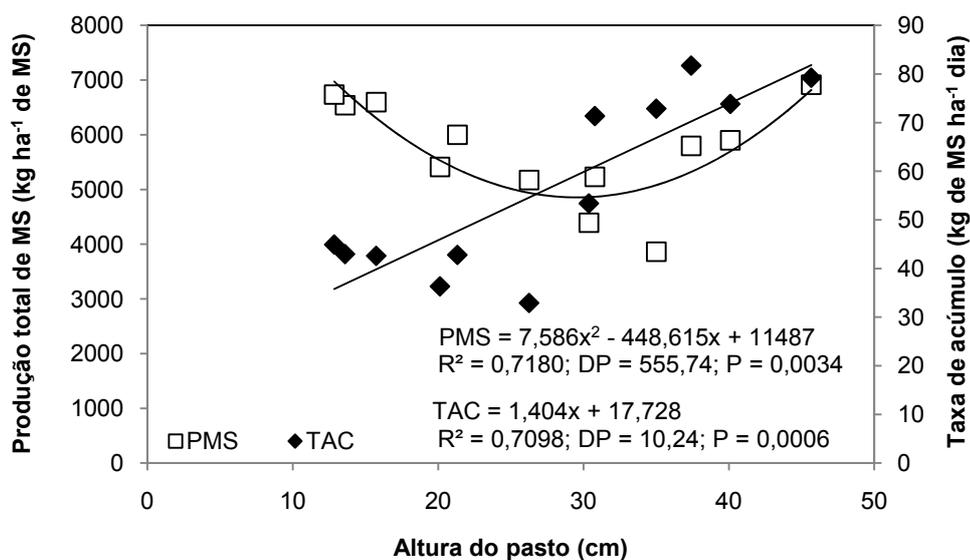


Fig. 4. Relação entre altura do pasto (cm), produção total de MS (kg ha⁻¹ de MS) e taxa de acúmulo (kg ha⁻¹ de MS dia) de um pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas em sucessão à cultura da soja na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.

A PR apresentou-se bem correlacionada com a ALT, MF, ML, OF e OFL ($P < 0,05$). Houve aumento linear da PR com o aumento das alturas de manejo do pasto ($P = 0,0001$). Os valores encontrados variaram de 979 a 5412 ± 398 kg ha⁻¹ de MS, da menor ALT até o tratamento sem pastejo, com acréscimo de 107 kg ha⁻¹ de MS a cada cm de incremento observado (Figura 5).

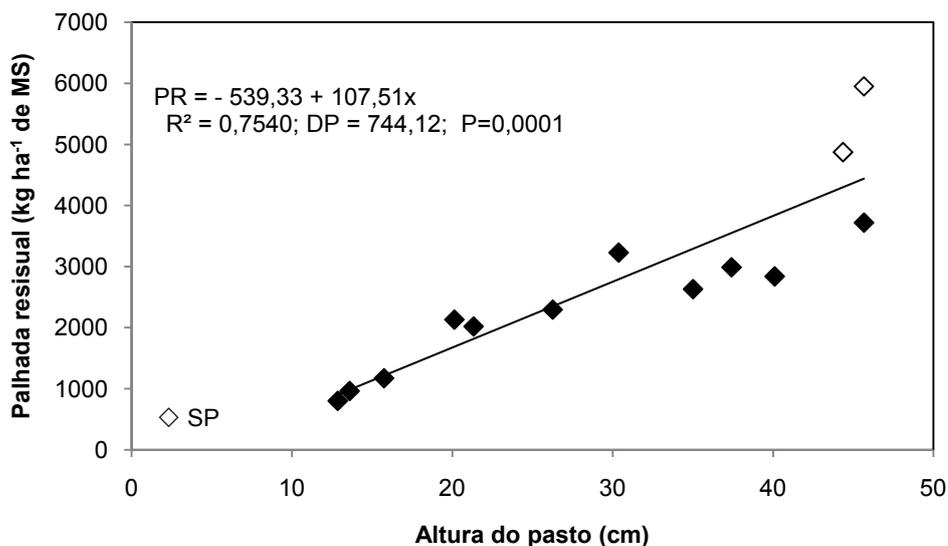


Fig. 5. Relação entre altura do pasto (cm) e quantidade de palhada residual (kg ha⁻¹ de MS) em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.

Houve ainda correlação positiva entre a MF e as variáveis de ML, OF, OFL e PR ($P < 0,0001$).

3.4. Avaliações animais

Foi observado efeito quadrático para o GMD com o incremento em ALT ($P = 0,0017$). Assim, na medida em que foram aumentadas as alturas de manejo do pasto, houve incremento no desempenho individual até a altura de 33 cm, com GMD estimado de 0,972 kg animal⁻¹ dia⁻¹. O GPV diminuiu linearmente com o aumento das alturas de manejo do pasto ($P < 0,0001$), com valores entre 495 a 156 kg ha⁻¹ para 10 e 40 cm, respectivamente. Similar resposta linear decrescente ($P < 0,0001$) foi observada para a CA, a qual mostrou haver decréscimo de 34 kg ha⁻¹ de PV a cada cm de incremento na ALT. A CA empregada no tratamento de menor ALT apresentou-se 3,6 vezes

superior quando comparada a CA empregada na maior altura de manejo do pasto (Figura 6).

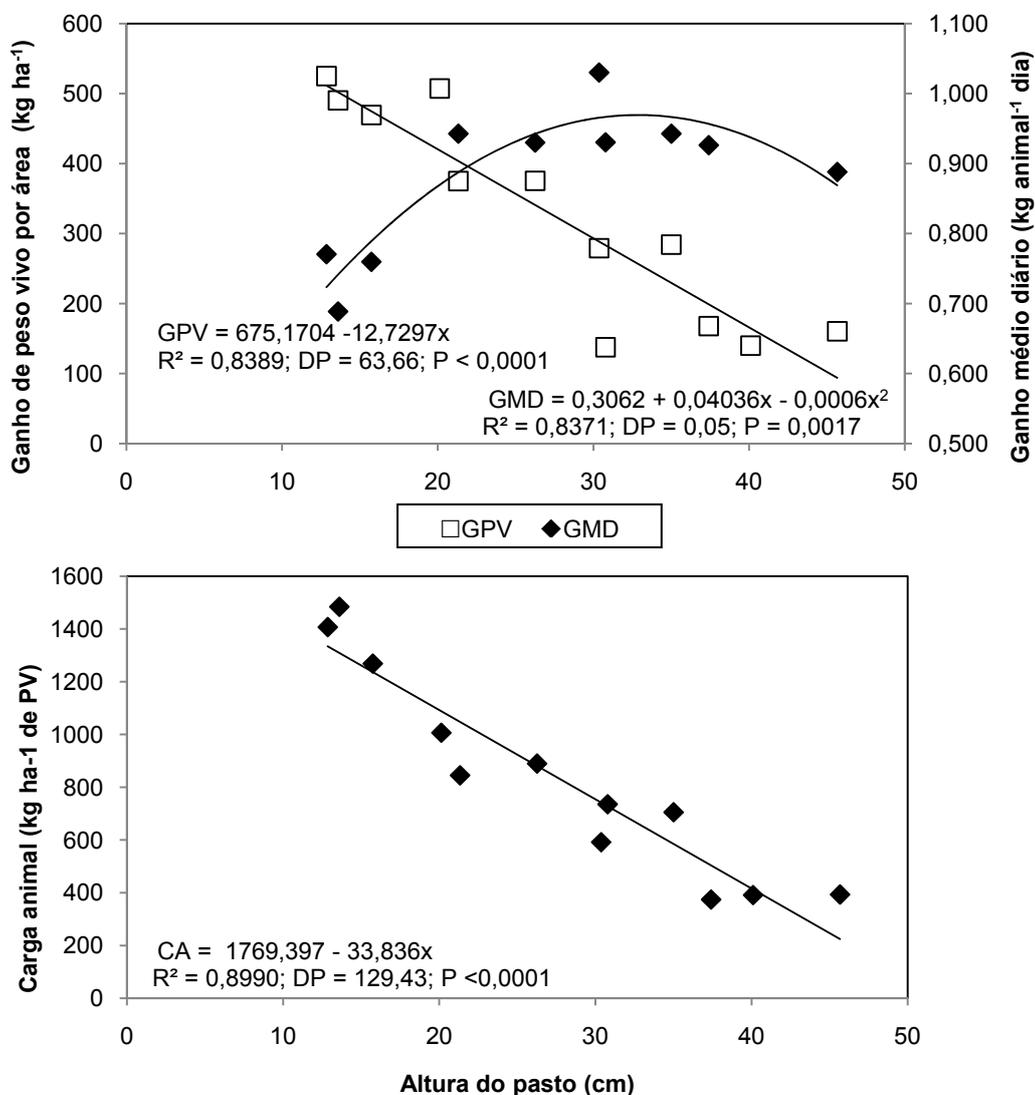


Fig. 6. Relação entre altura do pasto (cm), ganho médio diário (kg animal⁻¹ dia), ganho de peso vivo (kg ha⁻¹) e carga animal (kg ha⁻¹ de PV) em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.

Correlação negativa foi encontrada entre a CA e as variáveis de MF (r=-0,96; P<0,0001), OF (r=-0,92; P<0,0001), ML (r=-0,79; P=0,0037), OFL (r=-0,90; P=0,0002) e GMD (r=-0,82; P=0,0036). A CA ainda mostrou-se bem

correlacionada com o GPV ($r=0,90$; $P<0,0001$), demonstrando haver maximização do ganho animal por área a medida que a CA foi aumentada.

Na Tabela 3 encontram-se as equações de melhor ajuste obtidas para o desempenho animal. As variáveis relacionadas com a quantidade de forragem e a estrutura do pasto foram utilizadas como variáveis independentes passíveis de seleção para os modelos de GMD, GPV e CA.

Tabela 3. Modelos de regressão para as variáveis de desempenho animal de novilhos superprecoces, mantidos dos 10 aos 14 meses em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.

\hat{Y}	Equação de regressão	AIC	R ² modelo	Pr>F
GMD	$0,43 + 0,48 \text{ OFL} - 0,09 \text{ OFL}^2$	-14,2	0,9199	0,0005
GPV	$675,17 - 12,73 \text{ ALT}$	123,1	0,8388	<0,0001
CA	$1769,40 - 33,84 \text{ ALT}$	137,3	0,8990	<0,0001

GMD: Ganho médio diário (kg animal⁻¹ dia)

GPV: Ganho de peso vivo por área (kg ha⁻¹)

CA: Carga animal (kg de peso vivo⁻¹ ha⁻¹ dia)

ALT: Altura do pasto (cm)

OFL: Oferta de lâminas estimada (kg de MS⁻¹ kg de peso vivo⁻¹ dia)

O modelo obtido para o GMD evidencia que 92% da variação observada nesta variável foi explicada pela OFL existente, evidenciando a importância desse parâmetro na condução de experimentos em pastejo. Quanto ao GPV, a variação neste foi explicada em 84% pela ALT, confirmando que o manejo desta variável exerce grande importância quando o foco se destina ao ganho animal por área. A variável ALT também foi a principal responsável pela variação da CA obtida, respondendo por 90% da variação encontrada para esta variável.

3.5. Peso ao abate e características quantitativas de carcaça

Resposta quadrática foi verificada para o PV com o incremento das

alturas de manejo do pasto ($P=0,0302$). Na medida em que estas foram aumentadas, houve incremento no PV dos animais até a altura de 31 cm, com PV estimado $338,61 \text{ kg animal}^{-1}$. O ECCF acompanhou a resposta quadrática do GMD e do PV, aumentando com o incremento da altura do pasto até 32 cm, com ECCF estimado de 4,1 pontos. O PCQ e o PCF também se ajustaram ao modelo quadrático, com valores máximos estimados de 168,27 e 173,20 kg para as alturas de 33 e 32 cm, respectivamente (Figura 7).

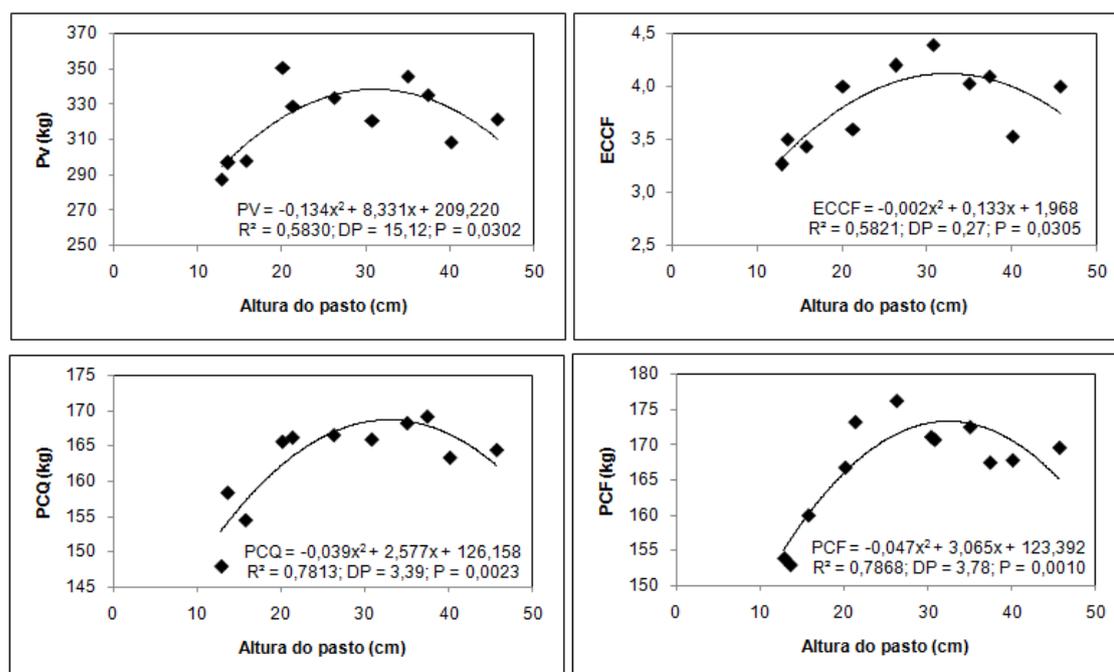
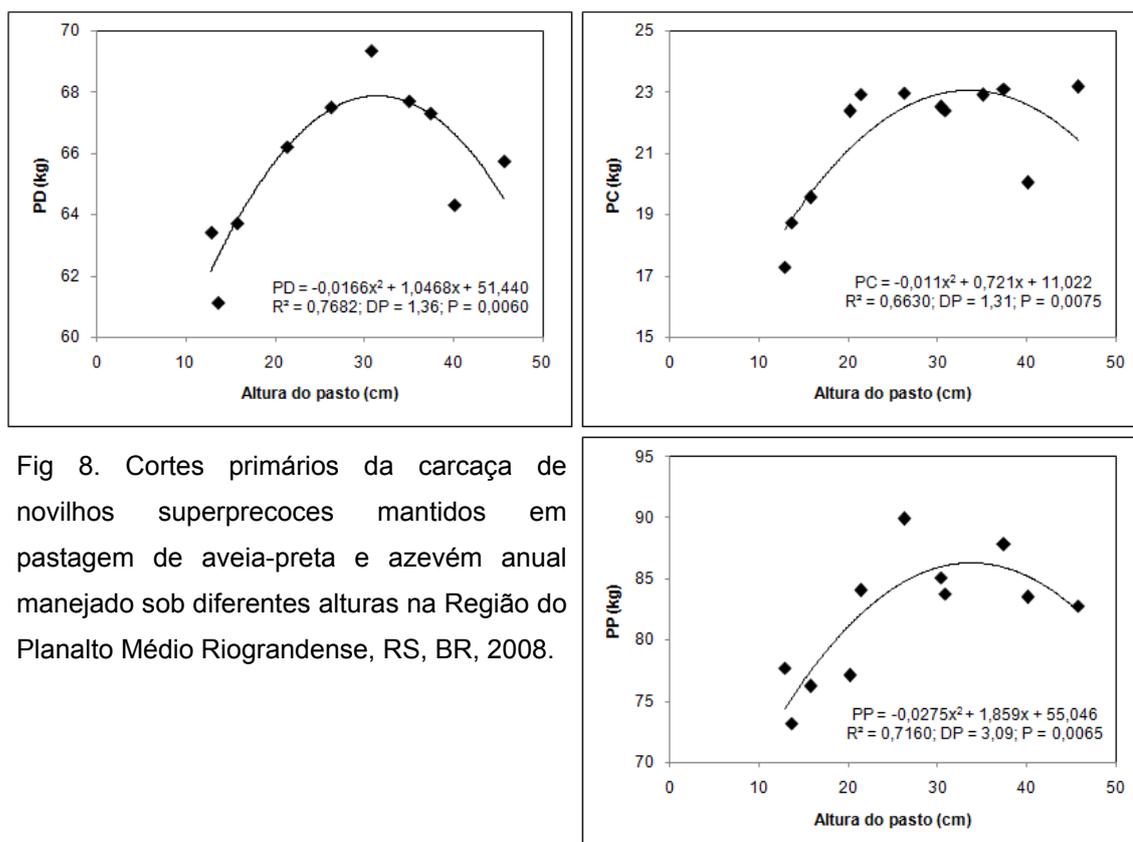


Fig. 7. Peso vivo ao abate (PV, kg), escore de condição corporal final (ECCF, pontos), peso de carcaça quente (PCQ, kg) e peso de carcaça fria (PCF, kg) da carcaça de novilhos superprecoce mantidos em pastagem de aveia-preta e azevém anual manejada sob diferentes alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.

Quanto ao peso dos cortes primários, todos se ajustaram ao modelo quadrático. O PD apresentou valor máximo estimado de 67,90 kg para a altura de 31 cm, enquanto o PC e PP aumentaram com o incremento da altura do

pasto até 33 cm, com valores estimados de 23,06 e 86,36 kg respectivamente (Figura 8). Os animais apresentaram rendimento médio de carcaça fria (RCF) de 53,5%. O RCF não se ajustou ao modelo quadrático, porém apresentou mesma tendência de estabilização ou pequena queda dos valores a partir da altura de 30 cm ($55 \pm 0,47\%$). Os valores médios expressos em porcentagem de carcaça foram iguais a 38,5; 12,7 e 48,8% para rendimento de dianteiro (RD), rendimento de costilhar (RC) e rendimento de posterior (RP), respectivamente. Tanto o RC ($Y = 7,961 - 0,356x + 0,006x^2$; $R^2 = 0,6031$; DP = 0,63; P = 0,0248), como o RP ($Y = 44,243 - 0,316x - 0,004x^2$; $R^2 = 0,7850$; DP = 0,47; P = 0,0046) ajustaram ao modelo quadrático.



Na Tabela 4 encontram-se as equações de melhor ajuste obtidas para as variáveis de carcaça de novilhos superprecoces, onde as variáveis relacionadas com a quantidade de forragem e a estrutura do pasto foram utilizadas como variáveis independentes passíveis de seleção para os modelos de PCQ, PCF, PD, PC e PP.

Tabela 4. Modelos de regressão para variáveis da carcaça de novilhos superprecoces, mantidos dos 10 aos 14 meses de idade em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008

\hat{Y}	Equação de regressão	AIC	R ² modelo	Pr>F
PCQ	126,16 + 2,58 ALT - 0,04 ALT ²	65,3	0,7813	0,0023
PCF	123,39 + 3,06 ALT - 0,04 ALT ²	72,8	0,7868	0,0010
PD	51,44 + 1,05 ALT - 0,02 ALT ²	47,1	0,7681	0,0060
PC	11,02 + 0,72 ALT - 0,01 ALT ²	53,7	0,6630	0,0075
PP	55,05 + 1,86 ALT - 0,03 ALT ²	63,9	0,7160	0,0065

PCQ: Peso de carcaça quente (kg)

PCF: Peso de carcaça fria (kg)

PD: Peso de dianteiro (kg)

PC: Peso de costilhar (kg)

PP: Peso de posterior (kg)

ALT: Altura do pasto (cm)

A ALT foi a principal variável vegetal encontrada para as variações observadas nas variáveis da carcaça de novilhos superprecoces mantidos dos 10 aos 14 meses de idade em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas. Os modelos obtidos para PCQ, PCF, PD, PC e PP evidenciam que 78, 79, 77, 66 e 72% das variações observadas nessas variáveis, respectivamente, foram explicadas pela ALT. Contudo, as demais variáveis vegetais relacionadas com a quantidade de forragem e a estrutura do pasto avaliadas neste estudo, podem ter contribuído para as respostas obtidas, já que estas apresentaram alta correlação positiva com a ALT (MF, OF, ML, OFL).

4. Discussão

A forte correlação encontrada entre a ALT e as variáveis de MF, OF, ML e OFL (Tabela 2), indica que, em condições controladas de manejo do pasto, a altura pode ser um bom indicador da quantidade de forragem disponível no ambiente de pastejo. As avaliações de altura conferem rapidez e simplicidade na coleta de dados e quando bem calibradas, agregam com precisão a dimensão vertical da MF, conferindo redução de recursos e de tempo para obtenção de amostragens (Frame, 1981; Mannetje, 2000; Santos, 2007).

Para Stewart Jr. et al. (2007), a massa de forragem e a oferta de forragem tendem a decrescer a medida em que a intensidade de pastejo se eleva. Os resultados obtidos para MF e OF neste estudo, estão de acordo com o sugerido por esses autores. O aumento linear encontrado para MF com o aumento das ALT (Figura 2), corrobora com os resultados obtidos anteriormente, neste mesmo protocolo experimental, por Cassol (2003); Aguinaga et al. (2008); Baggio et al. (2008) e Lopes et al. (2009). O acréscimo na MF de 85,4 kg de MS⁻¹ ha, para cada cm de aumento na altura, foi muito semelhante ao encontrado por Aguinaga et al. (2008), o qual encontrou valor de 86,3 kg de MS⁻¹ ha. Porém, em outros trabalhos realizados neste mesmo protocolo, avaliando a produção de forragem de aveia-preta e azevém anual manejada sob diferentes intensidades de pastejo, os valores de acréscimo na MF foram de 112 a 133 kg de MS⁻¹ ha, para cada cm de incremento na altura (Cassol, 2003; Baggio et al., 2008; Lopes et al., 2009). Os resultados de menor magnitude obtidos para MF neste trabalho parecem estar ligados à condição do

pasto no momento da entrada dos animais em pastejo, quando a altura média inicial e a massa de forragem média inicial foram de 28 cm e 1700 kg de MS⁻¹ ha, respectivamente, estando a última, acima dos 1500 kg de MS⁻¹ ha recomendados por Floss, (1988) para o início do pastejo. Além disto, outros fatores podem ter influenciado o menor incremento da MF a cada cm de acréscimo na ALT no presente estudo. Estes dizem respeito à precipitação pluviométrica registrada durante o período experimental, principalmente ao acentuado déficit hídrico ocorrido nos meses de julho e setembro (Tabela 1); e à implantação do azevém anual ocorrida somente por ressemeadura natural, fatores que podem ter comprometido o estabelecimento do pasto em relação aos demais estudos comparados.

Para Blaser (1982) e Drescher et al. (2006) a seleção de forragem pelos animais está relacionada à disponibilidade e acessibilidade de lâminas foliares dentro dos horizontes de pastejo. A alta correlação encontrada entre a ML e a ALT, e o ajuste dessa variável ao modelo de regressão linear, indicam aumento na participação desse componente na estrutura do pasto com a elevação das alturas testadas. A manutenção de MF com alta participação de lâminas foliares é desejável, já que estas exercem um duplo papel na interface planta-animal, representando a superfície responsável pela eficiência fotossintética, bem como, o substrato de maior qualidade na dieta animal (Forbes and Hodgson, 1985; Lemaire and Agnusdei, 1999; Parsons et al., 1999).

O acréscimo da ML de 14 kg de MS⁻¹ ha a cada cm de incremento na ALT foi semelhante ao valor de 13,73 kg de MS⁻¹ ha encontrado

anteriormente por Baggio et al. (2008), avaliando o estágio vegetativo do pasto. Esses autores, porém, não observaram ajuste do estágio reprodutivo a nenhum dos modelos de regressão testados, obtendo para o referido período, média de $185,67 \pm 33,51$ kg de MS⁻¹ ha. Esses dados reforçam a observação de Pontes et al. (2004), na qual em baixas intensidades de pastejo, à medida que ocorre o amadurecimento de perfilhos, esses não produzem mais novas folhas. Diante disso, a taxa de surgimento de folhas tende a diminuir com o aumento em altura da planta, devido ao aumento do comprimento da bainha das folhas sucessivas, o que acarretaria num maior comprimento de lâminas foliares, num menor número de folhas por perfilho e conseqüentemente num menor perfilhamento (Lemaire and Chapman, 1996; Nabinger, 1997; Duru and Ducrocq, 2000). Desse modo, os herbívoros se deparam com situações de maior complexidade, quando a seleção de dieta ocorre em pastagens que se encontram em estádios reprodutivos avançados, o que foi evidenciado pela estabilização e queda do GMD dos animais no tratamento conduzido a 40 cm. Isto ocorre, pois, nesses casos, as lâminas foliares e os colmos se encontram em contato muito próximo, o que ocasiona redução na acessibilidade de lâminas, visto que os colmos parecem representar uma barreira à penetração do bocado na pastagem (Barthram, 1981; Prache et al., 1998; Gordon and Benvenuti, 2006).

Com relação às variáveis OF e OFL, o aumento linear com o incremento em ALT, corrobora com os resultados obtidos anteriormente em trabalhos realizados no mesmo protocolo experimental (Lopes et al., 2008; Baggio et al., 2008). Os valores de OF obtidos neste estudo, entre $1,7$ e $11,7 \pm$

1,24 kg de MS⁻¹ kg de PV⁻¹ dia, da maior para a menor intensidade pastejo, são similares aos obtidos por Baggio et al. (2008), que encontraram variação na OF de 1,7 a 14,4 ± 0,8 kg de MS⁻¹ kg de PV⁻¹ dia. De acordo com Sollenberger and Moore (1997), ofertas de forragem abaixo de 1,0 kg de MS⁻¹ kg de PV⁻¹ dia, geralmente estão associadas à insuficiente quantidade de forragem para consumo “*ad libitum*”, havendo comprometimento do desempenho dos animais nesses casos. Assim, os menores ganhos individuais obtidos no tratamento conduzido a 10 cm, podem ser explicados pela limitação de consumo ocorrida nesse tratamento, principalmente pela OFL verificada (0,77 kg de MS⁻¹ kg de PV⁻¹ dia).

O aumento dos valores encontrados para as variáveis de MF, ML, OF e OFL com o incremento em ALT, pode ser atribuído à menor CA empregada nos tratamentos conduzidos sob menores intensidades de pastejo, o que pôde ser claramente evidenciado pela alta correlação obtida entre essas variáveis no presente estudo. Outros autores, avaliando o efeito de diferentes intensidades de pastejo sob a produção de forragem, observaram que, quanto maiores as intensidades de pastejo utilizadas, menores valores de MF e OF foram encontrados (Silveira, 2001; Palhano et al., 2006; Roman, 2006; Barbosa et al., 2008; Hernández Garay et al., 2004; Inyang et al., 2010). Deste modo, o aumento da intensidade de pastejo influencia diretamente o desempenho individual dos animais em pastejo, em decorrência da menor disponibilidade de forragem existente (Mott, 1960; Bransby et al., 1988; Hardy et al., 1997).

Blaser (1990) afirma que a produção animal está diretamente associada à porcentagem de folhas, à digestibilidade e ao consumo de matéria

seca digestível. Para Lemaire and Agnusdei, (1999) entre os fatores que determinam a quantidade de forragem consumida e as proporções de cada componente da planta estão a composição química, a facilidade de apreensão e a proporção de folhas da pastagem.

Os valores médios de PB obtidos neste estudo estão de acordo com os valores relatados por Pilau et al. (2005), entre 130 e 200 g⁻¹ kg MS para pastagens de aveia-preta e azevém anual, de acordo com o período de pastejo com novilhas de corte em recria. Aguinaga et al. (2006) avaliando o teor de PB em pastagens de aveia-preta e azevém anual, manejadas sob diferentes intensidades de pastejo, obtiveram teores entre 140 e 150 g⁻¹kg MS, da maior para a menor intensidade avaliada. Portanto, segundo o valor estabelecido no NRC (1984), para a recria de novilhos de corte (129 g/kg de MS), o teor de PB das pastagens de aveia-preta e azevém anual encontrados neste estudo permitem expressar, para essa categoria, o máximo ganho de peso. Apesar dos resultados de valor nutritivo obtidos neste estudo demonstrarem maiores teores de PB nas maiores intensidades de pastejo, as quais foram conduzidas sob menores alturas de manejo do pasto, os resultados para GMD evidenciam menor ganho por animal nesses tratamentos. Assim, mesmo havendo aumento dos teores de FB e FDN com o aumento das alturas de manejo, estes não foram suficientes para restringir o consumo animal, devido à alta massa e oferta de lâminas presentes nos tratamentos conduzidos sob menores intensidades de pastejo, bem como, devido ao aumento dos teores de NDT até as alturas próximas a 30 cm. Deste modo, as alturas manejadas a 30 cm, possibilitaram os maiores desempenhos individuais, em decorrência de

possível melhor oportunidade de seleção e/ou maior consumo de forragem. Com base nisto, observa-se que a quantidade de forragem e, mais precisamente, a biomassa de folhas verdes disponível, têm grande influência no consumo voluntário e, conseqüentemente, no desempenho dos animais (Poppi et al., 1980; Hodgson, 1982; Lemaire and Agnusdei, 1999; Parsons et al., 1999). Assim, a altura do pasto tem reflexo importante sobre a acessibilidade de forragem aos animais, porém, os menores ganhos individuais obtidos no tratamento conduzido a 40 cm sugerem que aumentos em altura e em massa de forragem nem sempre são suficientes para garantir altos ganhos e que outros fatores relacionados à estrutura do pasto podem ser mais relevantes nesses casos (Coleman and Sollenberger, 2007). Enquanto em pastagens muito baixas pode haver restrição de consumo pela dificuldade de apreensão, uma vez que os bovinos utilizam a língua para apreender a forragem, em pastagens demasiadamente altas, esta restrição também pode ocorrer, ocasionada pelo tempo elevado destinado a apreensão da forragem em decorrência da menor oportunidade de seleção causada pelo aumento dos componentes colmo e material senescente (Carvalho et al., 2001). Esta limitação de consumo em função da altura do pasto ficou evidente tanto no tratamento conduzido a 10 cm, como no tratamento conduzido a 40 cm. Assim, a forte influência da OFL sob o GMD dos animais neste estudo (Tabela 3), apresenta-se correta, pois, segundo L'Huillier et al. (1986), avanços em produção animal serão obtidos mantendo-se pastagens com folhas verdes acessíveis nos horizontes superficiais.

A correlação positiva encontrada entre o GMD, ALT e MF,

demonstra que o aumento na quantidade de forragem disponível, tanto em altura como em massa de forragem favoreceu o desempenho individual dos animais em pastejo até alturas próximas a 30 cm. Este resultado vai ao encontro da resposta funcional clássica sugerida por Penning (1986), pela qual os bovinos, assim como qualquer outro herbívoro, têm o seu consumo elevado com o aumento da quantidade de forragem na pastagem, até um ponto de estabilização, representado pela saturação do animal em processar o alimento (Carvalho et al., 2001).

A forte correlação negativa obtida entre o GMD, o GPV e a CA indica que, quanto maiores os valores de ganho individual por animal, menores foram os valores encontrados para o ganho animal por área e para a carga animal empregada. Os menores ganhos por animal em elevadas cargas animais são devido, em parte, ao decréscimo em oferta de forragem (Mott, 1960) e massa de forragem (Hardy et al., 1997), resultando em menor oportunidade de seleção e, em alguns casos, inadequada quantidade de forragem, como mencionado anteriormente. Por outro lado, a produção animal por área tende a aumentar quando se utilizam elevadas cargas animais (Mott, 1960; Gunter et al., 2005; Carvalho et al., 2010). Desta maneira, a carga animal pode ser considerada a variável mais importante capaz de afetar o desempenho animal de bovinos em pastejo (Guerrero et al., 1984; Bransby et al., 1988; Gillen et al., 1992), evidenciada neste estudo, principalmente pela alta correlação negativa obtida entre esta, e as variáveis de MF, OF, ML, OFL.

Os resultados para GMD e GPV no presente estudo estão de acordo com os obtidos anteriormente por Cassol (2003), Aguinaga et al. (2006) e

Lopes et al. (2008), avaliando a produção animal em pastos de aveia-preta e azevém anual sob diferentes intensidades de pastejo, neste protocolo experimental. Deste modo, acréscimos em altura superiores a faixa dos 30 cm, proporcionaram queda do desempenho individual dos animais, conquanto, menores alturas de manejo do pasto proporcionaram melhores resultados para o ganho animal por área. Assim, a intensidade de pastejo ótima a ser utilizada em um determinado sistema de produção, irá depender das metas de produção estabelecidas, considerando-se a relação existente entre o máximo desempenho animal individual e a máxima produção animal por área (Maraschin, 2001).

Os resultados obtidos para o PV demonstram que este aumentou com o incremento da altura do pasto até 30 cm, acompanhando a resposta quadrática do desempenho individual dos novilhos. Desta forma, a correlação positiva existente entre o PV dos animais e o GMD, bem como, a resposta quadrática do ECCF com o incremento das alturas de manejo do pasto, e a correlação positiva deste com a MF, comprovam a importância de se priorizar o desempenho individual quando se busca qualidade de carcaça, fundamental tanto para o produtor como para o frigorífico (Aguinaga, et al., 2006). Os dados obtidos para PCQ e PCF indicam que, com o aumento da altura da pastagem até 30 cm, podem ser obtidos melhores pesos de carcaças, favorecendo o peso dos cortes comerciais, expressado pelo peso de dianteiro, de costela e de posterior (Figura 7; Figura 8).

Com relação ao RCF de 53,5% obtido neste estudo, este é considerado normal para esta categoria e corrobora com o obtido

anteriormente por Lopes et al. (2008), de 54,6%, avaliando o rendimento de carcaça fria de novilhos superprecoces abatidos aos 14 meses, neste protocolo experimental. Este rendimento foi, no entanto, superior ao obtido por Aguinaga et al. (2006), que reportaram rendimento médio de carcaça fria de 51%, também em estudo realizado neste protocolo experimental, e ao obtido por Restle and Vaz (1997), de 51,1%, com novilhos Hereford abatidos aos 14 meses em confinamento, com peso de carcaça fria médio superior ao deste estudo (189,5kg). Com os valores expressos em percentagem de carcaça, os resultados obtidos neste experimento são similares aos encontrados por Restle and Vaz (1997) (48,6, 14,0, 37,3% vs 48,5, 12,7 e 38,8%, respectivamente para posterior, costilhar e dianteiro), trabalhando com novilhos inteiros vs castrados, abatidos aos 14 meses. A similaridade desses resultados pode ser importante para consolidar uma ferramenta de estimação de tamanho de cortes comerciais de novilhos superprecoces com base no peso de abate ou peso de carcaça fria (Lopes et al., 2008).

Os resultados obtidos neste experimento e em outros desenvolvidos no Sul do Brasil demonstram o alto potencial de produção de carne bovina em pastagens. Porém, deve-se considerar que as elevadas produções por área, geradas no tratamento manejado a 10 cm de altura (495 kg de PV⁻¹ ha em 122 dias), aumentam as possibilidades de degradação e de mudanças nas características físicas do solo e, quando da utilização de animais em pastejo em áreas destinadas à agricultura, é importante salientar que esse tratamento proporcionou a menor massa de forragem disponível (Figura 2) (Aguinaga et al., 2006). Em SILP, a baixa quantidade de forragem no sistema, além

constituir cenário de limitação de alimento, também proporciona menor quantidade de tecido vegetal presente entre o casco do animal e a superfície do solo, ocasionando menor absorção do impacto do animal e contribuindo para possíveis alterações negativas na estrutura do solo e conseqüentemente no rendimento da cultura de grãos, implantada em sucessão ao pastejo (Carvalho et al., 2007; Clark et al., 2004). Para minimizar os efeitos do casco dos animais sobre o solo, é fundamental que haja uma quantidade adequada de cobertura vegetal sobre o mesmo, funcionando como amortecedor da pressão exercida pelos animais. Além do mais, a manutenção da cobertura vegetal em SPD é essencial para o desempenho do sistema, visto que, a existência de resíduos minimiza a erosão do solo, eleva a retenção de água e melhora a qualidade do solo (Seta et al., 1993; Tanaka and Anderson, 1997; Wienhold et al., 2006).

Para que o SPD possa manifestar todo o seu potencial, Denardin and Kochhann (1993) e Ruedell (1998) sugerem uma adição anual de 6 000 kg ha⁻¹.ano de palha na superfície, porém Bayer (1996) comenta que quantidades tão elevadas de palha somente são possíveis em sistemas de produção que incluam a utilização de culturas de cobertura associadas à rotação de culturas e que a cultura da soja, devido à pequena quantidade de palha produzida (2500 kg ha⁻¹.ano), necessita ser precedida por cultura com elevado potencial de produção de palha.

Neste sentido, a produção de PR obtida na maior intensidade de pastejo empregada no presente estudo (10 cm: 979 kg ha⁻¹ de MS), estaria muito aquém da desejável. Este tratamento, além de proporcionar os menores

ganhos animais individuais, bem como, os menores valores para peso de carcaças e de cortes comerciais de novilhos, ainda favorece a compactação do solo, pela aplicação de altas cargas na superfície do solo (Taylor and Brar, 1991; Soane and Ouwerkerk, 1994). A aplicação de altas cargas na superfície do solo afeta não só a densidade deste, mas também reduz sua porosidade, limitando, desta forma, a aeração e o transporte de água, os quais alterarão a ciclagem de nutrientes e a exploração potencial de raízes (Franzluebbers, 2007b; Qin et al., 2004). Assim, em situações de elevada umidade do solo e alta carga animal, o pisoteio animal pode provocar alterações suficientes na superfície do solo, capazes de causar a redução no crescimento de plantas e contribuir tanto para a erosão do solo, como para a perda de nutrientes via lixiviação, durante a ocorrência de chuvas intensas (Franzluebbers, 2007b).

Apesar da quantidade de PR ter sido elevada no tratamento SP (5412 kg ha⁻¹ de MS), contribuindo para um maior aporte de resíduos e possível redução da erosão do solo, esse tratamento não possibilita a maximização da renda pela terminação de novilhos em pastejo. Deste modo, a PR obtida no tratamento 30 cm (2929 kg ha⁻¹ de MS), o qual proporcionou os melhores ganhos animais individuais e os melhores resultados para peso de carcaça e de cortes comerciais; quando somada à quantidade de palhada produzida pela soja na seqüência, possibilita atingir níveis de aporte de resíduos superiores a 5000 kg ha⁻¹ de MS.ano⁻¹, contribuindo para o controle da erosão em 90 a 95%, em solo com 7,5% de declive segundo Lopes et al., (1987).

Assim, dependendo do manejo aplicado sobre as pastagens de

inverno e da cultura de verão utilizada, pode-se alcançar suficiente aporte de palhada para o SPD, mesmo em SILP. Flores et al. (2007) e Flores (2008) trabalhando sob as mesmas condições experimentais que o presente estudo, demonstraram não haver diferenças nos atributos físicos do solo relacionados com a compactação, e os autores observaram que, mesmo com níveis de palhada residual próximos a 2000 kg ha⁻¹ de MS, não foi registrado comprometimento da produção de grãos de soja no cultivo subsequente.

Portanto, o manejo da intensidade de pastejo em SILP exerce fundamental importância, uma vez que este pode influenciar a produção vegetal, animal e as respostas econômicas obtidas no sistema (Bernardo and McCollum, 1987; Gillen and McCollum, 1992; McCollum et al., 1999).

5. Conclusões

O desempenho individual de novilhos de corte em pastagens de aveia-preta e azevém anual é otimizado com o aumento da altura de manejo até valores próximos a 30 cm, o qual é relacionado a massa de forragem em torno de 3800 kg MS ha⁻¹. O ganho por área e a carga animal diminuem linearmente com o aumento da altura da pastagem. Melhores resultados em características quantitativas da carcaça são obtidos quando a pastagem de aveia + azevém é manejada com altura de 30 cm. Portanto, pastagens hibernais integradas em sistemas com cultivo de grãos permitem, em um único ciclo, a terminação de novilhos aos 14 meses. O manejo do pasto com altura próxima a 30 cm permite, além da maximização do desempenho individual dos animais, a obtenção de um adequado nível de palhada residual para o cultivo

de verão subsequente.

Referências:

- Aguinaga, A.A.Q., Carvalho, P.C.F., Anghinoni, I., Santos, D.T., Freitas, F.K., Lopes, M.L.T. 2006. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Rev. Bras. Zoot.**, 35 (4), 1765-1773.
- Aguinaga, A.A.Q., Carvalho, P.C.F., Anghinoni, I., Pilau, A., Aguinaga, A.J.Q., Gianluppi, G.D.F. 2008. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas **Rev. Bras. Zoot.**, 37 (9), 1523-1530.
- Association Of Official Analytical Chemists – AOAC. 1984. **Official methods of analysis**. 14.ed. Washington, D.C., 1141p.
- Baggio, C. 2007. **Comportamento em pastejo de novilhos em uma pastagem de inverno submetida a diferentes alturas de manejo** . 137 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- Baggio, C., Carvalho, P.C.F., Silva, J.L.S., Rocha, L.M., Bremm, C., Santos, D.T., Monteiro, A.L.G. 2008. Padrões de uso do tempo por novilhos em pastagem consorciada de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). **Rev. Bras. Zoot.** 37 (11), 1912-1918.
- Baggio C, Carvalho P.C.F., Silva J.L.S., Anghinoni, I., Lopes, M.L.T, Thurow, J.M. 2009. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Rev. Bras. Zoot.** 38 (2), 215-222
- Barber, W.P.B., Adamson, A.H., Altman, J.F.B. 1984. New methods of feed evaluation. In: Haresign, W., Cole, D.J.A. (Eds.) **Recent advances in animal nutrition**. London, Butterworths, p.161-176.
- Barbosa, C.M.P., Carvalho, P.C.F., Cauduro, G.F., Devicenzi, T., Nabinger, C., Jacques, A.V.A. 2008. Efeito de métodos e intensidades de pastejo sobre a ressemeadura natural de azevém anual. **Acta Sci. Anim. Sci.** 30 (4), 387-393.
- Barthram, G.T. 1981. Sward structure and the depth of the grazed horizon. **Grass Forage Sci.**, 36 (2), 130-131.

- Barthram, G.T. 1985. **Experimental techniques** : the HFRO sward stick. Hill Farming Research Organization/Biennial Report, 1985. p.29-30.
- Bayer, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. 1996. 240f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- Bernardo, D. B., Mccollum, F. T. 1987. An economic analysis of intensive-early stocking. in Oklahoma **Agric. Exp. Stn. Res. Rep.** Stillwater, 238–242.
- Blaser, R.E. 1982. Integrated pasture and animal management. **Tropical Grasslands**, 16 (9), p.9-24.
- Blaser, R.E. 1990. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In: **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1990. p.157-205.
- Bransby, D.I., Conrad, B.E., Dicks, H.M., Drane, J.W. 1988. Justification for grazing intensity experiments: Analysis and interpreting grazing data. **J. Range Manage.** 41, 274–279.
- Carvalho, P.C.F., Ribeiro Filho, H.M.N., Poli, C.H.E.C. Moraes, A., Delagarde, R. 2001. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, 38, 853-871.
- Carvalho P.C.F., Anghinoni I., Moraes A., Trein, C.R., Flores, J.P.C., Cepik C.T.C., Levien, R., Lopes, M.T., Baggio, C., Lang C.R., Sulc, R.M., Pelissari, A. 2005. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: Gottschall CS, Silva JLS, Rodrigues NC (eds) **Proceedings of Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. ULBRA, Canoas, 2005.
- Carvalho P.C.F., Silva, J.L.S., Moraes, A., Fontanelli, R.S., Macari, S., Bremm, C., Trindade, J.K. 2007. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária In: Moraes A, Carvalho PCF et al (eds) SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.
- Cassol, L.C. 2003. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 157f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- Clark, J.T., Russell, J.R., Karlen, D.L., Singleton, P.L., Busby, W.D., Peterson,

- B.C. 2004. Soil surface property and soybean yield response to corn stover grazing. **Agron. J.**, 96 (5), 1364-1371.
- Coleman, S.W., and L.E. Sollenberger. 2007. Plant-herbivore interactions. In R.F Barnes et al. (ed.) **Forages - The science of grassland agriculture**, Blackwell Publishing, Ames, IA. p.123-136.
- Denardin, J.E., Kochhann, R.A. 1993. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, Aldeia Norte, p. 19-27.
- Drescher, M., Heitkönig, I.M.A., Raats, J.G., Prins, H.H.T. 2006. The role of grass stems as structural foraging deterrents and their effects on the foraging behaviour of cattle. **Appl. Anim. Beh. Sci.** 101, 10-26.
- Duru, M., Ducrocq, H. 2000. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, 85, 635-643.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Cerrados; Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306p
- Flores, J.P.C., Anghinoni, I., Cassol, L.C., Carvalho, P.C.F. Leite, J.G.D.B., Fraga, T.I. 2007. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, Viçosa, 31 (4), 771-780.
- Flores, J.P.C. 2008. **Atributos físicos e químicos do solo e rendimento de soja Sob integração lavoura-pecuária em sistemas de manejo**. 2008. 114f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- Floss, E.L. 1988. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* Sp) e azevém (*Lolium* Sp). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1988. 358p.
- Forbes, T.D.A., Hodgson, J. 1985. Comparative studies of the influence of sward conditions on the ingestive behaviour of cows and sheep. **Grass Forage Sci.** 40, 69-77.
- Frame, J. 1981. Herbage mass. In: HODGSON, J. et al. and LEAVER, J.D. (Ed.). **Sward measurement handbook**. British Grassland Society, Hurley, U.K. British Grasslands Society, p.39-67.
- Franzluebbers, A.J. 2007a. Integrated Crop-Livestock Systems in the

- Southeastern USA. **Agron. J.** 99, 361–372.
- Franzluebbers, A.J. 2007b. Soil Physical Aspects of Integrated Crop-Livestock. In: Moraes A, Carvalho PCF et al (eds) SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.
- Gillen, R.L., Mccollum, F.T. 1992. Effect of stocking rate on livestock gain and economic return. In: Marvin Klemme Range Res. Stn. Field Day Rep., Oklahoma **Agric. Exp. Stn.**, Stillwater, 3–5.
- Ginnett, T.F., Dankosky, J.A., Deo, G., Demment, M.W. 1999. Patch depression in grazers: the roles of biomass distribution and residual stems. **Funct. Ecol.** 13, 37–44.
- Gordon, I.J., Benvenuti, M. 2006. Food in 3D: how ruminant livestock interact with sown sward architecture at bite scale. In: Bels, V. (Ed.). **Feeding in domestic vertebrates: from structure to behavior**. CABInternational, p.263-277.
- Guerrero, J.N., B.E. Conrad, E.C. Holt, H.Wu. 1984. Production of animal performance on bermudagrass pasture from available forage. **Agron. J.** 76, 577–580.
- Gunter, S.A., Beck, P.A., Hutchison, S., Phillips, J.M. 2005. Effects of stocking and nitrogen fertilization rates on steers grazing dallisgrass-dominated pasture. **J Anim Sci.** 83, 2235-2242.
- Hardy, M.B., Meissner, H.H., O'Reagain, P.J. 1997. Forage intake and free-ranging ruminants: A tropical perspective. In J.G. Buchanan-Smith et al. (ed.) **Proc. Int. Grassl. Congr., 18th**. Winnipeg and Saskatoon, Canada. 8–17 June 1997. Association Management Centre, Calgary, AB, Canada p. 45–52.
- Hernández Garay, A., Sollenberger, L.E., McDonald, D.C., Rueggsegger, G.J., Kalmbacher, R.S., Mislevy, P. 2004. Nitrogen fertilization and stocking rate affect stargrass pasture and cattle performance. **Crop Sci.** 44, 1348–1354.
- Hodgson, J., 1981. Sward studies: objectives and priorities. In: J. Hodgson et al., editors. **Sward Measurement Handbook**. British Grassland Society. p 1-14.
- Hodgson, J. 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In HACKER, J.B.(Ed.) Nutritional limits to animal production from pastures. (1982:St Lucia), **Proceedings...** St Lucia, Queensland, pp. 153-166.
- Hodgson, J. 1990. **Grazing management: science into practice**. London:

Longman Scientific & Technical, 1990. 203p

- Inyang, U., Vendramini, J. M. B., Sollenberger, L. E., Sellers, B. , Adesogan, A., Paiva, L., Lunpha A. 2010. Forage species and stocking rate effects on animal performance and herbage responses of 'Mulato' and Bahiagrass pastures. **Crop Sci.** 50, 1079–1085.
- Lemaire, G.; Chapman. D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.
- Lemaire, G., Agnusdei, M. 1999. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM GRASSLAND COPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. **Anais...** Universidade Federal de Curitiba, 1999. p.165-186.
- L'Huillier, P.J., Poppi, D.P., Fraser, T.J. 1986. Influence of structure and composition of ryegrass and prairie grass-white clover swards on the grazed horizon and diet harvested by sheep. **Grass Forage Sci.** 41, 259-267.
- Lopes, P.R.C., Cogo, N.P., Levien, R. 1987. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhadas uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, Campinas, 11(1), 71-75.
- Lopes, M.L.T., Carvalho P.C.F., Anghinoni I., Santos, D.T., Kussl, F., Freitas, F.K., Flores, J.P.C. 2008. Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciên. Rur.** 38 (1), 178-184.
- Lopes, M.L.T, Carvalho P.C.F., Anghinoni I., Santos, D.T., Aguinaga, A.A.Q., Flores, J.P.C, Moraes, A. 2009. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciên. Rur.** 39 (5), 1499-1506.
- Mannetje, L.'t. 2000. Measuring biomass of grassland vegetation. 2000. In: MANNETJE, L.'t.; JONES, R.M. **Field and laborator y met hods for grassland and animal production research** . Cambridge: CAB International, 2000. p.151-178.
- Maraschin, G.E. 2001. Production potential of South America grasslands. In J.A. Gomide et al. (ed.) **Proc. Int. Grassl. Congr.** , 19th, Piracicaba, Brasil. 11–21 Fevereiro. 2001. Piracicaba, Brasil, p. 5–18.
- Mccollum, F.T., Gillen, R.L., Karges, B.R., Hodges, M.E. 1999. Stocker cattle response to grazing management in tall grass prairie. **J. Range Manage.**

52, 120–126.

- Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul** . Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 41p.
- Mott, G.O.; Lucas H.L. 1952. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: Internacional Grassland Congress, 6., 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: State College, 1952. p 1380-1395.
- Mott, G.O. 1960. Grazing pressure and measurement of pasture production. *In* C.L. Skidmore (ed.) **Proc. Int. Grassl. Congr.**, 8th, Reading, UK. 11–21 July. Univ. of Reading Press, Reading, UK. p. 606–611.
- Nabinger, C. 1997. Princípios da exploração intensiva de Pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p.15-95.
- National Research Council - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle** . 6.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1984. 90p.
- Palhano, A.L.S, Carvalho, P.C.F., Dittrich, J.R., Moraes, A., Silva, S.C., Monteiro, A.L.G. 2006. Padrões de deslocamento e procura por forragem de novilhas leiteiras em pastagem de capim-mombaça. **Rev. Bras. Zoot.** , 35 (6), p.2253-2259.
- Parsons, A.J., Carrère, P., Schwinning, S. 1999. Dynamics of heterogeneity in a grazed sward. In: GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p.187-214.
- Penning, P.D. 1986. “Some effects of sward conditions on grazing behaviour and intake by sheep”. In: GUDMUNDSSON, O. (Ed.) **Grazing research at northern latitudes** . Proceedings... NATO Advanced Research Workshop, Hvanneyri, Iceland, pp. 219-226.
- Pilau, A., Rocha, M.G., Restle, J., Silva, J. H.S., Freitas, F.K, Macari, S. 2005. Desenvolvimento de novilhas de corte recebendo ou não suplementação energética em pastagem com diferentes disponibilidades de forragem. **Rev. Bras. Zoot.** 34 (5), 1483-1492.
- Pontes, L.S., Carvalho, P.C.F., Nabinger, C., Soares, A.B. 2004. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium Multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Rev. Bras. Zoot.**, 33 (3), 529-537.
- Poppi, D.P., D.J. Minson, and J.H. Ternouth. 1980. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses: I. The voluntary, digestibility and

- retention time in the reticulo-rumen. **Aust. J. Agric. Res.** 32, 99–108.
- Qin, R., Peter S., Richner, W. 2004. Impact of Tillage on Root Systems of Winter Wheat. **Agron. J.** 96, 1523-1530.
- Restle, J., Vaz, F. 1997. Aspectos quantitativos da carcaça de machos Hereford, inteiros e castrados, abatidos aos quatorze meses. **Pesq. Agropec. Bras.**, 32, (1), 1091-1095.
- Roman, J. **Relação planta-animal em diferentes Intensidades de pastejo com ovinos em Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.)**. 2006. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- Ruedell, J. 1998. A soja numa agricultura sustentável. In: SILVA, M.T.B. da (Ed.). **A soja em rotação de culturas no plantio direto**. Cruz Alta: Fundacep; Fecotrigo, p.1-34.
- Santos, D.T. 2007. **Manipulação da oferta de forragem em pastagem natural: Efeitos sobre o ambiente de pastejo e o desenvolvimento de novilhas de corte**. 154f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- Seta, A.K., Blevin, R.L., Frye, W.W., Barfield, B.J. 1993. Reducing soil erosion and agrichemical losses with conservation tillage. **J. Environ. Qual.** 22, 661–665.
- Silveira, E. O. 2001. **Produção e comportamento ingestivo de cordeiros em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejado a diferentes alturas**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. 2001.
- Soane, B. D., Ouwerkerk, C. V. 1994. Soil compaction problems in world agriculture. In: SOANE, B. D.; OUWERKERK, C. V., eds. **Soil compaction in crop production**. Amsterdam: Elsevier, p.1-21.
- Sollenberger, L.E., Moore, J.E. 1997. Assessing forage allowance-animal performance relationships on grazed pasture. **Agronomy Abstracts**, p.140-141.
- Sollenberger, L.E., Moore, J.E., Allen, V.G., Pedreira, C.G.S. 2005. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Sci.**, 2005, 45 (3), 896-900.
- Souto, M.S. 2006. **Pastagem de aveia e azevém na integração lavoura-pecuária: produção de leite e características do solo**. 2006. 80f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Curso de Pós-graduação

em Agronomia, Universidade Federal do Paraná

- Statistical Analysis System - SAS. **User's guide statistics**. Cary: 2001. 155p.
- Stewart, R.L.Jr., Sollenberger, L.E., Dubeux, J.C.B.Jr., Vendramini, J.M.B., Interrante, S.M., Newman, Y.C. 2007. Herbage and animal responses to management intensity of continuously stocked bahiagrass pastures. **Agron. J.** 99, 107-112.
- Streck, E.V, Kämpf, N., Dalmolin, R.S.D., Klamt, E., Nascimento, P.C., Schneider, P. 2002. Principais classes de solo identificadas no Rio Grande do Sul. In: STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. et al. (Eds). **Solos do Rio Grande do Sul** . 1.ed. Porto Alegre: Emater/RS; UFRGS, 2002. p.23-50.
- Sulc, R.M., Tracy, B.F. 2007. Integrated crop-livestock systems in the U.S. corn belt. **Agron. J.**, Madison, 99 (2), 335-345
- Tanaka, D.L., Anderson, R.L. 1997. Soil water storage and precipitation storage efficiency of conservation tillage systems. **J. Soil Water Conserv.** 52, 363–367.
- Taylor, H. M., Brar, G. S. 1991. Effect of soil compaction on root development. **Soil & Tillage Res.** 19 (1), 111-119.
- Tracy, B.F., Zhang, Y. 2008. Soil Compaction, Corn Yield Response, and Soil Nutrient Pool Dynamics within a Integrated Crop-Livestock System in Illinois. **Crop. Sci.** 48, 1211–1218.
- Wienhold, B.J., Pikul, Jr. J.L., Liebig, M.A., Mikha, M.M., Varvel, G.E., Doran, J.W. Andrews, S.S. 2006. Cropping system effects on soil quality in the Great Plains: Summary from a regional project. **Renew. Agric. Food Syst.** 20(1), 49–59.

CAPÍTULO III:

Variabilidade espacial do pasto e da resistência do solo à penetração em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto²

² Artigo redigido segundo as normas da revista Soil & Tillage Research

Variabilidade espacial do pasto e da resistência do solo à penetração em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes intensidades de pastejo sobre a produção de forragem de uma pastagem de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e a variabilidade espacial do pasto e da resistência mecânica do solo à penetração, em um sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. Os tratamentos avaliados consistiram das alturas de manejo de 10, 20, 30 e 40 cm; e de um tratamento sem pastejo (SP). O estudo foi desenvolvido de maio a novembro de 2008, no município de Tupanciretã, RS, Brasil. Para a implantação dos tratamentos foram utilizados novilhos de corte, provenientes de cruzamento entre as raças Angus, Hereford e Nelore. Esses foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos completos ao acaso, com três repetições, permanecendo em pastejo por 122 dias. As alturas médias reais encontradas para os cinco tratamentos avaliados corresponderam a 14,1; 22,6; 32,0; 41,1 e 45,0 cm, respectivamente. As variáveis massa de forragem (MF) e oferta de forragem (OF) ($P < 0,0001$) responderam de maneira positiva e linear ao incremento da altura do pasto (ALT). O mesmo foi verificado para a palhada residual (PR) ($P = 0,0001$). Foi constatada a existência de variabilidade espacial nas alturas do pasto após a retirada dos animais da área, ao final do ciclo de utilização da pastagem, evidenciando o efeito dos animais em pastejo sobre a criação e manutenção da heterogeneidade em ambientes pastoris. Os valores de resistência mecânica do solo à penetração também apresentaram variabilidade espacial, principalmente, nas camadas superficiais do solo. Os tratamentos conduzidos sob maiores intensidades de pastejo apresentaram valores superiores de resistência do solo à penetração quando comparados aos tratamentos conduzidos sob menores intensidades de pastejo. Os valores obtidos mostraram que o efeito do pastejo é detectado até a profundidade de 0,20 m. Os resultados sugerem que sob intensidades de pastejo moderadas, há suficiente quantidade de forragem para o consumo animal, bem como, para a cobertura do solo. Nessas situações, as alterações nos atributos físicos do solo não parecem ser fator restritivo a cultura subsequente.

Palavras-chave: carga animal, compactação do solo, heterogeneidade do pasto, intensidade de pastejo, pastagem temperada, georreferenciamento.

Spatial variability in sward height and soil penetration resistance in a crop-livestock system under no-tillage

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of different grazing intensities on herbage production in a pasture of black-oats (*Avena strigosa* Schreb.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) and the spatial variability in sward height and soil penetration resistance across the pasture within a crop-livestock system under no-tillage. The treatments consisted of four grazed sward heights (10, 20, 30, 40 cm) and a no grazing (NG) control. The study was conducted from May to November 2008 near Tupanciretã, RS, Brazil. Beef steers (Angus x Hereford x Nelore) were distributed in a randomized complete block design, with three replications, where they grazed for 122 days. The observed average sward heights in the five treatments were 14.1, 22.6, 32.0, 41.1 and 45.0 cm, respectively. Forage mass (FM), forage allowance (FA), and residual straw (RS) responded positively and linearly ($P < 0.0001$) to increasing sward height. Spatial variability in sward height was observed after the removal of animals from the treatments at the end of the grazing cycle, indicating the grazing animals were instrumental in the establishment and maintenance of heterogeneity in this pastoral environment. Soil penetration resistance also showed spatial variability, especially in the superficial soil layers. The treatments conducted under higher grazing intensities showed greater resistance to soil penetration compared with treatments conducted under lower grazing intensities. The effect of grazing was detected to a depth of 0,20 m. The results suggest that under moderate grazing intensities, there is a sufficient quantity of forage for animal consumption as well as for providing residue ground cover for the subsequent grain crop in a no-till system. In these situations, changes in soil physical attributes caused by grazing do not seem to be a limiting factor to subsequent crops.

Keywords: sward heterogeneity, grazing intensity, temperate pasture, stocking rate, soil compaction, geo-referencing.

1. Introdução

Existe uma preocupação pertinente por parte dos produtores rurais quanto aos prejuízos que o pastejo sob áreas agrícolas pode vir a causar nos atributos físicos do solo e conseqüentemente, no estabelecimento e rendimento das culturas de grãos (Albuquerque et al., 2001; Tracy and Zhang, 2008). Dentre os critérios que devem ser seguidos para que o sistema de integração lavoura-pecuária possa funcionar adequadamente, estão a utilização de cargas animais moderadas e a presença contínua e homogênea da cobertura do solo (Salton and Carvalho, 2007).

Nesse contexto, o manejo das pastagens no sistema deverá merecer especial atenção. Além de existirem inúmeras fontes possíveis de heterogeneidade intrínsecas ao ambiente, os animais também contribuem para a sua criação e a sua manutenção, já que a desfolha, o pisoteio e a deposição de esterco e urina causam profundo efeito na criação de variância no crescimento de plantas, gerando variabilidade espacial e temporal em ambientes pastoris (Marriott and Carrère, 1998; Schwining and Parsons, 1996; Tallowin et al., 2005; Chapman et al., 2007). Assim, torna-se fundamental o estudo da presença do animal nas origens e dinâmicas da heterogeneidade espacial em sistemas integrados de produção, pois esta pode afetar a implantação da cultura de grãos na sequência (Parsons et al., 2000; Salton and Carvalho, 2007).

A avaliação da compactação do solo em pontos específicos do ambiente de pastejo pode ser obtida por medidas de força do solo, pelo uso de penetrômetros, já que este surge como um método simples, que fornece rápido

acesso aos dados de força de um solo agrícola (Domsch et al., 2006). Nesse contexto, Laca and Ortega (1995) consideram a heterogeneidade importante para explicar e entender as interrelações solo-planta-animal. Esses autores sugerem que a quantificação da distribuição espacial de uma vegetação pastoril é necessária para a predição e manejo dos impactos de pastejo de forma mais eficiente.

As avaliações da variabilidade espacial em um ambiente pastoril requerem a coleta de dados em vários locais da pastagem. O estudo da variabilidade espacial por meio do georreferenciamento possibilita a interpretação dos resultados com base na estrutura da variabilidade natural dos atributos avaliados, considerando a dependência espacial dentro do intervalo de amostragem. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes intensidades de pastejo sobre a produção de forragem de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual e a variabilidade espacial do pasto e da resistência mecânica do solo à penetração, em um sistema de integração lavoura-pecuária.

2. Material e Métodos

2.1. Descrição local

O estudo foi desenvolvido de maio a novembro de 2008, em área pertencente à Fazenda do Espinilho, no município de Tupanciretã, na região fisiográfica do Planalto Médio, RS, Brasil (29° 03' 10" S; 53° 50' 44" W; 465 m de altitude). A área utilizada é conduzida sob Sistema Plantio Direto (SPD) desde 1991, ano em que foi implantada uma sucessão de cultivo de soja

(*Glycine max*. (L.) Merr) e aveia-preta, para produção de grãos e sementes, respectivamente. Em maio de 2001, aproximadamente 22 ha foram convertidos em área experimental, em um sistema integrando a produção de grãos com a produção animal na mesma área. Nesse ano, foi implantada uma mistura forrageira de aveia-preta e azevém anual em sucessão à cultura da soja, com a introdução de animais em pastejo destinados à engorda e abate.

A região estudada apresenta temperatura média anual de 17,1°C, precipitação média anual de 1767 mm e clima definido como subtropical úmido (Cfa), segundo classificação climática de Köppen (Moreno, 1961). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, desenvolvido a partir de rochas eruptivas básicas. Caracteriza-se por ser profundo, bem drenado, com coloração vermelho-escura e textura muito argilosa, com teores de argila superiores a 60% (Embrapa, 2006). Quanto ao relevo, este se apresenta suave-ondulado (Streck et al., 2002), representado por colinas suaves e arredondadas.

2.2. Delineamento Experimental

A área de 21,36 ha foi subdividida em doze unidades experimentais (piquetes), com auxílio de cercas elétricas, de forma a manter quatro diferentes alturas de manejo do pasto. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados, em três repetições, com piquetes de área variável entre 1 e 3 ha aproximadamente (Figura 1). As áreas foram ajustadas em função da carga animal necessária para atingir e manter as alturas de manejo do pasto pretendidas em 10, 20, 30 e 40 cm. Além destas, isolou-se do

pastejo duas faixas de aproximadamente 1000 m² cada, localizadas entre as divisas dos blocos, as quais constituíram a área testemunha sem pastejo.

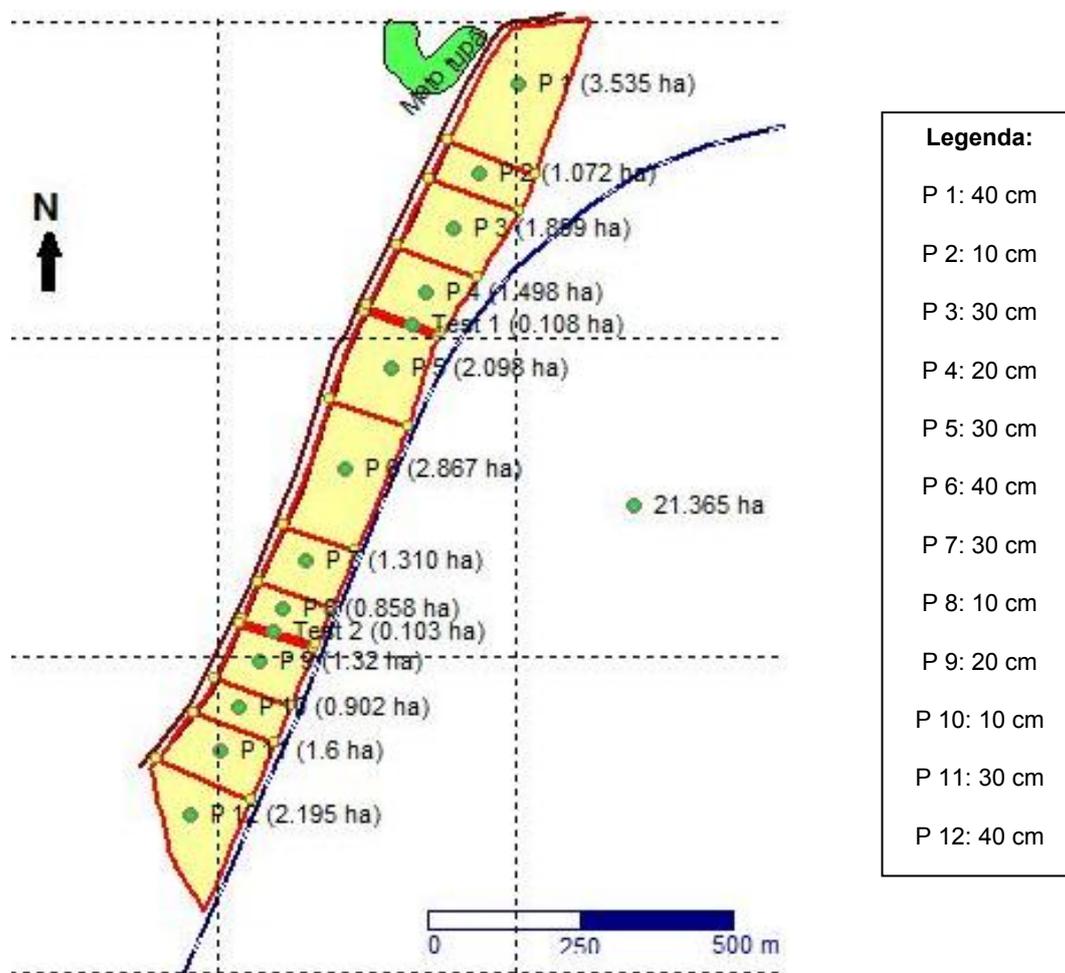


Fig. 1. Croqui da área experimental com divisão das parcelas (P1 a P12) e blocos separados por Test 1 e Test 2.

As alturas pretendidas foram mantidas constantes por utilização de lotação contínua, com taxa de lotação variável. Para tanto, utilizou-se 3 animais-teste em cada piquete, além de um número variável de animais reguladores, os quais entravam e saíam do piquete conforme a necessidade de ajuste da altura, através da técnica “*put-and-take*” sugerida por Mott & Lucas

(1952).

2.3. Condução do experimento

A aveia-preta foi implantada em maio de 2008, logo após a colheita da soja. A densidade de semeadura utilizada foi de 100 kg ha⁻¹ de sementes, sendo o azevém proveniente de ressemeadura natural decorrente da implantação em anos anteriores. A adubação de semeadura utilizada foi de 300 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, ocorrendo uma aplicação de nitrogênio (N) em cobertura na dose de 45 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia, quando a cultura da aveia-preta atingiu o estágio de perfilhamento.

O pastejo teve início em 17/07/08, momento em que a altura média do pasto atingiu 28 cm e cerca de 1700 kg ha⁻¹ de matéria seca (MS). Foram utilizados ao total 81 bovinos de corte, machos castrados, provenientes de cruzamento entre as raças Angus, Hereford e Nelore, sem grau de sangue definido, os quais foram oriundos do plantel existente na propriedade. Desse total, 36 animais constituíram os chamados animais-teste, os quais permaneceram em pastejo durante todo o período experimental. A permanência desses na área estendeu-se por 122 dias, até 15/11/08, quando os animais foram retirados e encaminhados para o abate.

2.4. Avaliações básicas

Para caracterização da estrutura vertical do pasto, efetuou-se o monitoramento de sua altura pelo uso do método da régua (*sward stick*), proposto por Barthram (1985), em que um marcador corre por um bastão

graduado até tocar em alguma superfície foliar do dossel. Esse monitoramento foi realizado aproximadamente a cada 15 dias, pela leitura, em uma formação em “W”, de 100 pontos amostrais por piquete, de modo a compor o valor médio de altura do pasto (ALT, cm) em cada unidade experimental. A fim de que as alturas pretendidas fossem mantidas constantes, ajustes na taxa de lotação foram realizados em intervalos de aproximadamente 15 dias, perfazendo um total de oito avaliações.

As estimativas de massa de forragem (MF, kg ha⁻¹ de MS) foram realizadas em intervalos de aproximadamente 30 dias. Para tanto, foram realizados cinco cortes destrutivos da pastagem em locais aleatórios, delimitados por um quadrado de metal de 0,25 m². Juntamente com esta avaliação, foi realizada a medição da altura do pasto com o “*sward stick*”, em 10 pontos dentro da área delimitada pelo quadrado, para posterior ajuste da MF em função da altura real do pasto, por meio de uma equação de regressão ($y = b_0 + b_1x$). Todas as amostras foram coletadas rentes ao solo, utilizando-se tesoura, em área de 0,25m². Posteriormente, estas foram pré-secadas em estufa de ar de circulação forçada a 65°C por 72 horas e pesadas em balança de precisão.

A oferta de forragem (OF, kg de MS⁻¹ kg de peso vivo⁻¹ dia) foi expressa pela fração entre a forragem disponível e a carga animal média, adotando-se metodologia descrita por Sollenberger et al. (2005). A proporção dos componentes estruturais do pasto foi atingida por separação morfológica dos cortes de MF, em três datas distintas, 13/08/08, 08/09/08 e 09/11/08. A partir desses cortes, obtiveram-se as frações lâmina foliar, colmo juntamente

com bainha, inflorescência e material senescente. Depois de separadas, essas frações foram encaminhadas à estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas, para posterior pesagem. Com a proporção dos componentes estruturais do pasto verificadas nas datas anteriormente citadas, obteve-se a massa de lâminas foliares estimada (ML) para todo o período de pastejo. Essa foi atingida através de regressão linear em nível de 5% de significância, sendo a massa estimada segundo valores de alturas reais do pasto. Para determinação da oferta desse componente estrutural, seguiu-se metodologia descrita por Sollenberger et al. (2005).

Para a obtenção dos dados referentes à palhada residual (PR, kg ha⁻¹ de MS), coletou-se todo o material existente sobre o solo, após o corte de MF do último período de avaliação.

A carga animal média (CA, kg de peso vivo⁻¹ ha⁻¹ dia) do período de pastejo foi calculada para cada piquete, somando-se ao peso médio dos animais-teste, o peso médio de cada animal regulador multiplicado pelo número de dias que este permaneceu em pastejo, dividindo este valor pelo número total de dias de pastejo.

2.5. Avaliações quanto à variabilidade espacial

A caracterização da heterogeneidade existente no ambiente pastoril e na compactação do solo realizou-se ao fim do ciclo de utilização da pastagem (122 dias), em novembro de 2008. Para a verificação da variabilidade espacial existente entre e dentro de cada piquete, as variáveis analisadas foram a altura do pasto (ALT, cm) e a resistência mecânica do solo à penetração (RP, kPa).

A espacialidade da área de 21,36 ha foi obtida utilizando-se a técnica de georreferenciamento. Deste modo, foram coletados e georreferenciados 1464 pontos com auxílio de um aparelho GPS, modelo Garmin 276C de navegação marítima. Foram alocadas quatro transectas eqüidistantes dentro de cada piquete (com excessão do piquete de número 12 e das áreas SP, nas quais foram traçadas cinco e uma transecta, respectivamente, em função da magnitude da área), com auxílio de corda, ao longo de toda a área experimental (Figura 2). Essas transectas tiveram comprimento aproximado de 100 m cada, havendo alterações de acordo com a área de cada piquete. Foram amostrados ao redor de 25 pontos em cada transecta, sendo esses distanciados a cada 4,0 m entre si, com variáveis obtidas simultâneamente. Assim, em cada piquete foi realizada a coleta de no mínimo 100 amostragens, com excessão das áreas SP, nas quais foram coletadas ao redor de 25 amostras.



Fig. 2. Vista aérea da área experimental, com alocação de transectas por georreferenciamento.

O monitoramento das alturas do pasto foi realizado pontualmente utilizando-se um bastão graduado (*sward stick* – Barthram, 1985).

Para a determinação da resistência do solo à penetração utilizou-se um penetrômetro digital de ponta cônica, com ângulo de 30°, de acordo com as características da ASAE S 313.3 (2004). Os dados de resistência do solo à penetração foram avaliados até a profundidade de 0,40 m, sendo classificados a cada 0,10 m para melhor avaliação no perfil do solo. Para a elaboração dos mapas de variabilidade de alturas e resistência à penetração do solo, foi utilizado o software FalkerMap modelo FMP 7000 (FalkerMap, 2009).

2.6. Análises Estatísticas

Os dados obtidos pelas avaliações básicas foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância. Quando detectadas diferenças entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao mesmo nível de significância, utilizando-se o procedimento Mixed do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2001). Foi realizado teste de regressão polinomial em nível de 5% de significância, sendo as variáveis-resposta estimadas segundo valores de alturas reais do pasto. Sempre que a função-resposta foi significativa ($P < 0,05$), optou-se por apresentar os resultados pela equação de regressão de maior coeficiente de determinação (R^2), desde que essa apresenta-se um incremento de no mínimo 10% em relação a equação de menor ordem.

Para os dados referentes à variabilidade espacial, inicialmente, realizou-se análise de variância e Teste F ao nível de 5% de significância.

Quando detectadas diferenças entre os tratamentos ($P < 0,05$), as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ao mesmo nível de significância utilizando-se o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2001). A análise de distribuição de alturas foi realizada utilizando o procedimento Mixed do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2001).

3. Resultados e Discussão

3.1. Avaliações básicas

As alturas médias reais dos tratamentos apresentaram resposta linear e significativa, com o aumento das alturas de manejo testadas em função da intensidade de pastejo ($Y = 4,82 + 0,90x$; $P < 0,0001$), o que garantiu a independência das variáveis avaliadas (Tabela 1).

As variáveis MF ($\hat{Y} = 1263,51 + 85,64x$), ML ($\hat{Y} = 827,36 + 14,40x$), OF ($\hat{Y} = -3,80 + 0,36x$), OFL ($\hat{Y} = -0,93 + 0,11x$) e PR ($Y = -539,33 + 107,51x$) aumentaram linearmente com a elevação das ALT ($P \leq 0,0001$).

Os valores obtidos para a CA ($Y = 1769,397 - 33,836x$) demonstraram que essa diminuiu linearmente com o aumento das ALT ($P < 0,0001$), havendo decréscimo de 34 kg ha^{-1} de PV a cada cm de incremento na altura do pasto (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição das respostas avaliadas em uma pastagem de aveia-preta e azevém anual manejada sob diferentes alturas na Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR, 2008.

Respostas avaliadas	Alturas do pasto (cm)					Modelo	R ² P		Desvio Padrão
	10	20	30	40	SP				
ALT	14,1	22,6	32,0	41,1	45,0	L	0,94	<0,0001	2,73
MF	2441	3316	3810	4517	5444	L	0,94	<0,0001	266,79
ML	1056	1182	1135	1446	1483	L	0,86	<0,0001	73,85
OF	1,77	3,65	5,84	11,68	-	L	0,92	<0,0001	1,19
OFL	0,77	1,30	1,72	3,74	-	L	0,90	<0,0001	0,40
PR	979	2148	2929	3182	5412	L	0,75	0,0001	744,12
CA	1386	914	678	386	-	L	0,90	<0,0001	129,43

ALT: Altura do pasto (cm)

MF: Massa de forragem (kg ha⁻¹ de MS)

ML: Massa de lâminas estimada (kg ha⁻¹ de MS)

OF: Oferta de Forragem (kg de MS⁻¹ kg de peso vivo⁻¹ dia)

OFL: Oferta de lâminas estimada (kg de MS⁻¹ kg de peso vivo⁻¹ dia)

PR: Palhada residual (kg ha⁻¹ de MS)

CA: Carga animal (kg de peso vivo⁻¹ha⁻¹dia)

L: Linear

O aumento dos valores encontrados para as variáveis de MF, ML, OF e OFL com o incremento em ALT, pode ser atribuído à menor CA empregada nos tratamentos conduzidos sob menores intensidades de pastejo. Em sistemas de integração lavoura-pecuária (SILP), a baixa quantidade de forragem no sistema, além constituir cenário de limitação de alimento aos animais em pastejo, também proporciona menor quantidade de tecido vegetal presente entre o casco do animal e a superfície do solo, podendo ocorrer alterações negativas na estrutura deste (Clark et al., 2004; Carvalho et al., 2007).

Nesse contexto, os valores apresentados na Tabela 1, para as alturas manejadas a 10 cm, caracterizam situações limitantes para o SILP, principalmente, devido às altas cargas animais utilizadas (10 cm: 1386 kg de

peso vivo⁻¹ha⁻¹dia) e a baixa quantidade de PR obtidas nessas alturas de manejo (10 cm: 979 kg ha⁻¹ de MS).

Alguns autores sugerem a adição de 6 000 kg de MS ha⁻¹.ano de palhada residual na superfície para que o SPD possa manifestar todo o seu potencial (Denardin & Kochhann, 1993; Ruedell, 1998). Apesar da quantidade de PR ter sido maior no tratamento SP (5412 kg ha⁻¹ de MS), contribuindo para um maior aporte de resíduos e possível redução da erosão do solo, este tratamento não possibilita a maximização de renda, pela ausência de novilhos em pastejo. Deste modo, a PR obtida no tratamento 30 cm (2929 kg ha⁻¹ de MS), o qual vem proporcionando os melhores ganhos animais individuais em estudos onde se avalia o desempenho de animais, neste protocolo experimental em SILP (Cassol, 2003; Aguinaga et al., 2006; Lopes et al, 2009), quando somada à quantidade de palhada produzida pela soja na seqüência, em torno de 2500 kg ha⁻¹ de MS (Bayer, 1996), possibilita atingir níveis de aporte de resíduos superiores a 5000 kg ha⁻¹ de MS.ano⁻¹, contribuindo para o controle da erosão em 90 a 95%, em solo com 7,5% de declive segundo Lopes et al. (1987). Nesse contexto, o manejo do pasto com alturas próximas a 30 cm permite, além da maximização do desempenho individual dos animais, a obtenção de um adequado nível de palhada residual para o cultivo de verão subsequente.

3.2. Avaliações quanto à variabilidade espacial

3.2.1. Altura do pasto

As alturas médias reais obtidas ao final do ciclo de pastejo, para os

tratamentos de 30 e 40 cm, mais tratamento SP, apresentaram-se bem inferiores às alturas médias obtidas para todo o ciclo de utilização da pastagem (Tabela 2). Esses valores são decorrentes do elevado grau de acamamento em que o pasto se encontrava no final do período experimental. Entretanto, Gomide et al. (2009) enfatiza que o acamamento de uma forragem está ligado a maior altura de manejo do dossel, a acentuada elevação de material senescente e ao próprio efeito do pastejo. Deste modo, o acamamento evidenciado nos tratamentos manejados com maiores alturas e naquele onde não houve pastejo, pode ser explicado, pois, esses mantiveram ao longo de todo o período experimental alturas de dósseis elevadas, em função da baixa carga animal empregada ou da inexistência de pastejo. Contudo, diferenças significativas foram encontradas entre os tratamentos sob pastejo e SP ($P < 0,0001$) (Tabela 2).

Tabela 2. Estatística descritiva das alturas de manejo de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual ao final do ciclo de pastejo. Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR. Novembro de 2008.

Alturas do pasto (cm)	Média do Ciclo	Média Final	Desvio Padrão	Coefficiente de variação (%)
10	14,1	8,66 b	5,80	66,97
20	22,6	13,88 b	8,25	59,43
30	32,0	14,68 b	9,88	67,30
40	41,1	16,25 b	10,60	65,23
SP	45,0	27,49 a	9,30	33,83
Média	30,96	14,22	8,77	59,41

Pelos valores de coeficiente de variação obtidos (Tabela 2), percebe-se que houve variabilidade nos tratamentos avaliados. Essa variabilidade acentua-se principalmente para os tratamentos com a presença

de animais em pastejo. As médias finais encontradas mostram que à medida que os estádios fenológicos evoluem, as plantas modificam sua estrutura, exemplificada neste contexto, pela altura final obtida. Desta forma, em seu processo de alimentação, os herbívoros têm o desafio de explorar um recurso que é complexo e dinâmico no tempo e no espaço, pois uma mesma planta tem sua estrutura e composição modificada ao longo do tempo, fruto de sua fenologia e resposta ao meio ambiente (Carvalho et al., 2001).

A distribuição das alturas por classes de frequência é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição das alturas por classes nos diferentes tratamentos avaliados ao final do ciclo de utilização de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual. Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR. Novembro de 2008.

Alturas do pasto (cm)	Classes de altura (cm)						
	<3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	>18
	Percentual (%)						
10	0,76 ^B	14,69 ^{AB}	48,12 ^{AA}	25,03 ^{AB}	6,82 ^B	2,70 ^B	1,88 ^{bB}
20	0,22	1,02	5,99 ^b	25,93	33,28	18,74	14,81 ^b
30	0,23	1,80	8,79 ^{ab}	18,92	24,91	23,39	21,96 ^b
40	0,04	0,47	1,83 ^b	6,88	33,87	33,52	23,40 ^b
SP	0,00 ^B	0,00 ^B	0,00 ^{bB}	0,00 ^B	0,72 ^B	3,07 ^B	96,20 ^{aA}
Média	0,25 ^D	3,60 ^{CD}	12,95 ^{BCD}	15,35 ^{BC}	19,92 ^{AB}	16,28 ^{BC}	31,65 ^A

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem entre si (teste de Tukey, P<0,05%).

Ao final do ciclo de pastejo, 48% das alturas observadas no tratamento manejado a 10 cm, encontraram-se dentro dos valores entre 6-9

cm. Contudo, valores entre 3-6 cm (15%) e 9-12 cm (25%), também foram significativos. Ao contrário dos demais tratamentos, este apresentou baixo percentual de alturas nas classes acima de 12 cm (11%), o que demonstra que nesses tratamentos em função da menor disponibilidade de forragem, ocorreu maior exploração da área pastoril.

As alturas observadas nos demais tratamentos, sob influência de pastejo, encontraram-se principalmente situadas em valores entre 12-15 cm (20 cm: 33%; 30 cm: 25%; 40 cm: 34%). Valores entre 9-12 cm (26%) também se destacaram no tratamento manejado a 20 cm, e se somados ao percentual encontrado na classe entre 12-15 cm, totalizam 59% das alturas observadas ao final do ciclo de utilização nesse tratamento. Valores entre 15-18 cm, e acima de 18 cm apareceram de forma representativa nos tratamentos manejados a 30 e 40 cm, respectivamente, atingindo percentuais próximos a 50% do total observado, quando contabilizados em conjunto.

As alturas situadas abaixo dos três cm foram ínfimas em todos os tratamentos. Mesmo após o período de permanência dos animais por 122 dias, essas não atingiram 1% das observações. Tal situação é relevante, pois indica que mesmo nas áreas manejadas sob maiores intensidades de pastejo, os animais apresentaram dificuldade em apreender forragens extremamente baixas. Isso ocorre, segundo Carvalho et al. (2001), em decorrência da necessidade do uso da língua, pelos bovinos, para a apreensão da forragem.

O tratamento SP apresentou mais de 90% de suas alturas situadas na classe de distribuição acima dos 18 cm, demonstrando grande uniformidade em relação aos tratamentos pastejados. A maior variabilidade de alturas

observada nos tratamentos sob pastejo, se assemelha ao relatado por Hirata (2000), Parsons et al. (2000) e Rook et al. (2004), de que a presença animal contribui para a criação e manutenção da heterogeneidade de um ambiente através do processo de pastejo.

A Figura 3 apresenta a distribuição das alturas observadas na área experimental, ao final do ciclo de utilização da pastagem de aveia-preta e azevém anual.

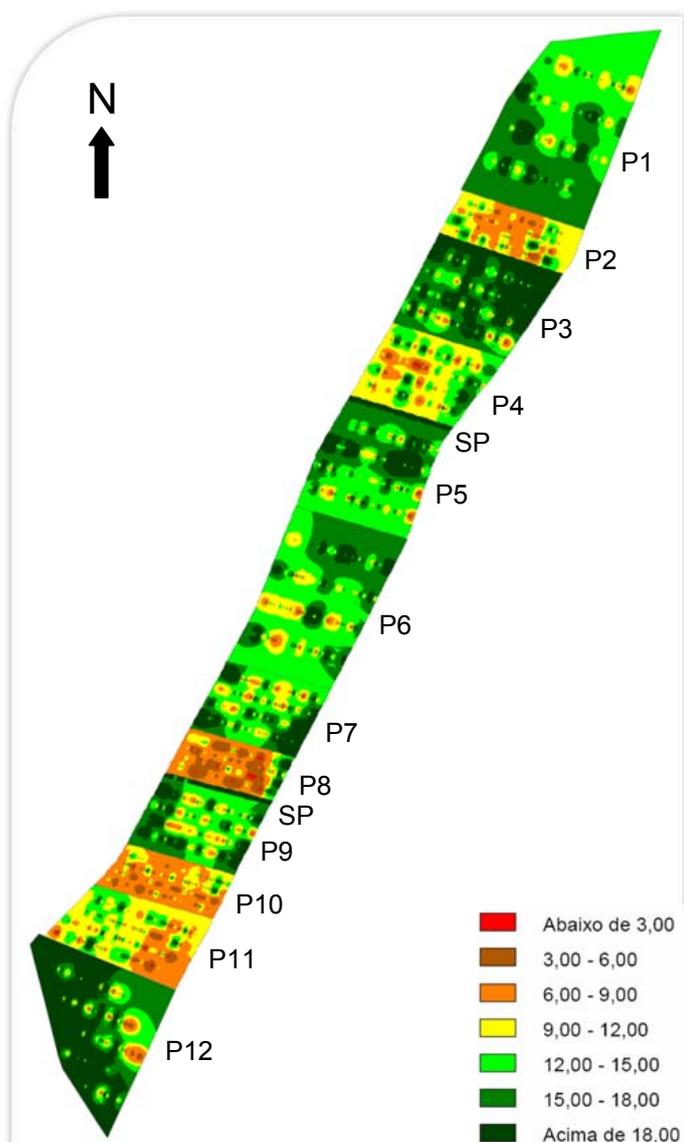


Fig. 3. Distribuição das alturas de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual, manejada sob diferentes intensidades de pastejo, ao final do ciclo de utilização.

A ocorrência de manchas com diferentes alturas evidencia a heterogeneidade da área em função do pastejo ocorrido durante os 122 dias. Para Coughenour (1991), apesar do processo de pastejo apresentar-se relativamente uniforme quando analisado em escalas mais grosseiras, esse apresenta-se de forma heterogênea se avaliado em escalas mais detalhadas. A existência de manchas ocorre, pois o animal em pastejo cria por meio de sua seletividade, diferentes zonas de exploração na pastagem. Desse modo, algumas zonas são submetidas a um pastejo mais intenso, enquanto outras ficam quase sob rejeição, seja pela presença de dejetos, seja por terem atingido um estágio fenológico de menor interesse para o animal (Rocha, 2007).

A definição dessas manchas pode ser algo extremamente dinâmico. Porém, essas podem ser consideradas como zonas da pastagem que diferem da circunvizinhança em razão do padrão apresentado pelas plantas (neste caso, a altura) (Salton and Carvalho, 2007). Assim, mesmo em áreas de pastagens cultivadas, ditas homogêneas, a Figura 3 demonstra haver a existência de zonas preferenciais em detrimento de outras. A importância do melhor entendimento da heterogeneidade em ambientes pastoris e o seu papel na seleção de dietas pelos animais fica evidenciada, uma vez que, a seletividade está relacionada à heterogeneidade e à estrutura do pasto, pois, para consumir determinada fração forrageira, rejeitando outra, o animal deve ser capaz de diferenciá-la e colhê-la (Laca, 2008; Gonçalves et al., 2009). Todavia, a distribuição espacial afeta tanto a produtividade vegetal, como a animal, sendo assim, estudos mais aprofundados são necessários para o

melhor entendimento das interações planta-animal (Coughenour, 1991).

Para a melhor visualização da heterogeneidade das alturas em função das intensidades de pastejo impostas, a Figura 4 apresenta a distribuição das classes de alturas observadas em todos os tratamentos avaliados.

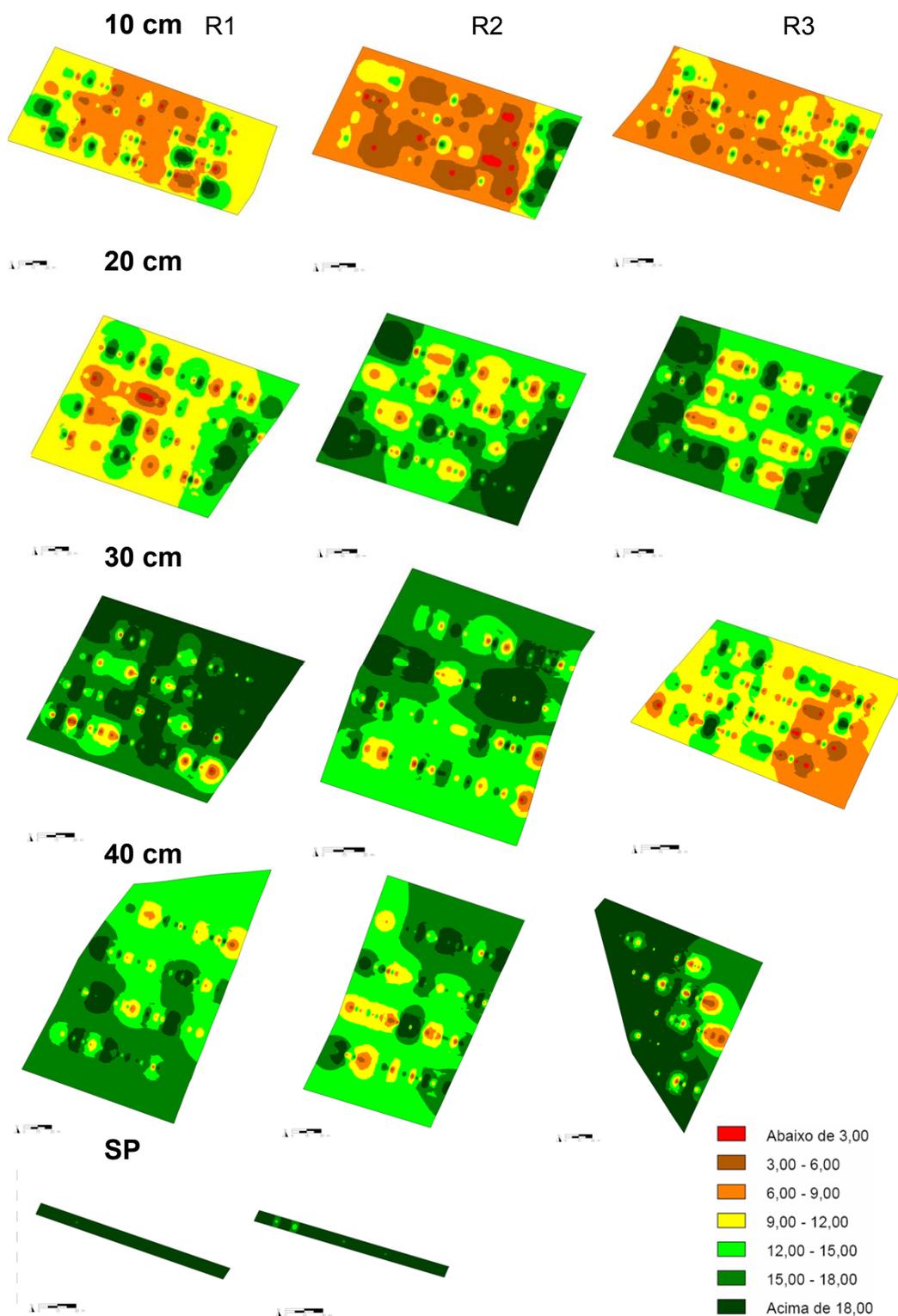


Fig. 4. Distribuição das classes de alturas observadas em uma pastagem de aveia-preta e azevém anual manejada sob diferentes intensidades de pastejo, ao final do ciclo de utilização.

Quando se comparam os mapas gerados em todas as intensidades

de pastejo, verifica-se que certas áreas, dentro de mesmos piquetes, são mais exploradas do que outras. Os piquetes manejados sob maiores intensidades de pastejo apresentaram uma exploração total da área mais acentuada do que os piquetes manejados sob menores intensidades de pastejo, onde a presença animal parece ter se restringido, principalmente, a algumas zonas.

Para Carvalho et al. (2001), a magnitude da heterogeneidade é dependente da intensidade de pastejo empregada, sendo maior quanto menor a intensidade de pastejo e maior a oportunidade de seleção. Nessas situações, a distribuição de áreas de maior e de menor altura no pasto raramente segue uma distribuição normal (Barthram et al., 2005).

Rocha (2007), estudando a distribuição de alturas em pastos de aveia-preta e azevém anual submetidos a diferentes intensidades de pastejo, sob lotação contínua, verificou que a criação de condições heterogêneas ocorre imediatamente ao início do pastejo. Nos tratamentos sob menores intensidades de pastejo, essas condições foram ainda mais acentuadas pelas maiores amplitudes dos valores de frequência. Contudo, com o avançar do ciclo de utilização, essa heterogeneidade decresceu pelo declínio em altura observado, em função do desaparecimento das lâminas foliares. O contrário, porém, foi observado nos tratamentos sob maiores intensidades de pastejo. Nesses, observou-se homogeneidade inicial, em decorrência da frequência de observações de altura em torno da média. Entretanto, ao final do ciclo de utilização do pasto, esses tratamentos apresentaram classes de alturas mais elevadas, como resultado da manutenção da estrutura em estágio vegetativo e do potencial de crescimento por um período mais prolongado de tempo.

Além da intensidade de pastejo, outros fatores influenciam a distribuição espacial dos animais. A qualidade e a quantidade de forragem disponível, bem como, a topografia, alocação de água e suplementos minerais no ambiente a ser pastejado, alteram a distribuição desses (Senft et al., 1987; Coleman et al., 1989; Parsons and Dumont, 2003; Bailey, 2005; Coleman & Sollenberger, 2007).

De modo geral, os animais são atraídos por áreas com elevada concentração de nutrientes, e as memorizam para utilizá-las com maior frequência (Launchbaugh & Howery, 2005). Coleman and Sollenberger (2007) enfatizam que em pastagens cultivadas, onde a seleção de forragem se limita a uma ou duas espécies de plantas, os animais tendem a procurar áreas pastejadas recentemente, porque essas proporcionam melhor qualidade quando comparadas às áreas ainda não exploradas e pastejadas, em função das primeiras apresentarem estruturas novas pelo rebrote. Porém, esses autores comentam que, quando o animal retorna à áreas pastejadas em um período excessivamente curto, as baixas quantidades de forragem podem reduzir o consumo de alimento. Para Forbes and Coleman (1993), à medida que a altura do pasto e a massa de forragem se tornam restritivas nessas áreas de maior preferência, os animais ampliam o seu campo de pastejo, explorando áreas em um raio cada vez maior. Tal situação, pôde ser observada neste estudo, pois os mapas de distribuição de alturas gerados nas maiores intensidades de pastejo demonstram que essas apresentaram praticamente toda sua área explorada através do pastejo.

A concentração dos animais em determinadas zonas, ilustradas nos

mapas de distribuição de alturas gerados nas menores intensidades de pastejo, podem ainda estar relacionadas à declividade existente na área experimental. De acordo com Bailey (2005), os animais preferem declividades suaves e evitam longos deslocamentos horizontais ou verticais. Inclinações superiores a 60% determinariam áreas quase inacessíveis.

Em suma, o pastejo proporciona a formação de áreas de plantas com diferentes alturas. Isto ocorre em função da existência de locais com maior fertilidade e maior atividade biológica do solo em consequência da deposição de dejetos dos animais e do maior acúmulo de material senescente. A ocorrência de pastejo desuniforme é resultado da seleção e/ou rejeição de plantas pelos animais, bem como, das alterações em atributos físicos do solo ocasionados pelo pisoteio (Salton and Carvalho, 2007). Em razão desses efeitos, a heterogeneidade pode ser fator restritivo à semeadura direta da soja, já que a ausência de cobertura do solo em certos locais, poderá reduzir a taxa de infiltração do solo e acelerar o seu processo de erosão (Wienhold et al., 2006), além de possibilitar uma maior invasão de plantas daninhas, resultando em um estande inadequado de plantas ou afetando o rendimento de grãos (Salton and Carvalho, 2007). Contudo, os danos tendem a se acentuar em áreas sob elevadas intensidades de pastejo, pois apesar de relativamente uniformes em um primeiro momento, essas apresentam percentual significativo de suas alturas em classes reduzidas ao final do ciclo de utilização da pastagem, maximizando o efeito do pisoteio e favorecendo o possível surgimento de áreas de solo descoberto.

3.2.2. Resistência mecânica do solo à penetração

Na Tabela 4, são apresentados os valores de resistência mecânica do solo à penetração, observados em quatro diferentes profundidades do solo, ao final do ciclo de utilização da pastagem.

Tabela 4. Resistência mecânica do solo à penetração avaliada em quatro profundidades, nas diferentes alturas de manejo de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual. Região do Planalto Médio Riograndense, RS, BR. Novembro de 2008.

Alturas do pasto (cm)	Resistência a penetração do solo (kPa)					
	Profundidades (m)					
	0-0,10	0,10-0,2	0	0,20-0,30	0,30-0,40	Média
10	2539.2 a	2073.8 A	2242.0 ab	2382.7 ab	2312 a	
20	2534.0 a	2080.2 A	2283.3 a	2558.4 a	2363 a	
30	1939.6 ab	1725.2 Ab	2067.6 ab	2281.7 ab	2006 b	
40	1082.9 bcB	1399.3 Bab	1691.1 bA	1878.4 bA	1525 c	
SP	755.6 c	1382.9 B	1896.7 ab	2162.3 ab	1549 c	
Média	1984.8	1806.4	2068.5	2274.9	-	
CV (%)	39,87	27,52	23,22	23,86	-	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem entre si (teste de Tukey, $P < 0,05\%$).

Na profundidade de 0-0,10 m, os maiores valores de RP foram obtidos nos tratamentos manejados sob as maiores intensidades de pastejo (10 cm: 2539.2 kPa; 20 cm: 2534 kPa). O mesmo foi verificado para a profundidade de 0,10-0,20 m (10 cm: 2073.8 kPa; 20 cm: 2080.20 kPa). Em ambas as profundidades, os valores de RP decresceram com a elevação das alturas de manejo do pasto, com acentuada redução na profundidade de 0-0,10 m, até o

tratamento SP (SP: 755,6 kPa).

Nas profundidades de 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m, os maiores valores de RP foram encontrados no tratamento onde as alturas do pasto foram manejadas a 20 cm. Nessas profundidades, os menores valores de RP encontraram-se na menor intensidade de pastejo (0,20-0,30 m: 1691.1; 0,30-0,40 m: 1878.4).

Ao se observar a média obtida para os diferentes tratamentos, verificou-se a existência de valores mais elevados nos tratamentos manejados sob maiores intensidades de pastejo (10 e 20 cm, respectivamente). Essa magnitude de valores é reflexo das altas cargas animais a que esses tratamentos foram submetidos (10 cm: 1386 kg de peso vivo⁻¹ha⁻¹dia; 20 cm: 914 kg de peso vivo⁻¹ha⁻¹dia). Entretanto, apesar dos valores demonstrarem nitidamente os efeitos do pisoteio animal nas camadas superficiais do solo para os tratamentos manejados com alturas entre 10 e 30 cm, observou-se tendência de acréscimo da RP com o aumento da profundidade do solo. Esse acréscimo foi ainda mais acentuado no tratamento onde as alturas foram manejadas a 40 cm (Figura 5).

Esse resultado pode ser relacionado ao manejo do solo antecedente a implantação do SPD na área estudada, pois, o preparo convencional praticado anteriormente, pode ter favorecido a tendência de compactação em sub-superfície (Hakansson, 1988). Alguns autores sugerem, nesses casos, a ocorrência de uma escarificação esporádica em solos sob SPD, proporcionando condições físico-hídricomecânicas mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas, especificamente pela redução na resistência

mecânica do solo à penetração em camadas mais profundas (Klein and Camara, 2007).

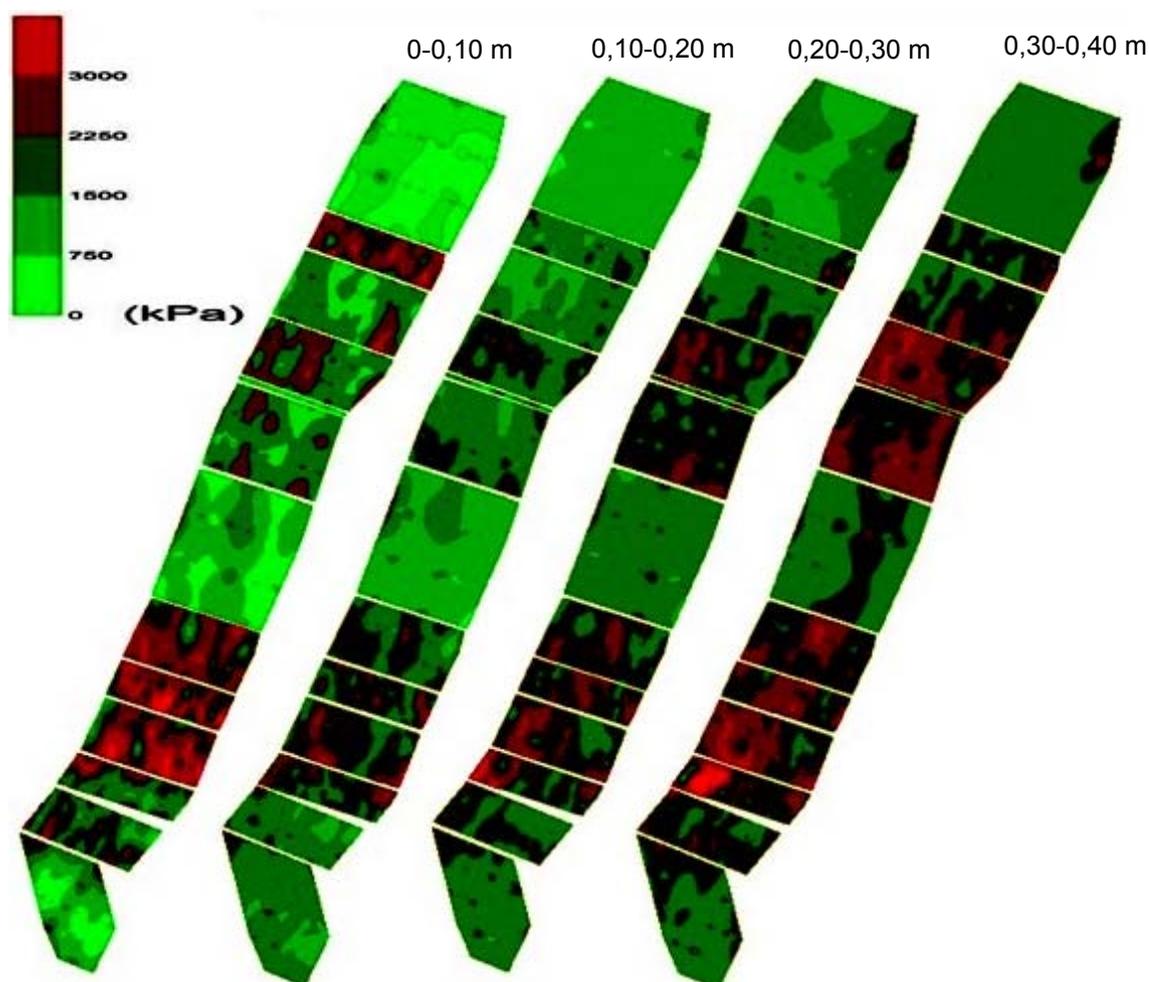


Fig. 5. Distribuição dos valores de resistências do solo à penetração (em kPa), em quatro profundidades do solo, ao final do ciclo de utilização de uma pastagem de aveia-preta e azevém anual submetida a diferentes intensidades de pastejo.

A Figura 5 ilustra a ocorrência de variabilidade espacial para os valores de RP obtidos ao final do ciclo de utilização da pastagem. Segundo os princípios básicos da experimentação, a variabilidade espacial do solo ocorre de forma aleatória. No entanto, vários estudos relatam que a variabilidade das

propriedades químicas e físicas do solo apresentam correlação ou dependência espacial (Reichardt, 1985; Upchurch and Edmonds, 1991; Souza, 1992). A variabilidade da RP se evidencia, neste estudo, principalmente quando se observa os coeficientes de variação obtidos nas quatro profundidades avaliadas (Tabela 4). Segundo a classificação de Souza et al. (2001), os coeficientes obtidos indicam variabilidade muito alta para as profundidades do solo entre 0-0,20 m e alta para as profundidades entre 0,20-0,40 m. O coeficiente de variação de 39,87%, encontrado para a profundidade de 0-0,10 m, expõe o efeito do pisoteio animal sobre a criação da variabilidade nos atributos físicos do solo, principalmente em suas camadas superficiais.

As elevadas intensidades de pastejo favorecem a compactação do solo, pela aplicação de altas cargas na superfície desse (Taylor and Brar, 1991; Soane and Ouwerkerk, 1994). A ocorrência de valores mais elevados de RP nas profundidades entre 0 a 0,20 m, principalmente, nos tratamentos manejados sob maiores intensidades de pastejo é semelhante à encontrada anteriormente por Conte et al. (2007), avaliando a resistência à penetração do solo em estudo realizado no mesmo experimento. Esses autores verificaram que o efeito do pisoteio animal foi detectado até a profundidade de 0,18 m, sendo os valores, porém, crescentes de acordo com o aumento das intensidades de pastejo avaliadas.

As alterações na densidade e compressibilidade do solo verificadas por Flores et al. (2007) nas áreas pastejadas em diferentes alturas e naquelas não pastejadas, neste experimento, não influenciaram o estabelecimento e o rendimento da cultura da soja, cultivada na seqüência.

De acordo com Imhoff (2002) e Leão (2002), valores de resistência a penetração acima de 2000 kPa, nas camadas superficiais do solo, podem ser considerados restritivos ao desenvolvimento radicular das plantas. Porém, Klein and Camara (2007) estudando um Latossolo Vermelho, sob SPD, observaram que a resistência mecânica do solo à penetração de 2000 kPa, não se mostrou impeditiva ao desenvolvimento de plantas de soja.

Os elevados valores de RP obtidos nas maiores intensidades de pastejo podem estar relacionados com a umidade gravimétrica presente nesses tratamentos, pois em função da menor cobertura vegetal, nessas situações, ocorrem perdas mais pronunciadas de água do solo por evaporação, o que aumenta a resistência mecânica à penetração (Conte et al., 2007). Os valores de resistência à penetração do solo, obtidos pelo uso de penetrômetros, podem atingir magnitude superior quando comparados aos valores encontrados pelas raízes. Isso ocorre em decorrência da diferente maneira com a qual esses penetram o perfil do solo (Gregory, 1994; Lampurlánés and Cantero-Martínez, 2003).

Trabalhos avaliando a compactação do solo pela ação do pastejo têm mostrado efeitos diferenciados, já que o aumento da densidade do solo é resultado da interação de vários fatores, principalmente da carga animal utilizada, cobertura do solo proporcionada pela pastagem, teor de umidade e textura do solo e tempo de pastejo (Alegre et al., 1991; Trein et al., 1991; Correa & Reichardt, 1995; Silva et al., 2000; Flores, 2008; Spera et al., 2010). No entanto, a presença do animal não significa, necessariamente, o comprometimento de sistemas integrados. Pastagens de inverno conduzidas

em intensidades moderadas, com alturas do pasto até 30 cm, possibilitam aumentar o desempenho animal, a eficiência do processo de pastejo e a cobertura do solo sem reduzir a quantidade de grãos da lavoura subsequente (Carvalho et al., 2005; Flores, et al, 2007; Lopes, et al. 2009).

A importância e aplicação dos conceitos dos processos de pastejo em sistemas integrados de lavoura-pecuária são evidentes, pois, dependendo do manejo adotado na fase pastagem, se determinará um maior ou menor deslocamento de animais na área (Baggio et al., 2009), proporcionando maior ou menor heterogeneidade no ambiente. Deste modo, pelo uso de intensidades moderadas de pastejo, podem-se obter níveis adequados de forragem no sistema, sem que haja comprometimento das características físicas do solo e da palhada residual destinada à lavoura em sucessão.

4. Conclusões

Menores intensidades de pastejo proporcionam aumento linear da quantidade e oferta de forragem oferecida aos animais, disponibilizando maior aporte de resíduos para a implantação da cultura de grãos no SPD. A presença do animal em pastejo ocasiona distribuição espacial desuniforme nas alturas ao final do ciclo de utilização da pastagem, bem como, nos valores de resistência do solo a penetração. A variabilidade da resistência do solo à penetração é ainda mais acentuada nas camadas superficiais do solo. Os valores obtidos indicam que o efeito do pastejo é detectado até a profundidade de 0,20 m.

Referências

- Aguinaga, A.A.Q., Carvalho, P.C.F., Anghinoni, I., Santos, D.T., Freitas, F.K., Lopes, M.L.T. 2006. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Rev. Bras. Zoot.** 35 (4), 1765-1773.
- Albuquerque, J. A., Sangoi, L., Ender, M. 2001. Efeito da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Rev. Bras. Ciên. Solo.** 25 (3), 717-723.
- Alegre, J.C., Lara, P.D. 1991. Efecto de los animales em pastoreo sobre las propiedades físicas de suelos de lá región tropical húmeda de Perú. **Pasturas Tropicales**, 13 (1), p.18-23.
- American Society Of Agricultural Engineers – ASAE. 2004. **Soil Cone Penetrometer** – ASAE S 313.3. Saint Joseph.
- Baggio C, Carvalho P.C.F., Silva J.L.S., Anghinoni, I., Lopes, M.L.T, Thurow, J.M. 2009. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Rev. Bras. Zoot.** 38 (2), 215-222.
- Bailey, D.W. 2005. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. **Range. Ecol. and Manage.** 58, 109-118.
- Barthram, G.T. 1985. **Experimental techniques** : the HFRO sward stick. Hill Farming Research Organization/Biennial Report, 1985. p.29-30.
- Barthram, G. T., Duff, E. I., Elston, D.A., Griffiths, J.H., Common, T.G., Marriott, C.A. 2005. Frequency distributions of sward height under sheep grazing. **Grass Forage Sci.** 60, 4-16.
- Bayer, C. 1996. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. 240f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- Boeni, M., Bassani, H.J., Reinert, D.J., Scapili, C., Restle, J. 1995. Efeito do pisoteio animal durante o pastejo de inverno sobre algumas propriedades físicas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25.,1995, Viçosa. Resumos expandidos... Viçosa: UFV, 1995. 1, 160-161.
- Carvalho, P.C.F., Ribeiro Filho, H.M.N., Poli, C.H.E.C. Moraes, A., Delagarde, R. 2001. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, 38, 853-871.

- Carvalho P.C.F., Anghinoni I., Moraes A et al. 2005. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: Gottschall CS, Silva JLS, Rodrigues NC (eds) **Proceedings of Produção animal: mitos, pes quisa e adoção d e tecnologia**. ULBRA, Canoas, 2005.
- Carvalho P.C.F., Silva, J.L.S., Moraes, A., Fontanelli, R.S., Macari, S., Bremm, C., Trindade, J.K. 2007. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária In: Moraes A, Carvalho PCF et al (eds) SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.
- Cassol, L.C. 2003. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadu ra direta com calcário na superfície** . 2003. 157f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Chapman, D.F., Parsons, A.J., Cosgrove, G.P. et al. 2007. Impacts of spatial patterns in pasture on animal grazing behaviour, intake and performance. **Crop Sci.** 47, 399-415.
- Clark, J.T., Russell, J.R., Karlen, D.L., Singleton, P.L., Busby, W.D., Peterson, B.C. 2004. Soil surface property and soybean yield response to corn stover grazing. **Agron. J.** 96 (5), 1364-1371.
- Coleman, S.W., Forbes, T.D.A. Stuth, J.W. 1989 Measurements of the Plant-Animal Interface in Grazing Research: **Grazing Research: Desing , Methodology And Analysis**. 1989, p.37-51.
- Coleman, S.W., and L.E. Sollenberger. 2007. Plant-herbivore interactions. In R.F Barnes et al. (ed.) **Forages - The science of grassland agriculture** , Blackwell Publishing, Ames, IA. p.123-136.
- Conte, O., Levien, R., Trein, C.R., Cepik, C.T.C., Debiasi, H. 2007. Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. **Eng. Agríc.** Jaboticabal, 27 (1), p.220-228.
- Correa, J. C.; Reichardt, K. 1995. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo da Amazônia Central. **Pesq. Agropec. Bras.** 30 (1), 107-114.
- Coughenour, M. B. 1991. Spatial components of plant-herbivore interactions in pastoral, ranching, and native ungulate ecosystems. **Range. Ecol. and Manage.** 44, 530-542.
- Denardin, J.E., Kochhann, R.A. 1993. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo, Aldeia Norte, p. 19-27.

- Domsch, H., Ehlert, D., Giebel, A., Witske, K., Boess, J. 2006. Evaluation of the soil penetration resistance along a transect to determine the loosening depth. **Precision. Agric.** 7, 309–326.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Cerrados; Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 306p.
- FalkerMap. 2009. **Manual para geração de mapas FalkerMap FMP7000**. Porto Alegre, Falker Automação Agrícola. 39p.
- Flores, J.P.C., Anghinoni, I., Cassol, L.C., Carvalho, P.C.F. Leite, J.G.D.B., Fraga, T.I. 2007. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Rev. Bras. Ciên. Solo.** 31 (4), 771-780.
- Flores, J.P.C. 2008. **Atributos físicos e químicos do solo e rendimento de soja Sob integração lavoura-pecuária em sistemas de manejo**. 114f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- Forbes, T.D.A., Coleman, S.W. 1993. Forage intake and ingestive behavior of cattle grazing old world Bluestems. **Agron. J.** 85 (4), 808-816.
- Gomide, C.A. De M., Reis, R.A., Simili, F.F., Moreira, A.L. 2009. Atributos estruturais e produtivos de capim-marandu em resposta à suplementação alimentar de bovinos e a ciclos de pastejo. **Pesq. Agropec. Bras.** 44, (5), 526-533.
- Gonçalves, E.N.; Carvalho, P.C.F.; Kunrath, T.R. et al. 2009. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de desfolhação e seleção de dietas. **R. Bras. Zootec.** 38, (4), 611-617.
- Gregory, P.J. 1994. Root growth and activity. p. 65–93. *In* K.J. Boote, J.M. Bennett, T.R. Sinclair, and G.M. Paulsen (ed.) **Physiology and determination of crop yield**. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Hakansson, I., Voorhees, W. B., Riley, H. 1988. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. **Soil. Till. Res.** 11 (3-4), 239-282.
- Hirata, M., 2000. Dynamics of the horizontal distribution of herbage mass in a bahiagrass (*Paspalum notatum* Flugge) pasture with grazing by cattle: estimating locations and intensities of grazing by animals. **Grassl. Sci.** 45, 351– 359.
- Imhoff, S. 2002. **Indicadores de qualidade estrutural e trafegabilidade de**

Latossolos e Argissolos Vermelhos. 94 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

Klein, V.A., Camara, R.K. 2007. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. **Rev. Bras. Ciên. Solo.** 31, 221- 227.

Klingman, D.L., Miles, S.R., Mott, G. 1943. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **J. of the Am. Soc. Agr.** 35, 739-746.

Laca, E.A., Ortega, I.M. 1995. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. In: International Rangeland congress, 5, 1995, Salt Lake City. **Proceedings...** 129-132.

Laca E.A. 2008. **Foraging in a heterogeneous environment, intake and diet choice.** In: Resource Ecology: Spatial and temporal dynamics of foraging. Edited by: Prins H, Van Lagevelde F. Netherlands: Springer; 2008, 81-100.

Lampurlánés, J., Cantero-Martínez, C. 2003. Soil Bulk Density and Penetration Resistance under Different Tillage and Crop Management Systems and Their Relationship with Barley Root Growth: **Agron. J.** 95:526–536 (2003).

Launchbaugh, K.L., Howery, L.D. 2005. Understanding landscape use patterns of livestock as a consequence of foraging behavior. **Range. Ecol. Manage.** 58, 99-108.

Leão, T.P. 2002. **Intervalo hídrico ótimo em diferentes sistemas de pastejo e manejo da pastagem.** 58 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

Lopes, P.R.C., Cogo, N.P., Levien, R. 1987. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhadas uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Rev. Bras. Ciên. Solo.** 11(1), 71-75.

Lopes, M.L.T, Carvalho P.C.F., Anghinoni I., Santos, D.T., Aguinaga, A.A.Q., Flores, J.P.C, Moraes, A. 2009. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciên. Rur.** 39 (5), 1499-1506.

Marriot, C., Carrère, P. 1998. Structure and dynamics of grazed vegetation. **Ann. Zootec.** 47, (2), 359-370.

Moreno, J.A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul** . Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 41p.

- Mott, G.O., Lucas, H.L. 1952. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6, State College, 1952. **Proceedings...** Pennsylvania, State College. p. 1380-1385.
- Parsons, A.J., Carre`re, P., Schwinning, S., 2000. Dynamics of heterogeneity in a grazed sward. In: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A., Carvalho, P.C., Nabinger, C. (Eds.), **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CABI Publishing, pp. 289–315.
- Parsons, A.J., Dumont, B. 2003. Spatial heterogeneity and grazing processes. **Anim. Res.** 52, (2), 161-179.
- Reichardt, K. 1985. **Processos de transferência n o sistema solo planta-atmosfera**. Campinas, Fundação Cargill, 445p.
- Rocha, L.M. 2007. **Altura de manejo do pasto e suas conseqüências sobre a produção animal e a dinâmica de pastagens anuais de inverno**. 2007. 151f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Rook, A.J., Dumont, B., Isselstein, J., Osoro, K., WallisDeVries, M.F., Parente, G., Mills, J., 2004. Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pasture—a review. **Biol. Conserv.** 119, 137– 150.
- Salton, J.C., Carvalho, P.C.F. **Heterogeneidade da pastagem – Causas e conseqüências**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007, 41p.
- Schwinning, S., Parsons, A.J. 1996. A spatially explicit population model of stoloniferous N-fixing legumes in mixed pasture with grass. **J. Ecol.** 84, 815–826.
- Senft, R.L., Coughenour, M.B., Bailey, D.W., Rittenhouse, L.R., Sala, O.E., Swift, D.M. 1987. **Large herbivore foraging and ecological hierarchies**. BioScience. 37, 789–799.
- Silva, V. R.; Reinert, D. J.; Reichert, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, Viçosa, v.24, n.1, p.191-199, 2000.
- Soane, B. D., Ouwerkerk, C. V. 1994. Soil compaction problems in world agriculture. In: SOANE, B. D.; OUWERKERK, C. V., eds. **Soil compaction in crop production**. Amsterdam: Elsevier, p.1-21.
- Sollenberger, L.E., Moore, J.E., Allen, V.G., Pedreira, C.G.S. 2005. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Sci.** 2005, 45 (3), 896-900.

- Souza, L.S. 1992. **Variabilidade espacial do solo em sistemas de man ejo**. 1992. 162f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Souza, Z. M., Silva, M. L. S., Guimarães, G. L., Campos, D. T. S., Carvalhos, M. P., Pereira, G. T. 2001. Variabilidade espacial de atributos físicos em m Latossolo Vermelho Distrófico sob semeadura direta em Selvíria (MS). **Rev. Bras. Ciên. Solo**. 25, 669-707.
- Spera, S.T., Santos, H.P., Fontaneli, R.S., Tomm, G.O. 2010. Atributos físicos de um Hapludox em função de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP), sob plantio direto. **Acta Scient. Agronomy**, 32 (1), 37-44.
- Statistical Analysis System - SAS. **User's guide statistics**. Cary: 2001. 155p.
- Streck, E.V, Kämpf, N., Dalmolin, R.S.D., Klamt, E., Nascimento, P.C., Schneider, P. 2002. Principais classes de solo identificadas no Rio Grande do Sul. In: STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. et al. (Eds). **Solos do Rio Grande do Sul** . 1.ed. Porto Alegre: Emater/RS; UFRGS, 2002. p.23-50.
- Tallowin, J.R.B., Rook, A.J., Rutter, S.M. 2005. Impact of grazing mananagement on biodiversity of grasslands. **Anim. Scient**. 81, 193-198.
- Taylor, H. M., Brar, G. S. 1991. Effect of soil compaction on root development. **Soil Till. Res**. 19 (1), 111-119.
- Tracy, B.F., Zhang, Y. 2008. Soil Compaction, Corn Yield Response, and Soil Nutrient Pool Dynamics within a Integrated Crop-Livestock System in Illinois. **Crop. Sci**. 48, 1211–1218.
- Trein, C.R., Cogo, N.P., Levien, R. 1991. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Rev. Bras. Ciên. Solo**. 15 (1), 105-111.
- Upchurch, D.R., Edmonds, W.J. 1991. Statistical procedures for especific objectives. In: SPATIAL of soils and landforms. **Soil Sci. Soc. of Am**. 28, 49-71.
- Wienhold, B.J., J.L. Pikul, Jr., M.A. Liebig, M.M. Mikha, G.E. Varvel, J.W. Doran, And S.S. Andrews. 2006. Cropping system effects on soil quality in the Great Plains: Summary from a regional project. **Renew. Agric. Food Syst**. 20 (1), 49–59.

CAPÍTULO IV

1. CONSIDERE RAÇÕES FINAIS

Os resultados adquiridos ao longo do período estudado reforçam os demais obtidos anteriormente neste protocolo experimental. Com isso, fica evidente a importância do manejo da intensidade de pastejo nos sistemas de integração lavoura-pecuária. Essa variável determina a quantidade e a qualidade da forragem disponível no ambiente, influenciando a produção animal obtida durante o ciclo de pastejo, bem como, as alterações nos atributos físicos do solo e a quantidade de resíduos vegetais que permanecerão sobre esse no momento da semeadura da cultura da soja.

Desse modo, vale ressaltar que aumentos lineares na massa de forragem são encontrados com a elevação das alturas de manejo do pasto. Embora o ganho animal por área seja maior nas menores alturas de manejo, em função das maiores cargas animais utilizadas, há comprometimento do desempenho animal nestes casos, em decorrência da limitação de consumo ocorrida nesses tratamentos. Assim, o ganho médio diário aumenta com o incremento das alturas de manejo do pasto, até que a estrutura ofertada possibilite maximização do processo de pastejo, em função da melhor qualidade e oportunidade de seleção, sendo o ganho por animal maximizado em alturas de manejo próximas a 30 cm. Nesses casos, as alturas manejadas a 30 cm, proporcionam também os melhores resultados para as características

quantitativas da carcaça dos animais, possibilitando a obtenção de um adequado nível de palhada residual para o cultivo de verão subsequente.

Distel et al. (1995) definem a heterogeneidade da vegetação como fator fundamental na dinâmica de sistemas pastoris. Nesses sistemas, os mecanismos pelos quais os animais em pastejo criam a heterogeneidade são múltiplos (Tichit et al., 2005). Uma vez reconhecida a existência de heterogeneidade espacial em ambientes pastoris, a escala ou extensão na qual ela ocorre e como pode diferenciar-se nos ambientes é ainda pouco entendida, embora a variabilidade espacial da distribuição dos recursos tenha sido objeto de vários estudos nas últimas décadas (Salton and Carvalho, 2007). O que se sabe é que os animais em pastejo interagem com seu recurso alimentar de forma complexa, criando e mantendo variabilidade em quantidade e distribuição da forragem na estrutura do pasto. A reciprocidade dessas interações significa que o valor do recurso alimentar, num dado momento, é resultado da interação entre o ambiente pastoril e o animal em pastejo (Searle et al., 2007).

Laca (2008) enfatiza que o manejo tradicional de pastagens se baseia em conceitos de equilíbrio e homogeneidade espacial. Neste sentido, o estudo da variabilidade existente em ambientes pastoris surge para auxiliar a compreensão e o monitoramento dos padrões comportamentais dos animais e suas interações com a vegetação, integrando a heterogeneidade e os efeitos dependentes de escalas espaço-temporais (Carvalho et al., 2009)

Em relação aos atributos físicos do solo, o aumento da resistência do solo à penetração nas maiores intensidades de pastejo, já vem sendo

estudados neste experimento desde 2004. Os resultados apresentados nesse trabalho, se somam aos encontrados por Conte et al. (2007), sendo o efeito do pisoteio detectado até profundidades ao redor dos 0,20 m.

Os resultados aqui apresentados referentes à heterogeneidade e a variabilidade espacial das alturas e dos atributos físicos do solo durante a fase pastagem, vêm a acrescentar o “*pool*” de conhecimentos gerados anteriormente por este protocolo experimental. Apesar da abordagem simplista e da necessidade de posterior exploração e aprofundamento dos dados obtidos, vale ressaltar que apenas se iniciaram os primeiros passos referentes ao estudo da espacialidade do ambiente estudado, havendo necessidade de estudos mais detalhados e minuciosos. Assim, para o melhor entendimento da variabilidade espacial nesse sistema, estudos voltados para o comportamento ingestivo e o deslocamento dos animais deverão ser retomados, de forma a agregar o conhecimento até então obtido e suprir as lacunas existentes.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA-MARTINEZ, V.; ZOBECK, T.M.; ALLEN, V. Soil microbial, chemical, and physical properties in continuous cotton and integrated crop-livestock systems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.68, p.1875-1884, 2004.
- AGUINAGA, A.A.Q. **Relações planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária**. 2005. 113f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- AGUINAGA, A.A.Q.; CARVALHO, P.C.F., ANGHINONI, I. et al. Produção de novilhos superprecoces em pastagem de aveia e azevém submetida a diferentes alturas de manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1765-1773, 2006.
- ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeito da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.717-723, 2001.
- ALLEN, V.G.; BAKER, M.T.; SEGARA, E. et al. Integrated irrigated crop-livestock system in dry climates. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.346-360, 2007.
- AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P.C. et al. Potential of carbon accumulation in no-till soils with intensive use and cover crops in southern Brazil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.35, n.4, p.1599-1607, 2006.
- AMBROSI, I.; SANTOS, H.P.dos; FONTANELI, R.S. et al. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1213-1219, 2001.
- ASSMANN, T.S. **Rendimento de milho em áreas de integração lavoura-pecuária, sob o sistema de plantio direto sob, em presença e ausência de trevo branco, p astejo e nitrogênio**. 2001. 80 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

- ASSMANN, A.L. **Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção animal em área de integração lavoura-pecuária**. 2002. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- ASSMANN A.L.; ASSMANN, T.S. Manejo da biomassa e rotação de culturas no sistema de integração lavoura-pecuária. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p.85-102.
- ASSMANN, T. S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.675-683, 2003.
- ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A. et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença ou ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.37-44, 2004.
- ASSMANN, A.L.; ASSMANN, J.M.; ASSMANN, T.S. et al. Produção de gado de corte em sistema integração lavoura pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.
- BAGGIO, C. **Comportamento em pastejo de novilhos em uma pastagem de inverno submetida a diferentes alturas de manejo**. 2007. 137f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- BAGGIO, C.; CARVALHO, P.C.F.; SILVA, J.L.S. et al. Padrões de uso do tempo por novilhos em pastagem consorciada de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, p.1912-1918, 2008.
- BAILEY, D.W. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. **Rangeland Ecology and Management**, Lawrence, v.58, p.109-118, 2005.
- BARBOSA, C.M.P.; CARVALHO, P.C.F.; CAUDURO, G.F. et al. Efeito de métodos e intensidades de pastejo sobre a ressemeadura natural de azevém anual. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.30, n. 4, p. 387-393, 2008.

- BARTHAM, G. T.; DUFF, E. I.; ELSTON, D.A. et al. Frequency distributions of sward height under sheep grazing. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.60, p. 4-16, 2005.
- BASSANI, H.J. **Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastada e não pastada**. 1996. 90f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.
- BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M. et al. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, Madison, v.64 p.15-28, 2000.
- BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. 1996. 240f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P. Sistema "um ano" de produção de carne: avaliação de estratégias alternativas de alimentação hiberna de novilhas de reposição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.1, p.157-163, 1998.
- BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETO, C.G. Produtividade e eficiência biológica de sistemas de recria e engorda de gado de corte no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.696-706, 2002a.
- BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G.A. et al. Produtividade e eficiência biológica de sistemas de produção de gado de corte de ciclo completo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, p.991-1001, 2002b.
- BONA FILHO, A. **Integração lavoura-pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. 2002. 105f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- BONA FILHO, A.; MARTINICHEN, D. Produção de bovinos de corte na integração lavoura-pecuária. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p.133-148.
- BRAVO E.S.; CARVALHO P.C.F.; MACARI, S. et al. Produção de novilho super-precoce em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a diferentes alturas de pastejo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM

- INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, 2007. CD-ROM.
- BRUMMER, E.C. Diversity, stability, and sustainable American agriculture. **Agronomy Journal**, Madison, v.90, p.1-2, 1998.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.494-532.
- CAMARGO, O.A. de; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba : ESALQ/USP, 1997. 132p.
- CARVALHO, P.C.F.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J.C. O processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999. p.253-268.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001. p.853-871.
- CARVALHO, P.C.F.; MORAES A.; ANGHINONI I. et al. Integração lavoura-pecuária: como aumentar a rentabilidade, otimizar o uso da terra e minimizar os riscos. In: SIMPÓSIO DA CARNE BOVINA: INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2., 2004, São Borja, RS. **Anais...** São Borja, 2004. p.6-36.
- CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. et al. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: PRODUÇÃO ANIMAL: MITOS, PESQUISA E ADOÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS, 10., 2005, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 2005. p.7-44.
- CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A.; ANGHINONI, I. et al. Manejo da integração lavoura-pecuária para a região de clima subtropical. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 10., 2006, Uberaba. **Anais...** Uberaba, 2006. p 177-184.
- CARVALHO, P.C.F.; SILVA, J.L.S.; MORAES, A. et al. Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.
- CARVALHO, P.C.F.; DA SILVA, S.C.; NABINGER, C. et al. Managing natural grasslands in a changing world: grazing ecology insights to accomplish re-oriented management expectations. In: HONG FUZENG et al. (Eds.)

- Multifunctional Grasslands and Rangelands in a Changing World**. Beijing: Guangdong People's Publishing House, 2008. p. 415-421.
- CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; MEZZALIRA, J.C. et al. Doocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá, 2009. p.109-122.
- CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Madison, p. 1-15, 2010.
- CASSOL, L.C. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 157 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- CASSOL, L.C.; PIVA, J.T.; MACHADO, A.B. et al. Produção de matéria seca e qualidade de uma pastagem de aveia e azevém submetidas a níveis de nitrogênio e épocas de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.
- CLARK, J.T.; RUSSELL, J.R.; KARLEN, D. L. et al. Soil surface property and soybean yield response to corn stover grazing. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, n.5, p.1364-1371, 2004.
- COELHO FILHO, R.C.; QUADROS, F.L.F. Produção animal em misturas forrageiras de estação fria semeadas em uma pastagem natural. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n.2, p. 289-293, 1995.
- COLEMAN, S.W.; FORBES, T.D.A.; STUTH, J.W. Measurements of the Plant-Animal Interface in Grazing Research. **Grazing research: design, methodology and analysis**, Madison, v.4, p.7-51, 1989.
- COLEMAN, S.W.; SOLLENBERGER, L.E. Plant-herbivore interactions. In: R.F BARNES et al. (Ed.) **Forages: The science of grassland agriculture**. Ames: Blackwell Publishing, 2007, p.123-136.
- CONAB. **Nono levantamento da avaliação da safra de grãos 2009/2010**. - Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 10 de junho. 08:48
- CONTE, O. **Atributos físicos de solo e demanda de tração em semeadura direta de soja, com diferentes pressões de pastejo em sistema de integração lavoura-pecuária**. 2007. 103f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de

Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CORREA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um latossolo amarelo da Amazônia Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, p.107-114. 1995.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; VAZ, F.N. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p. 119-128, 2002.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993, p. 19-27.

DERKSEN, D.A.; ANDERSON, R.L.; BLACKSHAW, R.E. et al. Weed dynamics and management strategies for cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, p.174–185, 2002.

DISTEL, R.A.; LACA, E.A.; GRIGGS, T.C. et al. Patch selection by cattle: maximization of intake rate in horizontally heterogeneous pastures. **Applied Animal Behaviour Science**, Madison, v.45, p.11-21, 1995.

DODD, M.E.; SILVERTOWN, J.; MCCONWAY, K. et al. Community stability: a 60 year record of trends and outbreaks in the occurrence of species in the Park Grass experiment. **Journal of Ecology**, London, v.83, p.277-285, 1995.

DOMSCH, H; EHLERT, D.; GIEBEL, A. et al. Evaluation of the soil penetration resistance along a transect to determine the loosening depth. **Precision Agriculture**, Ohio, v.7, p.309–326, 2006.

FISHER, D.S; J.C. BURNS; K.R. POND et al. Effects of grass species on grazing steers: Diet composition and ingestive mastication. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, p.1188-1198, 1991.

FLORES, J.P.C. **Atributos de solo e rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastagem em plantio direto com aplicação de calcário na superfície**. 2004. 87f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C. et al. Atributos físicos e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-

pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p.771-780, 2007.

FLORES, J.P.C. **Atributos físicos e químicos do solo e rendimento de soja Sob integração lavoura-pecuária em sistemas de manejo**. 2008. 114f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FLOSS, E.L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* Sp) e azevém (*Lolium* Sp). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1988. p.231-268.

FLOSS, E. L. O papel da aveia como uma agricultura sustentável. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21., 2001, Lages. **Anais...** Lages: UDESC, 2001. p.11-22.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; REIS, E.M. et al. Efeito da rotação de culturas com pastagens anuais de inverno no rendimento de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.10, p.1581-1586, 1998.

FONTANELI, R. S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H. P. et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2129-2137, 2000.

FORBES, T.D.A.; HODGSON, J. Comparative studies of the influence of sward conditions on the ingestive behaviour of cows and sheep. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.40, p.69-77, 1985.

FRANZLUEBBERS, A.J. Integrated Crop–Livestock Systems in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, p.361–372, 2007a.

FRANZLUEBBERS, A.J. Soil Physical Aspects of Integrated Crop-Livestock. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007b. CD-ROM.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A. Crop and cattle responses to tillage systems for integrated crop-livestock production in the Southern Piedmont, USA. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Cambridge, v.22, n.3, p.168-180, 2007.

FRANZLUEBBERS, A. J. Integrated Crop–Livestock Systems in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, p.361-372, 2007.

- GATES, R.N. Integration of perennial forages and grazing in sod based crop rotations. In: SOD BASED CROPPING SYSTEMS CONFERENCE, 2003, Quincy, FL. **Proceedings...** Quincy: University of Florida, 2003. p.7-14.
- GINNET, T.F.; DANKOSKY, J.A.; DEO, G. et al. Patch depression in grazers: the roles of biomass distribution and residual stems. **Functional Ecology**, London, v.13, p.37–44, 1999.
- GORDON, I.J.; BENVENUTTI, M. Food in 3D: how ruminant livestock interact with sown sward architecture at bite scale. In: BELS, V. (Ed.). **Feeding in domestic vertebrates: from structure to behavior**. Wallingford: CAB International, 2006. p.263-277.
- GREGORY, P.J. Root growth and activity. In: BOOTE, K.J.; BENNETT, J.M.; SINCLAIR, T.R. et al. (Eds.) **Physiology and determination of crop yield**. Madison: ASA - CSSA - SSSA, 1994. p.65-93.
- GRIFFITHS, W.M.; HODGSON, J; ARNOLD, G.C. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. II. Regulation of bite depth. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.58, p.125-137, 2003.
- HALSTEAD, P. Pastoralism or household herding? Problems of scale and specialization in early Greek animal husbandry. **World Archaeology**, London, v. 28, n.1, p.20–42, 1996.
- HEITSCHMIDT, R.K; TAYLOR, C.A. Jr. Grazing Management: an ecological perspective. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. **Livestock Production**. Portland: Timber Press, 1991. p.161-177.
- HODGSON, J. Sward studies: objectives and priorities. In: HODGSON, J. et al. (Eds.). **Sward Measurement Handbook**. Hurley: British Grassland Society. 1981, p.1-14.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: J. Wiley, Longman Scientific and Technical, 1990. p.203.
- HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. **The ecology and management of grazed ecosystems**. Wallingford: CAB International, 1998. 466p.
- HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002, p.180-202.
- HORN, R.; STORK, J.; DEXTER, A.R. Investigations related to the influence of soil structure on penetration resistance in soils. **Z. Pflanzenernaehr. Bodenk.**, Berlin, v.150, p.342-347, 1987.

- KATSVAIRO, T.W.; WRIGHT, D.L.; MAROIS, J.J. et al. Sod-livestock integration into the peanut-cotton rotation: a systems farming approach. **Agronomy Journal**, Madison, v.98, p.1156-1171, 2006.
- KEULEN, H.; SCHIERE, H. Crop-livestock systems: old wine in new bottles? In: INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS, 4., 2004, Brisbane. **New directions for a diverse planet: Proceedings...**, Brisbane: The Regional Institute, Gosford, 2004.
- KOCHHANN, J.E; DENARDIN, R.A. **Integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa CNPT/Projeto METAS, 1998. 36p.
- LACA, E.A.; ORTEGA, I.M. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. In: INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS, 5., 1995, Salt Lake City. **Proceedings...**, Salt Lake City, 1995, p.129-132.
- LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: t'MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Eds) **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CAB International, 2000, p.103-122.
- LACA, E.A. Foraging in a heterogeneous environment, intake and diet choice. In: **RESOURCE ecology: spatial and temporal dynamics of foraging**. Netherlands: Springer, 2008. p.81-100.
- LAL, R. Axle load and tillage effects on crop yields on a Mollic Ochraqualf in northwest Ohio. **Soil & Tillage Research**, Ohio, v.37, p.143–160, 1996.
- LAMPURLÁNES, J.; CANTERO-MARTÍNEZ, C. Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems and their relationship with barley root growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.95, p.526–536, 2003.
- LARSON, W.E.; GUPTA, S.C.; USECHE, R.A. Compression of agricultural soils from eight soil orders. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, n.3, p.450-457, 1980.
- LAUNCHBAUGH, K. L.; HOWERY, L. D. Understanding landscape use patterns of livestock as a consequence of foraging behavior. **Rangeland Ecology and Management**, Lawrence, v.58, p.99-108, 2005.
- LAWRIE, R. Developments in meat science. **Elsevier Applied Science**, London, v. 5, p. 465, 1981.
- LOPES, P.R.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhadas uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.11, n.1 p. 71-75, 1987.

- LOPES, M.L.T. **Sistema de integração lavoura-pecuária:** desempenho de novilhos superprecoces e rendimento subsequente da cultura de soja. 2008, 139 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- LOPES, M.L.T.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I., et al Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p. 178-184, 2008.
- LOPES, M.L.T, CARVALHO P.C.F., ANGHINONI I., et al. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1499-1506, 2009.
- LUSTOSA, S.B.C. **Efeito do pastejo nas proprie dades químicas do sol o e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema plantio direto** . 1998, 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- MACARI, S.; ROCHA, M.G.; RESTLE, J. et al. Avaliação da mistura de cultivares de aveia preta (*Avena strigosa*) com azevem (*Lolium multiflorum*) sob pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.910-915, 2006.
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. p.133-146.
- MARASCHIN, G.E. Efeito do uso de boas pastagens e do manejo na produção animal. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA DO PLANALTO-MÉDIO RIO-GRANDENSE. Passo Fundo, 1984. **Anais...** Passo Fundo:UPF, 1984, p.86-98.
- MARRIOT, C.; CARRÈRE, P. Structure and dynamics of grazed vegetation. **Annales de Zootechnique**, Lês Ulis, v.47, n.2, p.359-370, 1998.
- MCCORMACK, D.E. Land evaluations that consider soil compaction. **Soil Tillage Research**, Ohio, v.10, p.21–27, 1987.
- MCRAE, R.J. et al. Agriculture, science and sustainable agriculture: a review of existing scientific barriers to sustainable food production and potential solutions. **Biological Agriculture and Horticulture** , New Jersey, v.6, p.173–219, 1989.

- MEDEIROS, R.B. **Formação e Manejo de Pastagens para a Região do Planalto Médio e Missões.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, 1977. 48 p.
- MEDEIROS, R.B. Integração pasto-lavoura na renovação de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 5., 1978, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1978, p.235-301.
- MEDEIROS, R.B. Efeito das pastagens nas rotações agrícolas. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA DO PLANALTO MÉDIO, 1984, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: UPF, p.7-31, 1984.
- MELLO, J.S. Fundamentos para integração lavoura-pecuária no sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.3, p.612-613, 1996.
- MELLO, J.S. **Integração lavoura-pecuária em sistema plantio-direto.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/Projeto METAS, 1998. 36p. (Boletim Técnico, n.3)
- MELLO, N.A. Degradação física dos solos sob integração lavoura-pecuária. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: CEFET - PR, 2002. p.43-60.
- MOLETTA, J.L. Planejamento da pecuária de corte na produção de novilho jovem. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, Pato Branco, 2002. **Anais...** Pato Branco: CEFET - PR, 2002, p.3-42.
- MORAES, A. **Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola (*Digitaria decubens* Stent), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.) submetida a diferentes pressões de pastejo.** 1991. 200f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.
- MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J. et al. Lavoura-pecuária em sistemas integrados na pequena propriedade. In: ENCONTRO LATINOAMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 3., 1998, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: CEFET – PR, 1998. CD-ROOM.
- MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J. et al. Integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, Pato Branco, 2002. **Anais...** Pato Branco: CEFET - PR, 2002, p.3-42.

- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de Pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996, p.15-95.
- NIE, Z.N.; MACKAY, A.D.; VALENTINE, I. et al. Influence of pastoral fallow on plant root growth and soil physical and chemical characteristics in a hill pasture. **Plant and Soil**, New York, v. 197, p. 201-208, 1997.
- OLIVEIRA, I.P.; YOKOYAMA, L.P. Implantação e condução do sistema Barreirão. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Eds.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.
- PARSONS A.J.; CARRÈRE P.; SCHWINNING S. Dynamics of heterogeneity in a grazed sward. In: LEMAIRE G.; HODGSON J.; DE MORAES A. et al. (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CAB International, 2000, p. 289-315.
- PARSONS, A.J.; DUMONT, B. Spatial heterogeneity and grazing processes. **Animal Research**, Les Ulis, v. 52, n. 2, p.161-179, 2003.
- PERUMPRAL, J.V. Cone penetrometer applications: a review. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.30, n.4, p.939-944, 1987.
- PILAU, A.; LOBATO, J.F.P. Recria de bezerras com suplementação no outono e pastagem cultivada de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p.2388-2396, 2006.
- PIMENTAL, D.C.; HARVEY, P.; RESOSUDARMO, K. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. **Science**, New York, v.267, p.1117-1123, 1995.
- PÖRTER, P.M.; CHEN, S.Y.; REESE, C.D. et al. Population response of soybean cyst nematode to long term corn-soybean cropping sequences in Minnesota. **Agronomy Journal**, Madison, v.93, p.619-626, 2001.
- POTTER, L.; LOBATO, J.F.P.; NETTO, C.G.M. Produtividade de um modelo de produção para novilhas de corte primíparas aos dois, três ou quatro anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.3, p.613-619, 1998.
- PÖTTER, L.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETO, C.G.A. Análises econômicas de modelos de produção com novilhas de corte primíparas aos dois, três ou quatro anos de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.861-870, 2000.

- PRACHE, S.; GORDON, I.J.; ROOK, A.J. Foraging behavior and diet selection in domestic herbivores. **Annales de Zootechnie**, Les Ulis, v.47, p.335-345, 1998.
- PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Préhensibilité de l'herbe pâturée chez les bovines et les ovins. **Productions Animales**, Versailles, v.10, n.2, p.377-390, 1997.
- QIN, R.; PETER S.; RICHNER, W. Impact of Tillage on Root Systems of Winter Wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, p.1523-1530, 2004.
- QUADROS, F.L.F.; MARASCHIN, G.E. Desempenho animal em misturas de espécies forrageiras de estação fria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.5, p.535-541, 1987.
- RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; BERNARDES, R.A.C. O novilho superprecoce. In: RESTLE, J. (Ed.) **Confinamento, pastagens e suplementação par a produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, p.191-214, 1999a.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N; BRONDANI, I.L. et al. Estudo da carcaça de machos Braford desmamados aos 72 ou 210 dias, abatidos aos cartorze meses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2137-2144, 1999b.
- ROCHA, M.G. da; RESTLE, J.; PILAU, A. et al. Produção animal e retorno econômico da suplementação em pastagem de aveia e azevém. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.85-93, 2003.
- RODRIGUES, A.A; GODOY, R. Pastejo restringido em aveia sob a produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.551-556, 2000.
- ROOK, A.J. Principles of foraging and grazing behaviour. In: HOPKINS, A. (Ed.) **Grass, its production and utilization**. Oxford: Blackwell Science Ltda., 2000, p. 229-246.
- ROSO, C.; RESTLE, J. Aveia preta, triticale e centeio em mistura com azevém. 2. Produtividade animal e retorno econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.85-93, 2000.
- RUEDELL, J. A soja numa agricultura sustentável. In: SILVA, M.T.B. da (Ed.) **A soja em rotação d e culturas no plantio direto**. Cruz Alta: Fundacep-Fecotrigo, 1998. p.1-34.
- RUSSELLE, M.P; FRANZLUEBBERS, A.J. Introduction to "Symposium: Integrated Crop–Livestock Systems for Profit and Sustainability". **Agronomy Journal**, Madison, v.99, p.323–324, 2007.

- RUSSELLE, M.P.; ENTZ, M.; FRANZLUEBBERS, A.J. Reconsidering Integrated Crop–Livestock Systems in North America. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, p:325–334, 2007.
- SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACHADO, A.Z.M. et al. Pastoreio de aveia e compactação do solo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.69, n.1, p.32-34, 2002.
- SCHWINNING, S.; PARSONS, A.J. A spatially explicit population model of stoloniferous N-fixing legumes in mixed pasture with grass. **Journal of Ecology**, London, v.84, p.815–826, 1996a.
- SCHWINNING, S.; PARSONS, A.J. Analysis of the coexistence mechanisms for grasses and legumes in grazing systems. **Journal of Ecology**, London, v.84, p.799–813, 1996b
- SEARLE, K.R.; HOBBS, N.T.; GORDON, I.J.. It's the “foodscape”, not the landscape: using foraging behavior to make functional assessments of landscape condition. **Israel Journal of Ecology & Evolution**, Tel Aviv, v.53, p.297-316, 2007.
- SETA, A.K.; BLEVIN, R.L.; FRYE, W.W. et al. Reducing soil erosion and agrichemical losses with conservation tillage. **Journal of Environment Quality**, Madison, v.22, p.661-665, 1993.
- SILVA, S.C. da; PEDREIRA, C.G.S. Fatores condicionantes e predisponentes da produção animal a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGEM, 13, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1996. p.317-327.
- SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.1, p.191-199, 2000.
- SILVA, A.P.; INHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. **Soil & Tillage Research**, Orlando, FL, v.70, n.1, p.83-90, 2003.
- SMITH, B.C. **The emergence of agriculture**. New York: Scientific American Library, 1995, 231 p.
- SMITH, C. W.; JOHNSTON, M. A.; LORENTZ, S. Assessing the compaction susceptibility of South African forestry soils. II. Soil properties affecting compactibility and compressibility. **Soil & Tillage Research**, Orlando, FL, v.43, n.3/4, p.335-354, 1997.

- SOANE, B.D.; OUWERKERK, C.V. Soil compaction problems in world agriculture. In: SOANE, B. D.; OUWERKERK, C. V. (Eds.). **Soil compaction in crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1994, p.1-21.
- SOUTO, M.S. **Pastagem de aveia e azevém na integração lavoura-pecuária: produção de leite e características do solo**. 2006. 80f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. et al. Avaliações de alguns atributos físicos de solo em sistemas de produção de grãos, envolvendo pastagens sob plantio direto. **Revista Científica Rural**, Santa Maria, v.9, n.1, p.23-31, 2004.
- STOBBS, T.H. The effects of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v.24, p.809- 819, 1973.
- SULC, R.M.; TRACY, B.F. Integrated crop-livestock systems in the U.S. corn belt. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.335-345, 2007.
- TANAKA, D.L.; ANDERSON, R.L. Soil water storage and precipitation storage efficiency of conservation tillage systems. **Journal of Soil and Water Conservation, Lincoln**, v. 52, p.363-367, 1997.
- TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil & Tillage Research**, Orlando, FL, v.19, n.1, p.111-119, 1991.
- TICHIT, M.; DURANT, D.; KERNÉIS, E. The role of grazing in creating suitable sward structures for breeding waders in agricultural landscapes, **Livestock Production Science**, Ames, v. 96, p.119-128. 2005.
- TIESSEN, H.; STEWART, J.W.B; BETANY, J.R. Cultivation effects on the amounts and concentration of C, N and P in grassland soils. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, p.831-835, 1982.
- TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil Compaction, Corn Yield Response, and Soil Nutrient Pool Dynamics within an Integrated Crop-Livestock System in Illinois. **Crop Science**, Madison, v.48, p.1211-1218, 2008.
- TRAINER, G.D.; LOUX, M.M.; HARRISON, S.K. et al. Response of horseweed biotypes to foliar applications of cloransulamethyl and glyphosate. **Weed Technology**, Davis, v.19, p.231-236, 2005.
- TUTWILER, R.; THOMSON, E. Improvement of Crop-Livestock Integration Systems in West Asia and North Africa. In: REGIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS IN THE DRY AREAS OF

WEST ASIA AND NORTH AFRICA, Aleppo, 1998. **Proceedings...** Aleppo, 1998. 572p.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Aspectos quantitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1894-1901, 2000.

WIENHOLD, B.J.; PIKUL, J.L.JR.; LIEBIG, M.A. et al. Cropping system effects on soil quality in the Great Plains: Summary from a regional project. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Cambridge, v.20, n.1, p.49–59, 2006.

3. APÊNDICES

Apêndice 1. Normas utilizadas no Capítulo II.



Preparation

Article structure

Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasise part of the text.

Manuscripts in general should be organised in the following order:

- Title should be clear, descriptive and not too long
- Abstract
- Keywords (indexing terms)
- Introduction
- Material studied, area descriptions, methods, techniques
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgment and any additional information concerning research grants, and so on
- References
- Figure captions
- Figures (separate file(s))
- Tables (separate file(s))

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

The abstract should not be longer than 400 words.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents: <http://www.chem.qmw.ac.uk/iubmb/> for further information.

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.

All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.

The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Powers of e are often more conveniently denoted by exp.

Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are *P < 0.05, **P < 0.01 and ***P < 0.001.

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca²⁺, not as Ca⁺⁺.

Isotope numbers should precede the symbols, e.g. ¹⁸O.

The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P₂O₅).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Artwork***Electronic artwork****General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

☞ <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

DOC, XLS or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

Please do not:

- Supply embedded graphics in your wordprocessor (spreadsheet, presentation) document;
- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see ☞ <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to "gray scale" (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
 2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
 3. *Three or more authors:* first author's name followed by "et al." and the year of publication.
- Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: "as demonstrated (Allan, 1996a, 1996b, 1999; Allan and Jones, 1995). Kramer et al. (2000) have recently shown"

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2000. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 1979. *The Elements of Style*, third ed. Macmillan, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 1999. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to

Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>;

List of serial title word abbreviations: <http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>;

CAS (Chemical Abstracts Service): <http://www.cas.org/sent.html>.

Apêndice 2. Normas utilizadas no Capítulo III

Guide for Authors



Introduction

An international journal on research and development in soil tillage and field traffic, and their relationship with land use, crop production and the environment. Published in collaboration with the International Soil Tillage Research Organization (ISTRO).

This ISTRO-affiliated journal examines the physical, chemical and biological changes in the soil caused by tillage and field traffic. Manuscripts will be considered on aspects of soil science, physics, technology, mechanization and applied engineering for a sustainable balance among productivity, environmental quality and profitability. The following are examples of suitable topics within the scope of the journal of Soil and Tillage Research: The agricultural and biosystems engineering associated with tillage (including no-tillage, reduced-tillage and direct drilling), irrigation and drainage, crops and crop rotations, fertilization, rehabilitation of mine spoils and processes used to modify soils. Soil change effects on establishment and yield of crops, growth of plants and roots, structure and erosion of soil, cycling of carbon and nutrients, greenhouse gas emissions, leaching, runoff and other processes that affect environmental quality. Characterization or modeling of tillage and field traffic responses, soil, climate, or topographic effects, soil deformation processes, tillage tools, traction devices, energy requirements, economics, surface and subsurface water quality effects, tillage effects on weed, pest and disease control, and their interactions.

Types of paper

1. Original research papers (Regular Papers)
2. Review articles
3. Short Communications
4. Book reviews

Original research papers should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

Review articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. They may be submitted or invited.

A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications should be as completely documented, both by reference to the literature and description of the experimental procedures employed, as a regular paper. They should not occupy more than 6 printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, tables and references).

Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than 2 years old. Book reviews are solicited by the Editors-in-Chief. Please contact one of the Editors-in-Chief. E-mail contact details at: ✉
http://www.elsevier.com/wps/find/journaleditorialboard.cws_home/503318/editorialboard



Before You Begin

Ethics in Publishing

For information on Ethics in Publishing and Ethical guidelines for journal publication see [↗http://www.elsevier.com/publishingethics](http://www.elsevier.com/publishingethics) and [↗http://www.elsevier.com/ethicalguidelines](http://www.elsevier.com/ethicalguidelines).

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also [↗http://www.elsevier.com/conflictsofinterest](http://www.elsevier.com/conflictsofinterest).

Submission declaration

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere including electronically in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see [↗http://www.elsevier.com/copyright](http://www.elsevier.com/copyright)). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult [↗http://www.elsevier.com/permissions](http://www.elsevier.com/permissions)). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult [↗http://www.elsevier.com/permissions](http://www.elsevier.com/permissions).

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: [↗http://www.elsevier.com/authorsrights](http://www.elsevier.com/authorsrights).

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the

report; and in the decision to submit the paper for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Language and language services

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://www.elsevier.com/languageediting> or our customer support site at <http://epsupport.elsevier.com> for more information.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/still/>

Referees

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of 4 potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.



Preparation

Use of wordprocessing software

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. Do not embed "graphically designed" equations or tables, but prepare these using the wordprocessor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Do not import the

figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text and on the manuscript. See also the section on Electronic illustrations. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the "spell-check" and "grammar-check" functions of your wordprocessor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.**

• **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the paper in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the paper. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Maximum image size: 400 × 600 pixels (h × w, recommended size 200 × 500 pixels). Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Research highlights

Research highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Research highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters per bullet point including spaces). See <http://www.elsevier.com/researchhighlights> for examples.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI. Abbreviate units of measure only when used with numerals.

Authors and Editor(s) are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.

All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals.

All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

For chemical nomenclature, the conventions of the *International Union of Pure and Applied Chemistry* and the official recommendations of the *IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature* should be followed.

Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible. In principle, variables are to be presented in italics.

Number consecutively any equations that have to be displayed separate from the text (if referred to explicitly in the text).

Subscripts and superscripts should be clear.

Greek letters and other non-Roman or handwritten symbols should be explained in the margin where they are first used. Take special care to show clearly the difference between zero (0) and the letter O, and between one (1) and the letter l.

Give the meaning of all symbols immediately after the equation in which they are first used.

For simple fractions use the solidus (/) instead of a horizontal line.

Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.

The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Also powers of e are often more conveniently denoted by exp.

Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are: *P < 0.05, **P < 0.01 and ***P < 0.001.

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g., Ca²⁺, not as Ca⁺⁺. Isotope numbers should precede the symbols, e.g., ¹⁸O.

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

⇒ <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

DOC, XLS or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

Please do not:

- Supply embedded graphics in your wordprocessor (spreadsheet, presentation) document;
- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see ⇒ <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to "gray scale" (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either "Unpublished results" or "Personal communication" Citation of a reference as "in press" implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by "et al." and the year of publication. Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: "as demonstrated (Allan, 1996a, 1996b, 1999; Allan and Jones, 1995). Kramer et al. (2000) have recently shown"

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2000. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 1979. *The Elements of Style*, third ed. Macmillan, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 1999. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Journal abbreviations source

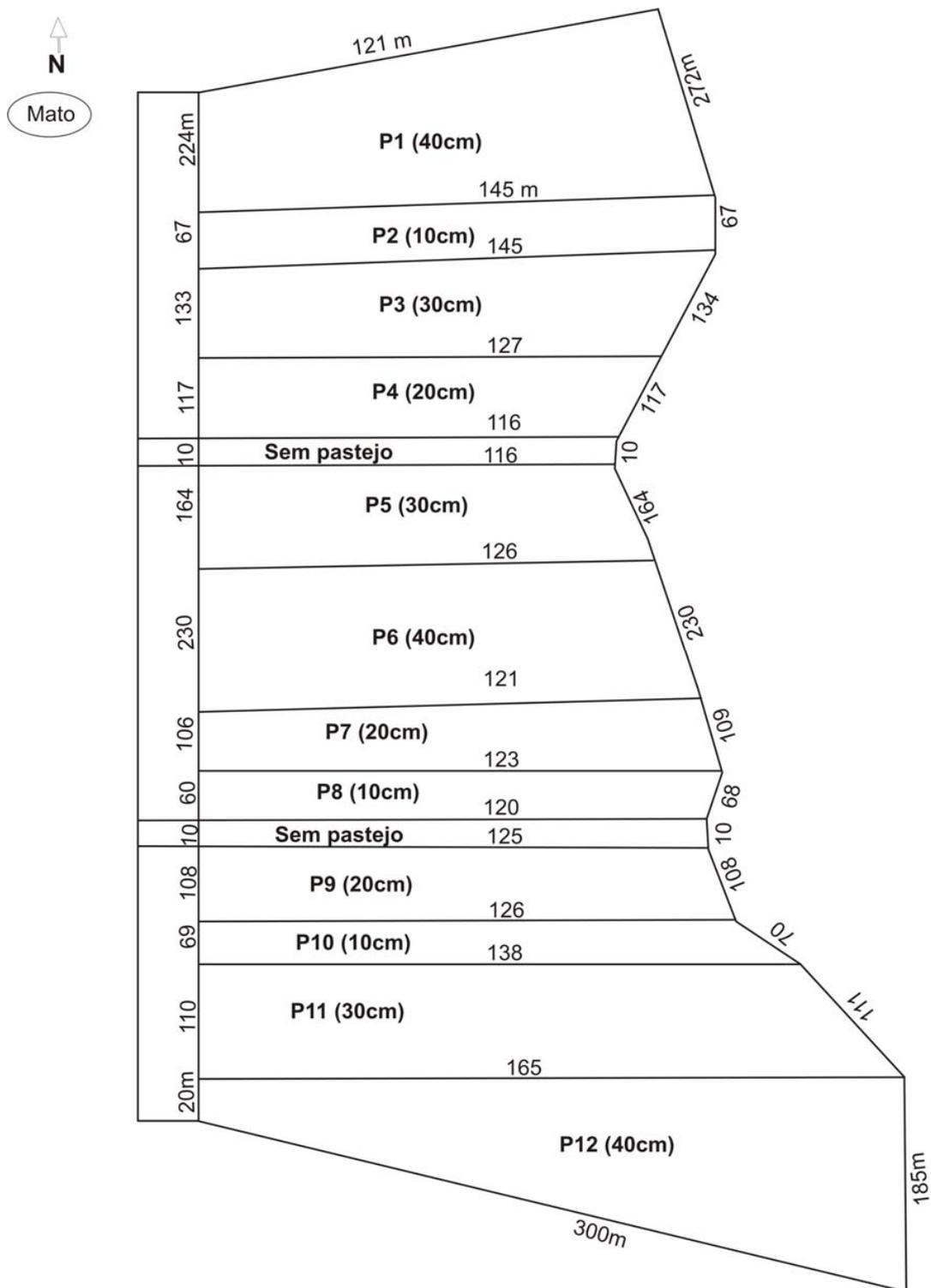
Journal names should be abbreviated according to

Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lii.html>;

List of serial title word abbreviations: <http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>;

CAS (Chemical Abstracts Service): <http://www.cas.org/sent.html>.

Apêndice 3. Croqui da área experimental. Fazenda do Espinilho, 2008.



Apêndice 4. Relação entre altura pretendida (cm) e altura real observada (cm) nos diferentes tratamentos, em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.

Altura (cm)	Repetição	Altura real (cm)
10	I	15,74
	II	13,60
	III	12,85
	Média	14,06
20	I	26,26
	II	21,32
	III	20,13
	Média	22,57
30	I	30,37
	II	35,00
	III	30,78
	Média	32,05
40	I	45,66
	II	40,10
	III	37,40
	Média	41,05
SP	I	45,66
	II	44,36
	Média	45,01

Apêndice 5. Massa de forragem (kg ha^{-1} de MS) e massa de lâminas foliares (kg ha^{-1} de MS) em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.

Altura (cm)	Repetição	Massa de forragem kg ha^{-1} de MS	Massa de lâminas foliares kg ha^{-1} de MS
10	I	2707,48	1122,12
	II	2364,74	1039,55
	III	2252,17	1007,16
	Média	2441,46	1056,28
20	I	3632,81	1304,25
	II	3192,07	1133,83
	III	3122,74	1107,25
	Média	3315,87	1181,78
30	I	4055,94	1098,71
	II	.	.
	III	3564,53	1172,35
	Média	3810,23	1135,53
40	I	4910,18	1559,90
	II	4385,32	1442,12
	III	4255,54	1336,35
	Média	4517,01	1446,12
SP	I	5765,26	1491,13
	II	5122,49	1474,97
	Média	5443,87	1483,05

Apêndice 6. Carga animal média (kg de PV ha⁻¹ dia⁻¹) em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.

Altura (cm)	Repetição	Carga animal kg de PV ha ⁻¹ dia ⁻¹
10	I	1268,624
	II	1484,113
	III	1406,994
	Média	1386,577
20	I	889,780
	II	845,239
	III	1006,464
	Média	913,828
30	I	591,862
	II	705,257
	III	735,803
	Média	677,640
40	I	393,566
	II	391,552
	III	374,317
	Média	386,511

Apêndice 7. Oferta de forragem (kg de MS⁻¹ kg de PV⁻¹ dia) e oferta de lâminas foliares (kg de MS⁻¹ kg de PV⁻¹ dia) em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.

Altura (cm)	Repetição	Oferta de forragem kg de MS⁻¹ kg de PV⁻¹ dia	Oferta de lâminas foliares kg de MS⁻¹ kg de PV⁻¹ dia
10	I	2,13	0,88
	II	1,59	0,70
	III	1,60	0,72
	Média	1,78	0,77
20	I	4,08	1,47
	II	3,78	1,34
	III	3,10	1,10
	Média	3,65	1,30
30	I	6,85	1,86
	II	.	.
	III	4,84	1,59
	Média	5,85	1,72
40	I	12,48	3,96
	II	11,20	3,68
	III	11,37	3,57
	Média	11,68	3,74

Apêndice 8. Massa de forragem (kg ha⁻¹ de MS) em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.

Altura pretendida (cm)	Repetição	Data de avaliação				Média Ponderada
		17/jul	14/ago	08/set	08/nov	
10	I	1739,198	1879,139	1108,601	492,67	2707,476
	II	1641,640	1668,446	762,797	272,91	2364,743
	III	1614,606	1395,827	737,566	248,52	2252,169
	Média	1665,148	1647,804	869,65	4 338,032	2441,462
20	I	1646,342	2729,740	3974,674	830,463	3632,814
	II	1609,317	2131,828	2049,604	1139,384	3192,068
	III	1480,023	2249,987	2190,713	1139,384	3122,741
	Média	1578,560	2370,518	2738,3	30 1036,410	3315,874
30	I	1562,986	3202,375	3945,704	1571,93	4055,941
	II	.	3206,646	5568,931	1230,801	.
	III	1450,344	2676,355	5251,201	570,4764	3564,528
	Média	1506,665	3028,459	4921,9	45 1124,403	3931,525
40	I	2153,527	3972,543	5392,699	1118,195	4910,181
	II	1986,620	3030,119	4969,916	1055,086	4385,317
	III	1465,036	2915,520	5194,196	1747,996	4255,538
	Média	1868,394	3306,061	5185,6	04 1307,092	4517,012
S/ Pastejo	I	1951,358	3815,235	5095,139	3288,196	5765,262
	II	1733,909	3520,550	5816,573	2332,918	5122,485
	Média	1842,634	3667,892	5455,8	56 2810,557	5443,873

Apêndice 9. Ganho médio diário de bovinos ($\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.

Altura (cm)	Repetição	Ganho médio diário $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$
10	I	0,760
	II	0,689
	III	0,770
	Média	0,740
20	I	0,930
	II	0,943
	III	.
	Média	0,936
30	I	1,030
	II	0,943
	III	0,930
	Média	0,968
40	I	0,888
	II	.
	III	0,926
	Média	0,907

Apêndice 10. Produção animal por área (kg de PV ha⁻¹), em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.

Altura (cm)	Repetição	Ganho por área kg de PV ha ⁻¹
10	I	469,445
	II	490,257
	III	525,088
	Média	494,930
20	I	375,326
	II	375,045
	III	507,302
	Média	419,224
30	I	279,087
	II	284,257
	III	137,493
	Média	233,612
40	I	160,350
	II	139,880
	III	167,755
	Média	155,995

Apêndice 11. Peso ao abate (kg) e escore de condição corporal final de novilhos superprecoces mantidos em pasto de aveia-preta e azevém anual, manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.

Altura (cm)	Repetição	Peso ao abate kg de PV ⁻¹ animal	Escore de condição corporal final
10	I	298,0	3,43
	II	296,7	3,50
	III	287,3	3,27
	Média	294,0 3,40	
20	I	334,0	4,20
	II	329,0	3,60
	III	351,0	4,00
	Média	338,0 3,93	
30	I	.	.
	II	346,0	4,03
	III	321,0	4,40
	Média	333,5 4,22	
40	I	.	4,00
	II	308,7	3,53
	III	335,5	4,10
	Média	321,8 3,88	

Apêndice 12. Peso de carcaça quente (PCQ), Rendimento de carcaça fria (RCF), Peso dianteiro (PD), Peso costilhar (PC) e Peso posterior (PP) da carcaça de novilhos superprecoces abatidos aos 14 meses, mantidos em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas. Frigorífico Mercosul, 2008.

Altura (cm)	Repetição	PCQ Kg/carcaça	RCF %	PD Kg/carcaça	PC Kg/carcaça	PP Kg/carcaça
10	I	154,45	52,47	63,70	19,57	76,20
	II	158,32	52,29	61,10	18,74	73,20
	III	147,93	52,93	63,40	17,28	77,70
	Média	153,57	52,56	62,73	18,53	75,70
20	I	166,45	56,33	67,50	22,99	89,90
	II	166,11	52,73	66,20	22,95	84,07
	III	165,52	51,77	.	22,39	77,10
	Média	166,03	53,61	66,85	22,78	83,69
30	I	.	55,65	.	22,53	85,09
	II	168,14	53,74	67,70	22,92	.
	III	165,82	55,59	69,35	22,41	83,78
	Média	166,98	54,99	68,53	22,62	84,43
40	I	164,35	53,57	65,73	23,18	82,80
	II	163,27	53,46	64,30	20,05	83,50
	III	169,05	51,14	67,30	23,12	87,80
	Média	165,56	52,72	65,78	22,12	84,70

Apêndice 13. Pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas (10, 20, 30 e 40 cm) no momento da entrada dos animais em pastejo. Fazenda do Espinilho, 2008.



Apêndice 14. Novilhos cruzas com idade média inicial de 10 meses, utilizados para o pastejo. Fazenda do Espinilho, 2008.



Apêndice 15. Animais em pastejo 7 dias após a entrada na pastagem. Fazenda do Espinilho, 2008.



Apêndice 16. Gaiola de exclusão de pastejo utilizada para a determinação da taxa de acúmulo diária em um pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob diferentes alturas. Fazenda do Espinilho, 2008.



Apêndice 17. Alturas de manejo em pasto de aveia-preta e azevém anual sob lotação contínua. Fazenda do Espinilho, 2008.



Apêndice 18. Novilho de 14 meses mantido durante quatro meses sob pastejo contínuo, em pasto de aveia-preta e azevém anual manejado sob 40 cm de altura. Fazenda do Espinilho, 2008.



Apêndice 19. Carcaças de novilhos de corte, abatidos aos 14 meses de idade após quatro meses de pastejo em pasto de aveia-preta e azevém anual submetido a diferentes alturas de manejo (10, 20, 30 e 40 cm). Frigorífico Mercosul, 2008.



Apêndice 21. Saída do SAS referente à análise de regressão simples do Capítulo II.

The SAS System
 The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: altreal

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1227.18037	1227.18037	164.18	<.0001
Error	10	74.74552	7.47455		
Corrected Total	11	1301.92589			

Root MSE	2.73396	R-Square	0.9426
Dependent Mean	27.43417	Adj R-Sq	0.9368
Coeff Var	9.96554		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	4.82167	1.93320	2.49	0.0318
Trat	1	0.90450	0.07059	12.81	<.0001

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: MF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	13237051	13237051	185.98	<.0001
Error	11	782941	71176		
Corrected Total	12	14019992			

Root MSE	266.78917	R-Square	0.9442
Dependent Mean	3794.71308	Adj R-Sq	0.9391
Coeff Var	7.03055		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1263.50679	199.81488	6.32	<.0001
altreal	1	85.64058	6.27989	13.64	<.0001

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: Mlest

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Model	1	374385	374385	68.64	<.0001
Error	11	60000	5454.56651		
Corrected Total	12	434385			

Root MSE	73.85504	R-Square	0.8619
Dependent Mean	1253.05285	Adj R-Sq	0.8493
Coeff Var	5.89401		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	827.36524	55.31460	14.96	<.0001
altreal	1	14.40267	1.73846	8.28	<.0001

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: OFLest

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	13.88092	13.88092	85.99	<.0001
Error	9	1.45286	0.16143		
Corrected Total	10	15.33378			

Root MSE	0.40178	R-Square	0.9053
Dependent Mean	1.89755	Adj R-Sq	0.8947
Coeff Var	21.17377		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	-0.93290	0.32840	-2.84	0.0194
altreal	1	0.10583	0.01141	9.27	<.0001

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: OF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	157.25577	157.25577	111.60	<.0001
Error	9	12.68212	1.40912		
Corrected Total	10	169.93789			

Root MSE	1.18707	R-Square	0.9254
Dependent Mean	5.72909	Adj R-Sq	0.9171
Coeff Var	20.71996		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
----------	----	--------------------	----------------	---------	---------

Intercept	1	-3.79774	0.97025	-3.91	0.0035
altreal	1	0.35619	0.03372	10.56	<.0001

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: MANTILHOFINAL

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	18666215	18666215	33.71	0.0001
Error	11	6090831	553712		
Corrected Total	12	24757045			

Root MSE	744.11819	R-Square	0.7540
Dependent Mean	2797.45154	Adj R-Sq	0.7316
Coeff Var	26.59986		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	-539.32908	610.63385	-0.88	0.3960
altreal	1	107.50737	18.51621	5.81	0.0001

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: TAC

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	2565.53507	2565.53507	24.46	0.0006
Error	10	1049.06422	104.90642		
Corrected Total	11	3614.59929			

Root MSE	10.24238	R-Square	0.7098
Dependent Mean	56.23917	Adj R-Sq	0.6807
Coeff Var	18.21219		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	17.72792	8.32993	2.13	0.0592
altreal	1	1.40377	0.28386	4.95	0.0006

The REG Procedure
 Model: MODEL2
 Dependent Variable: PMS

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	7078893	3539446	11.46	0.0034

Error 9 2779642 308849
 Corrected Total 11 9858535

Root MSE 555.74199 R-Square 0.7180
 Dependent Mean 5712.77583 Adj R-Sq 0.6554
 Coeff Var 9.72806

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	11487	1217.73797	9.43	<.0001
altreal	1	-448.61475	94.83206	-4.73	0.0011
altreal2	1	7.58647	1.66798	4.55	0.0014

The REG Procedure

Model: MODEL1

Dependent Variable: PB

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1736.86234	1736.86234	21.93	0.0007
Error	11	871.20074	79.20007		
Corrected Total	12	2608.06308			

Root MSE 8.89944 R-Square 0.6660
 Dependent Mean 140.27692 Adj R-Sq 0.6356
 Coeff Var 6.34420

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	172.46405	7.30301	23.62	<.0001
altreal	1	-1.03703	0.22145	-4.68	0.0007

The REG Procedure

Model: MODEL1

Dependent Variable: FB

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	5331.19176	5331.19176	21.28	0.0017
Error	8	2004.60449	250.57556		
Corrected Total	9	7335.79625			

Root MSE 15.82958 R-Square 0.7267
 Dependent Mean 299.42500 Adj R-Sq 0.6926
 Coeff Var 5.28666

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
----------	----	--------------------	----------------	---------	---------

Intercept	1	223.91070	17.11961	13.08	<.0001
altreal	1	2.22277	0.48190	4.61	0.0017

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: FDN

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	7724.89983	7724.89983	23.48	0.0013
Error	8	2631.86017	328.98252		
Corrected Total	9	10357			

Root MSE	18.13788	R-Square	0.7459
Dependent Mean	639.85000	Adj R-Sq	0.7141
Coeff Var	2.83471		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	556.83919	18.06540	30.82	<.0001
altreal	1	2.70543	0.55831	4.85	0.0013

The REG Procedure
 Model: MODEL2
 Dependent Variable: NDT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1755.32029	877.66014	12.85	0.0032
Error	8	546.52017	68.31502		
Corrected Total	10	2301.84045			

Root MSE	8.26529	R-Square	0.7626
Dependent Mean	606.86364	Adj R-Sq	0.7032
Coeff Var	1.36197		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	521.28680	19.07026	27.34	<.0001
altreal	1	6.97779	1.42855	4.88	0.0012
altreal2	1	-0.11858	0.02358	-5.03	0.0010

The REG Procedure
 Model: MODEL2
 Dependent Variable: GMD

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.08420	0.04210	17.98	0.0017
Error	7	0.01639	0.00234		
Corrected Total	9	0.10059			

Root MSE 0.04839 R-Square 0.8371
 Dependent Mean 0.88090 Adj R-Sq 0.7905
 Coeff Var 5.49286

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	0.30625	0.10607	2.89	0.0234
altreal	1	0.04036	0.00832	4.85	0.0019
altreal2	1	-0.00061410	0.00014794	-4.15	0.0043

The SAS System
 The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: GPVha

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	210972	210972	52.05	<.0001
Error	10	40529	4052.94765		
Corrected Total	11	251502			

Root MSE 63.66276 R-Square 0.8389
 Dependent Mean 325.94042 Adj R-Sq 0.8227
 Coeff Var 19.53203

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	675.17042	51.77571	13.04	<.0001
altreal	1	-12.72975	1.76438	-7.21	<.0001

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: CARGAANIMALHa

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1490528	1490528	88.98	<.0001
Error	10	167516	16752		
Corrected Total	11	1658044			

Root MSE 129.42816 R-Square 0.8990
 Dependent Mean 841.13925 Adj R-Sq 0.8889
 Coeff Var 15.38725

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1769.39714	105.26145	16.81	<.0001
altreal	1	-33.83583	3.58704	-9.43	<.0001

The REG Procedure
 Model: MODEL2

Dependent Variable: pesoabate

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	2557.99283	1278.99642	5.59	0.0302
Error	8	1829.64353	228.70544		
Corrected Total	10	4387.63636			

Root MSE	15.12301	R-Square	0.5830
Dependent Mean	320.81818	Adj R-Sq	0.4788
Coeff Var	4.71389		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	209.22021	34.68241	6.03	0.0003
altreal	1	8.33117	2.73790	3.04	0.0160
altreal2	1	-0.13411	0.04801	-2.79	0.0234

The REG Procedure
Model: MODEL2
Dependent Variable: eccfinal

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.78952	0.39476	5.57	0.0305
Error	8	0.56684	0.07086		
Corrected Total	10	1.35636			

Root MSE	0.26619	R-Square	0.5821
Dependent Mean	3.81818	Adj R-Sq	0.4776
Coeff Var	6.97157		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	1.96810	0.61046	3.22	0.0122
altreal	1	0.13297	0.04819	2.76	0.0247
altreal2	1	-0.00206	0.00084497	-2.44	0.0407

The REG Procedure
Model: MODEL2
Dependent Variable: PCQ

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	329.51236	164.75618	14.29	0.0023
Error	8	92.22069	11.52759		
Corrected Total	10	421.73305			

Root MSE	3.39523	R-Square	0.7813
Dependent Mean	162.67364	Adj R-Sq	0.7267
Coeff Var	2.08714		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	126.15846	7.78646	16.20	<.0001
altreal	1	2.57739	0.61468	4.19	0.0030
altreal2	1	-0.03916	0.01078	-3.63	0.0066

The REG Procedure

Model: MODEL2

Dependent Variable: PCF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	475.92982	237.96491	16.60	0.0010
Error	9	128.98165	14.33129		
Corrected Total	11	604.91147			

Root MSE	3.78567	R-Square	0.7868
Dependent Mean	166.87333	Adj R-Sq	0.7394
Coeff Var	2.26859		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	123.39166	8.29513	14.88	<.0001
altreal	1	3.06557	0.64599	4.75	0.0011
altreal2	1	-0.04717	0.01136	-4.15	0.0025

The REG Procedure

Model: MODEL2

Dependent Variable: PDIANT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	42.81029	21.40514	11.60	0.0060
Error	7	12.92127	1.84590		
Corrected Total	9	55.73156			

Root MSE	1.35864	R-Square	0.7682
Dependent Mean	65.62800	Adj R-Sq	0.7019
Coeff Var	2.07021		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	51.43975	3.12151	16.48	<.0001
altreal	1	1.04681	0.24876	4.21	0.0040
altreal2	1	-0.01664	0.00439	-3.79	0.0068

The REG Procedure

Model: MODEL2

Dependent Variable: PCOST

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Model	2	30.31370	15.15685	8.85	0.0075
Error	9	15.40519	1.71169		
Corrected Total	11	45.71889			

Root MSE	1.30832	R-Square	0.6630
Dependent Mean	21.51083	Adj R-Sq	0.5882
Coeff Var	6.08212		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	11.02228	2.86677	3.84	0.0039
altreal	1	0.72122	0.22325	3.23	0.0103
altreal2	1	-0.01080	0.00393	-2.75	0.0225

The REG Procedure

Model: MODEL2

Dependent Variable: PPOST

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	192.92103	96.46052	10.08	0.0065
Error	8	76.53313	9.56664		
Corrected Total	10	269.45416			

Root MSE	3.09300	R-Square	0.7160
Dependent Mean	81.92182	Adj R-Sq	0.6450
Coeff Var	3.77555		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	55.04613	6.94252	7.93	<.0001
altreal	1	1.85900	0.54192	3.43	0.0089
altreal2	1	-0.02759	0.00946	-2.92	0.0194

The REG Procedure

Model: MODEL2

Dependent Variable: RCOST

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	4.77230	2.38615	6.08	0.0248
Error	8	3.14052	0.39257		
Corrected Total	10	7.91282			

Root MSE	0.62655	R-Square	0.6031
Dependent Mean	12.86273	Adj R-Sq	0.5039
Coeff Var	4.87105		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	7.96104	1.43416	5.55	0.0005
altreal	1	0.35608	0.10905	3.27	0.0114
altreal2	1	-0.00572	0.00190	-3.01	0.0168

The REG Procedure

Model: MODEL2
 Dependent Variable: RPOST

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	5.57964	2.78982	12.78	0.0046
Error	7	1.52780	0.21826		
Corrected Total	9	7.10744			

Root MSE	0.46718	R-Square	0.7850
Dependent Mean	48.98600	Adj R-Sq	0.7236
Coeff Var	0.95370		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	44.24309	1.09390	40.45	<.0001
altreal	1	0.31583	0.08344	3.79	0.0068
altreal2	1	-0.00457	0.00144	-3.17	0.0158

Apêndice 22. Saída do SAS referente à análise de correlação do Capítulo II.

The CORR Procedure
 Pearson Correlation Coefficients
 Prob > |r| under H0: Rho=0
 Number of Observations

	altreal	GMD	GPVha	PESOABATE	CARGAANIMALHa	PESOINICIAL	ECCinic
altreal	1.00000	0.66033	-0.91589	0.28766	-0.94814	-0.47576	-0.13843
		0.0377	<.0001	0.3646	<.0001	0.1180	0.6679
	14	10	12	12	12	12	12
GMD	0.66033	1.00000	-0.68089	0.68853	-0.82058	-0.69395	-0.23757
	0.0377		0.0302	0.0277	0.0036	0.0260	0.5087
	10	10	10	10	10	10	10
GPVha	-0.91589	-0.68089	1.00000	-0.15505	0.89981	0.53908	0.02797
	<.0001	0.0302		0.6304	<.0001	0.0705	0.9312
	12	10	12	12	12	12	12
PESOABATE	0.28766	0.68853	-0.15505	1.00000	-0.45379	0.20299	-0.41522
	0.3646	0.0277	0.6304		0.1384	0.5269	0.1795
	12	10	12	12	12	12	12
CARGAANIMALHa	-0.94814	-0.82058	0.89981	-0.45379	1.00000	0.53290	0.21164
	<.0001	0.0036	<.0001	0.1384		0.0744	0.5090
	12	10	12	12	12	12	12
PESOINICIAL	-0.47576	-0.69395	0.53908	0.20299	0.53290	1.00000	0.36624
	0.1180	0.0260	0.0705	0.5269	0.0744		0.2416
	12	10	12	12	12	12	12
ECCinic	-0.13843	-0.23757	0.02797	-0.41522	0.21164	0.36624	1.00000
	0.6679	0.5087	0.9312	0.1795	0.5090	0.2416	
	12	10	12	12	12	12	12
ECCFINAL	0.47209	0.52319	-0.22728	0.61874	-0.49986	0.05460	-0.02607
	0.1212	0.1207	0.4775	0.0320	0.0980	0.8662	0.9359
	12	10	12	12	12	12	12
MF	0.97168	0.71924	-0.87023	0.47458	-0.96567	-0.42439	-0.09106
	<.0001	0.0290	0.0005	0.1402	<.0001	0.1933	0.7900

13 9 11 11 11 11

 The CORR Procedure
 Pearson Correlation Coefficients
 Prob > |r| under H0: Rho=0
 Number of Observations

	ECCFINAL	TAXAACu MULO	prod MStotal	MF	MLest	OFLest	MFsep	ML
altreal	0.47209 0.1212 12	-0.84692 0.0005 12	-0.93358 <.0001 14	0.97168 <.0001 13	0.92837 <.0001 13	0.95145 <.0001 11	0.94998 <.0001 14	0.92388 <.0001 14
GMD	0.52319 0.1207 10	-0.41989 0.3003 8	-0.52722 0.1174 10	0.71924 0.0290 9	0.35713 0.3454 9	0.46723 0.2048 9	0.81359 0.0042 10	0.68901 0.0275 10
GPVha	-0.22728 0.4775 12	0.80476 0.0050 10	0.84592 0.0005 12	-0.87023 0.0005 11	-0.74722 0.0082 11	-0.84346 0.0011 11	-0.85146 0.0004 12	-0.89053 0.0001 12
PESOABATE	0.61874 0.0320 12	-0.22314 0.5355 10	-0.34717 0.2689 12	0.47458 0.1402 11	0.31829 0.3401 11	0.36003 0.2768 11	0.32334 0.3053 12	0.24276 0.4471 12
CARGAANIMALHa	-0.49986 0.0980 12	0.75467 0.0116 10	0.90684 <.0001 12	-0.96567 <.0001 11	-0.79116 0.0037 11	-0.89630 0.0002 11	-0.95625 <.0001 12	-0.91206 <.0001 12
PESOINICIAL	0.05460 0.8662 12	0.04920 0.8926 10	0.32651 0.3003 12	-0.42439 0.1933 11	-0.29534 0.3779 11	-0.37061 0.2619 11	-0.57261 0.0517 12	-0.55406 0.0616 12
ECCinic	-0.02607 0.9359 12	-0.13617 0.7076 10	0.12595 0.6965 12	-0.09106 0.7900 11	-0.16251 0.6331 11	-0.13059 0.7019 11	-0.15607 0.6281 12	-0.15129 0.6388 12
ECCFINAL	1.00000 0.2135 12	-0.43117 0.2135 10	-0.46875 0.1243 12	0.60130 0.0504 11	0.56326 0.0712 11	0.43420 0.1821 11	0.49077 0.1052 12	0.34107 0.2779 12
TAXAACuMULO	-0.43117 0.2135 10	1.00000 0.2135 12	0.72342 0.0078 12	-0.90287 0.0001 11	-0.79630 0.0034 11	-0.77958 0.0132 9	-0.89976 <.0001 12	-0.86047 0.0003 12
prodMStotal	-0.46875 0.1243 12	0.72342 0.0078 12	1.00000 0.1243 14	-0.85983 0.0002 13	-0.88485 <.0001 13	-0.98936 <.0001 11	-0.82450 0.0003 14	-0.83882 0.0002 14
MF	0.60130 0.0504 11	-0.90287 0.0001 11	-0.85983 0.0002 13	1.00000 0.0504 13	0.90075 <.0001 13	0.91775 <.0001 11	0.98268 <.0001 13	0.89352 <.0001 13

The CORR Procedure
 Pearson Correlation Coefficients
 Prob > |r| under H0: Rho=0
 Number of Observations

	altreal	GMD	GPVha	PESOABATE	CARGAANIMALHa	PESOINICIAL	ECCinic
MLest	0.92837 <.0001 13	0.35713 0.3454 9	-0.74722 0.0082 11	0.31829 0.3401 11	-0.79116 0.0037 11	-0.29534 0.3779 11	-0.16251 0.6331 11
OFLest	0.95145 <.0001 11	0.46723 0.2048 9	-0.84346 0.0011 11	0.36003 0.2768 11	-0.89630 0.0002 11	-0.37061 0.2619 11	-0.13059 0.7019 11
OF	0.96196	0.53012	-0.85768	0.37527	-0.92060	-0.38811	-0.09436

<.0001 0.1421 0.0007 0.2554 <.0001 0.2382 0.7826
 11 9 11 11 11 11 11

The CORR Procedure
 Pearson Correlation Coefficients
 Prob > |r| under H0: Rho=0
 Number of Observations

	ECCFINAL	TAXAACu MULO	prod MStotal	MF	MLest	OFLest	MFsep	ML
MLest	0.56326 0.0712 11	-0.79630 0.0034 11	-0.88485 <.0001 13	0.90075 <.0001 13	1.00000 13	0.90984 0.0001 11	0.83557 0.0004 13	0.83291 0.0004 13
OFLest	0.43420 0.1821 11	-0.77958 0.0132 9	-0.98936 <.0001 11	0.91775 <.0001 11	0.90984 0.0001 11	1.00000 11	0.85038 0.0009 11	0.82240 0.0019 11
OF	0.44570 0.1695 11	-0.78345 0.0125 9	-0.98935 <.0001 11	0.93909 <.0001 11	0.87956 0.0004 11	0.99407 <.0001 11	0.88569 0.0003 11	0.83471 0.0014 11

The SAS System 17:16 Tuesday, March 30, 2010 1104

The CORR Procedure
 Pearson Correlation Coefficients
 Prob > |r| under H0: Rho=0
 Number of Observations

	altreal	GMD	GPVha	PESOABATE	CARGAANIMALHa	PESOINICIAL	ECCinic
outras	-0.51429 0.0599 14	-0.60979 0.0612 10	0.47549 0.1182 12	-0.32227 0.3070 12	0.54607 0.0662 12	0.29424 0.3532 12	0.07894 0.8073 12
mantilho	-0.55963 0.0374 14	-0.47893 0.1614 10	0.53116 0.0756 12	-0.21333 0.5056 12	0.55245 0.0625 12	0.12392 0.7012 12	-0.08780 0.7861 12
mantilhototal	0.83121 0.0004 13	0.86752 0.0024 9	-0.79310 0.0036 11	0.40184 0.2206 11	-0.85356 0.0008 11	-0.29147 0.3845 11	0.11895 0.7276 11
PCQ	0.37751 0.2264 12	0.60086 0.0662 10	-0.20696 0.5187 12	0.95898 <.0001 12	-0.52327 0.0808 12	0.13557 0.6744 12	-0.35560 0.2566 12
PCF	0.28708 0.3656 12	0.48876 0.1517 10	-0.14592 0.6509 12	0.70542 0.0104 12	-0.39452 0.2044 12	-0.02391 0.9412 12	-0.40210 0.1951 12
PDIANT	0.12845 0.6907 12	0.39968 0.2525 10	0.07417 0.8188 12	0.89759 <.0001 12	-0.23450 0.4632 12	0.43996 0.1524 12	-0.28379 0.3714 12
PCOST	0.41362 0.1814 12	0.62443 0.0536 10	-0.23644 0.4594 12	0.87970 0.0002 12	-0.53800 0.0712 12	0.04395 0.8921 12	-0.28362 0.3717 12
PPOST	0.10987 0.7339 12	0.18590 0.6071 10	-0.09913 0.7592 12	0.10443 0.7467 12	-0.13180 0.6830 12	-0.20477 0.5232 12	-0.23255 0.4670 12
RCF	-0.19334 0.5471 12	-0.33246 0.3479 10	0.14444 0.6542 12	-0.74508 0.0054 12	0.33743 0.2834 12	-0.23898 0.4544 12	0.25091 0.4315 12
RDIANT	-0.37175 0.2341 12	-0.39894 0.2535 10	0.51796 0.0845 12	-0.62090 0.0312 12	0.52284 0.0811 12	0.05818 0.8575 12	0.24724 0.4385 12

RCOST	0.40670	0.54156	-0.24166	0.56910	-0.46840	-0.07842	-0.03214
	0.1895	0.1059	0.4492	0.0535	0.1246	0.8086	0.9210
	12	10	12	12	12	12	12

The CORR Procedure
 Pearson Correlation Coefficients
 Prob > |r| under H0: Rho=0
 Number of Observations

	altreal	GMD	GPVha	PESOABATE	CARGAANIMALHa	PESOINICIAL
ECCinic						
RPOST	0.43263	0.70837	-0.61360	0.01493	-0.48886	-0.47911
0.23587	0.1838	0.0327	0.0447	0.9652	0.1270	0.1359
0.4850	11	9	11	11	11	11
11						
PB	-0.83792	-0.58001	0.76103	-0.43418	0.84848	0.29980
0.04798	0.0002	0.0788	0.0040	0.1584	0.0005	0.3438
0.8823	14	10	12	12	12	12
12						
FB	0.65167	0.25246	-0.62302	0.28125	-0.52996	-0.23444
0.37508	0.0116	0.4816	0.0305	0.3759	0.0764	0.4633
0.2296	14	10	12	12	12	12
12						
FDN	0.69939	0.49188	-0.76204	0.18397	-0.66506	-0.07096
0.31489	0.0054	0.1487	0.0040	0.5671	0.0183	0.8265
0.3188	14	10	12	12	12	12
12						
NDT	-0.12231	0.50133	0.02050	0.11894	-0.16289	-0.12852
0.23406	0.6770	0.1399	0.9496	0.7127	0.6130	0.6906
0.4640						
12	14	10	12	12	12	12

Pearson Correlation Coefficients
 Prob > |r| under H0: Rho=0

	FB	FDN	NDT
MLest	0.57812	0.61526	-0.30198
	0.0385	0.0252	0.3160
	13	13	13
OFLest	0.56513	0.68043	-0.10322
	0.0700	0.0212	0.7626
	11	11	11
MFsep	0.58897	0.54887	-0.03789
	0.0267	0.0421	0.8977
	14	14	14
OF	0.55554	0.69710	-0.03851
	0.0760	0.0171	0.9105
	11	11	11

Apêndice 23. Saída do SAS referente à análise de regressão e critério de informação de Akaike para ajuste de modelos do Capítulo II.

The SAS System
The Mixed Procedure

Model Information

Data Set WORK.AIC
Dependent Variable GMD
Covariance Structure Diagonal
Estimation Method REML
Residual Variance Method Profile
Fixed Effects SE Method Model-Based
Degrees of Freedom Method Residual

Covariance Parameter
Estimates

Cov Parm Estimate
Residual 0.001286

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood -16.2
AIC (smaller is better) -14.2
AICC (smaller is better) -13.2
BIC (smaller is better) -14.5

The GLM Procedure

Dependent Variable: GMD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >F
Model	2	0.08858885	0.04429443	34.44	0.0005
Error	6	0.00771715	0.00128619		
Corrected Total	8	0.09630600			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	GMD Mean
0.919868	4.103377	0.035864	0.874000

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	0.4299020671	0.05542607	7.76	0.0002
OFL	0.4834726697	0.06170228	7.84	0.0002
OFL*OFL	-.0941622839	0.01299183	-7.25	0.0004

The Mixed Procedure
Model Information

Data Set WORK.AIC
Dependent Variable GPV
Covariance Structure Diagonal
Estimation Method REML
Residual Variance Method Profile
Fixed Effects SE Method Model-Based
Degrees of Freedom Method Residual

Covariance Parameter
Estimates

Cov Parm Estimate
Residual 4052.95

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood 121.1
AIC (smaller is better) 123.1
 AICC (smaller is better) 123.6
 BIC (smaller is better) 123.4

The GLM Procedure

Dependent Variable: GPV

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	210972.4779	210972.4779	52.05	<.0001
Error	10	40529.4765	4052.9476		
Corrected Total	11	251501.9543			

R-Square Coeff Var Root MSE GPV Mean
0.838850 19.53203 63.66276 325.9404

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	675.1704155	51.77570845	13.04	<.0001
altreal	-12.7297469	1.76438097	-7.21	<.0001

The Mixed Procedure
Model Information

Data Set WORK.AIC
 Dependent Variable **CARGA**
 Covariance Structure Diagonal
 Estimation Method REML
 Residual Variance Method Profile
 Fixed Effects SE Method Model-Based
 Degrees of Freedom Method Residual

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm Estimate
Residual 16752

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood 135.3
AIC (smaller is better) 137.3
 AICC (smaller is better) 137.8
 BIC (smaller is better) 137.6

The GLM Procedure

Dependent Variable: CARGA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1490527.593	1490527.593	88.98	<.0001
Error	10	167516.490	16751.649		

Corrected Total	11	1658044.083		
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	CARGA Mean
	0.898967	15.38725	129.4282	841.1393
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1769.397143	105.2614469	16.81	<.0001
altreal	-33.8358			

The Mixed Procedure
Model Information

Data Set WORK.AIC
 Dependent Variable PCQ
 Covariance Structure Diagonal
 Estimation Method REML
 Residual Variance Method Profile
 Fixed Effects SE Method Model-Based
 Degrees of Freedom Method Residual

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm	Estimate
Residual	11.5276

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	63.3
AIC (smaller is better)	65.3
AICC (smaller is better)	66.0
BIC (smaller is better)	65.4

The GLM Procedure

Dependent Variable: PCQ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	329.5123644	164.7561822	14.29	0.0023
Error	8	92.2206902	11.5275863		
Corrected Total	10	421.7330545			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PCQ Mean
0.781329	2.087142	3.395230	162.6736

Parameter	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	126.1584602	7.78646383	16.20	<.0001
altreal	2.5773896	0.61467962	4.19	0.0030
altreal*altreal	-0.0391619	0.01077757	-3.63	0.0066

The Mixed Procedure
Model Information

```

Data Set                WORK.AIC
Dependent Variable      PCF
Covariance Structure    Diagonal
Estimation Method       REML
Residual Variance Method Profile
Fixed Effects SE Method Model-Based
Degrees of Freedom Method Residual
    
```

Covariance Parameter Estimates

```

Cov Parm  Estimate
Residual  14.3313
    
```

Fit Statistics

```

-2 Res Log Likelihood    70.8
AIC (smaller is better) 72.8
AICC (smaller is better) 73.3
BIC (smaller is better) 73.0
    
```

The GLM Procedure

Dependent Variable: PCF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	475.9298209	237.9649104	16.60	0.0010
Error	9	128.9816458	14.3312940		
Corrected Total	11	604.9114667			

```

R-Square    Coeff Var    Root MSE    PCF Mean
0.786776    2.268589    3.785670    166.8733
    
```

Parameter	Estimate	Error	t Value	Pr > t
Intercept	123.3916588	8.29513274	14.88	<.0001
altreal	3.0655750	0.64598835	4.75	0.0011
altreal*altreal	-0.0471705	0.01136213	-4.15	0.0025

The Mixed Procedure
Model Information

```

Data Set                WORK.AIC
Dependent Variable      PDIANT
Covariance Structure    Diagonal
Estimation Method       REML
Residual Variance Method Profile
Fixed Effects SE Method Model-Based
Degrees of Freedom Method Residual
    
```

Covariance Parameter Estimates

```

Cov Parm  Estimate
Residual  1.8459
    
```

Fit Statistics

```

-2 Res Log Likelihood    45.1
    
```

AIC (smaller is better) 47.1
 AICC (smaller is better) 47.9
 BIC (smaller is better) 47.0

The GLM Procedure

Dependent Variable: PDIANT

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	42.81028885	21.40514442	11.60	0.0060
Error	7	12.92127115	1.84589588		
Corrected Total	9	55.73156000			

R-Square Coeff Var Root MSE PDIANT Mean
0.768152 2.070210 1.358638 65.62800

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	51.43975282	3.12151124	16.48	<.0001
altreal	1.04680804	0.24875897	4.21	0.0040
altreal*altreal	-0.01664155	0.00438672	-3.79	0.0068

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set WORK.AIC
 Dependent Variable PCOST
 Covariance Structure Diagonal
 Estimation Method REML
 Residual Variance Method Profile
 Fixed Effects SE Method Model-Based
 Degrees of Freedom Method Residual

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm Estimate
 Residual 1.7117

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood 51.7
AIC (smaller is better) 53.7
 AICC (smaller is better) 54.2
 BIC (smaller is better) 53.8

The GLM Procedure

Dependent Variable: PCOST

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	30.31369757	15.15684878	8.85	0.0075
Error	9	15.40519410	1.71168823		
Corrected Total	11	45.71889167			

R-Square Coeff Var Root MSE PCOST Mean

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
	0.663045	6.082122	1.308315	21.51083
Intercept	11.02227841	2.86677079	3.84	0.0039
altreal	0.72122284	0.22325146	3.23	0.0103
altreal*altreal	-0.01079700	0.00392672	-2.75	0.0225

The Mixed Procedure
Model Information

Data Set WORK.AIC
 Dependent Variable PPOST
 Covariance Structure Diagonal
 Estimation Method REML
 Residual Variance Method Profile
 Fixed Effects SE Method Model-Based
 Degrees of Freedom Method Residual

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm	Estimate
Residual	9.5666

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	61.9
AIC (smaller is better)	63.9
AICC (smaller is better)	64.5
BIC (smaller is better)	63.9

The GLM Procedure

Dependent Variable: PPOST

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	192.9210336	96.4605168	10.08	0.0065
Error	8	76.5331300	9.5666413		
Corrected Total	10	269.4541636			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PPOST Mean
0.715970	3.775549	3.092999	81.92182

Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	55.04613342	6.94252125	7.93	<.0001
altreal	1.85899740	0.54191792	3.43	0.0089
altreal*altreal	-0.02758987	0.00946410	-2.92	0.0194

24. Apêndice. Análise Proc GLM: Capítulo III

The SAS System

----- PROF=10 -----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Trat	5	1 10 20 30 40
Rep	3	1 2 3
PROF	1	10

Number of observations 1464

Dependent Variables With Equivalent Missing Value Patterns

Pattern	Obs	Dependent Variables
1	1424	Altura
2	1462	RESIST

NOTE: Variables in each group are consistent with respect to the presence or absence of missing values.

The SAS System

----- PROF=10 -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: Altura

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >
Model	13	28130.0583	2163.8506	30.29	<.0001
Error	1410	100726.0316	71.4369		
Corrected Total	1423	128856.0899			

R-Square 0.218306
 Coeff Var 59.41794
 Root MSE 8.452035
 Altura Mean 14.22472

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >
Rep	2	510.04836	255.02418	3.57	0.0284
Trat	4	21057.29823	5264.32456	73.69	<.0001
Trat*Rep	7	6675.60119	953.65731	13.35	<.0001

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for Trat*Rep as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >
Trat	4	21057.29823	5264.32456	5.52	0.0250

The SAS System 05:22 Friday, May 7, 2010 27

----- PROF=10 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Altura

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	7
Error Mean Square	953.6573
Critical Value of Studentized Range	5.06007
Minimum Significant Difference	11.954
Harmonic Mean of Cell Sizes	170.8825

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Trat
A	27.491	57	1
A			
B A	16.303	333	40
B			
B	15.050	359	30
B			
B	14.383	332	20
B			
B	8.985	343	10

2010 28 The SAS System 05:22 Friday, May 7,

----- PROF=10 -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: RESIST

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >
Model	13	642521410	49424724	78.94	<.0001
Error	1448	906638427	626132		
Corrected Total	1461	1549159837			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	RESIST Mean
0.414755	39.86702	791.2847	1984.811

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >
Rep	2	5649075.4	2824537.7	4.51	0.0111
Trat	4	559426847.2	139856711.8	223.37	<.0001
Trat*Rep	7	60023267.9	8574752.6	13.69	<.0001

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for Trat*Rep as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >
Trat	4	559426847.2	139856711.8	16.31	

0.0012
2010 29

The SAS System

05:22 Friday, May 7,

----- PROF=10 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for RESIST

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	7
Error Mean Square	8574753
Critical Value of Studentized Range	5.06007
Minimum Significant Difference	1127.4
Harmonic Mean of Cell Sizes	172.7288

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Trat
A	2539.2	358	10
A			
A	2534.0	345	20
A			
B	1939.6	368	30
B			
B	1082.9	334	40
C			
C	755.6	57	1

2010 30

The SAS System

05:22 Friday, May 7,

----- PROF=20 -----

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Trat	5	1 10 20 30 40
Rep	3	1 2 3
PROF	1	20

Number of observations 1464

Dependent Variables With Equivalent Missing Value Patterns

Pattern	Obs	Dependent Variables
1	1424	Altura
2	1464	RESIST

NOTE: Variables in each group are consistent with respect to the presence or absence of missing values.

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Trat
A	2283.3	345	20
A			
B A	2242.0	358	10
B A			
B A	2067.6	370	30
B A			
B A	1896.7	57	1
B A			
B	1691.1	334	40

----- PROF=40 -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: RESIST

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >
Model	13	108099498.1	8315346.0	28.23	<.0001
Error	1450	427168393.3	294598.9		
Corrected Total	1463	535267891.4			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	RESIST Mean
0.201954	23.85853	542.7696	2274.950

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >
Rep	2	2420561.94	1210280.97	4.11	0.0166
Trat	4	82146305.39	20536576.35	69.71	<.0001
Trat*Rep	7	17766827.49	2538118.21	8.62	<.0001

Tests of Hypotheses Using the Type III MS for Trat*Rep as an Error Term

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >
Trat	4	82146305.39	20536576.35	8.09	0.0092

2010 44 The SAS System 05:22 Friday, May 7,

----- PROF=40 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for RESIST

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher

Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	7
Error Mean Square	2538118

Critical Value of Studentized Range 5.06007
 Minimum Significant Difference 613.23
 Harmonic Mean of Cell Sizes 172.8165

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Trat
A	2558.4	345	20
A			
B A	2382.7	358	10
B A			
B A	2281.7	370	30
B A			
B A	2162.3	57	1
B A			
B	1878.4	334	40

Apêndice 25. Análise das alturas pos classes. Capítulo III

The SAS System

----- trat=10 -----

The MEANS Procedure

Variable	Mean	Std Dev	Std Error	Coeff of Variation	Minimum	Maximum
bloco	2.000000	0.836660	0.182574	41.833001	1.000000	3.000000
alt	8.976667	0.875513	0.191052	9.753210	8.280000	10.180000
MF	338.033333	112.508508	24.551369	33.283258	248.520000	492.670000
percentual	14.285714	18.514561	4.040208	129.601928	0.060000	64.640000

----- trat=20 -----

Variable	Mean	Std Dev	Std Error	Coeff of Variation	Minimum	Maximum
bloco	2.000000	0.836660	0.182574	41.833001	1.000000	3.000000
alt	14.416667	1.164140	0.254036	8.074963	12.810000	15.220000
MF	1036.41	149.222536	32.563027	14.398068	830.460000	1139.38
percentual	14.285238	14.123375	3.081973	98.866926	0	46.590000

----- trat=30 -----

Variable	Mean	Std Dev	Std Error	Coeff of Variation	Minimum	Maximum
bloco	2.000000	0.836660	0.182574	41.833001	1.000000	3.000000
alt	15.103333	3.317495	0.723936	21.965317	10.790000	18.590000
MF	1124.40	425.970655	92.954417	37.884150	570.480000	1571.93
percentual	14.284285	17.200771	3.753516	120.417439	0.090000	49.530000

----- trat=40 -----

Variable	Mean	Std Dev	Std Error	Coeff of Variation	Minimum	Maximum
bloco	2.000000	0.836660	0.182574	41.833001	1.000000	3.000000
alt	16.523333	2.498524	0.545222	15.121876	14.560000	19.960000
MF	1307.10	320.553850	69.950584	24.524112	1055.09	1748.00
percentual	14.285714	18.606608	4.060294	130.246256	0	56.210000

ff

The SAS System

----- trat=SP -----

The MEANS Procedure

Variable	Mean	Std Dev	Std Error	Coeff of Variation	Minimum	Maximum
bloco	1.5000000	0.5188745	0.1386750	34.5916348	1.0000000	2.0000000
alt	28.2400000	3.8604264	1.0317424	13.6700653	24.5200000	31.9600000
MF	2810.56	495.6704531	132.4735009	17.6360033	2332.92	3288.20
percentual	14.2857143	34.7707053	9.2928619	243.3949373	0	99.8000000

ff

The SAS System
The Mixed Procedure

----- Effect=faixa Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1		18	31.6510	3.2709	0.05	25.1146	38.1874	A
2		12-15	19.9193	3.2709	0.05	13.3829	26.4557	AB
3		15-18	16.2843	3.2709	0.05	9.7479	22.8207	BC
4		9-12	15.3500	3.2709	0.05	8.8136	21.8864	BC
5		6-9	12.9467	3.2709	0.05	6.4103	19.4831	BCD
6		3-6	3.5947	3.2709	0.05	-2.9417	10.1311	CD
7		3	0.2513	3.2709	0.05	-6.2851	6.7877	D

----- Effect=trat Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
8	10		14.2857	2.6358	0.05	9.0185	19.5529	A
9	40		14.2857	2.6358	0.05	9.0185	19.5529	A
10	SP		14.2857	3.2282	0.05	7.8347	20.7367	A
11	20		14.2852	2.6358	0.05	9.0180	19.5524	A
12	30		14.2843	2.6358	0.05	9.0171	19.5515	A

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
13	SP	18	96.2050	8.5409	0.05	79.1374	113.27	A
14	10	6-9	48.1200	6.9736	0.05	34.1843	62.0557	B
15	40	12-15	33.8700	6.9736	0.05	19.9343	47.8057	BC
16	40	15-18	33.5200	6.9736	0.05	19.5843	47.4557	BC
17	20	12-15	33.2800	6.9736	0.05	19.3443	47.2157	BC
18	20	9-12	25.9267	6.9736	0.05	11.9910	39.8623	BC
19	10	9-12	25.0333	6.9736	0.05	11.0977	38.9690	BC
20	30	12-15	24.9067	6.9736	0.05	10.9710	38.8423	BC
21	40	18	23.3967	6.9736	0.05	9.4610	37.3323	BC
22	30	15-18	23.3900	6.9736	0.05	9.4543	37.3257	BC
23	30	18	21.9633	6.9736	0.05	8.0277	35.8990	BC
24	30	9-12	18.9133	6.9736	0.05	4.9777	32.8490	BC
25	20	15-18	18.7367	6.9736	0.05	4.8010	32.6723	BC
26	20	18	14.8133	6.9736	0.05	0.8777	28.7490	BC
27	10	3-6	14.6867	6.9736	0.05	0.7510	28.6223	BC
28	30	6-9	8.7867	6.9736	0.05	-5.1490	22.7223	BC
29	40	9-12	6.8767	6.9736	0.05	-7.0590	20.8123	C
30	10	12-15	6.8200	6.9736	0.05	-7.1157	20.7557	C
31	20	6-9	5.9933	6.9736	0.05	-7.9423	19.9290	C
32	SP	15-18	3.0750	8.5409	0.05	-13.9926	20.1426	C
33	10	15-18	2.7000	6.9736	0.05	-11.2357	16.6357	C
34	10	18	1.8767	6.9736	0.05	-12.0590	15.8123	C

The SAS System
 ----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----
 (continued)

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
35	40	6-9	1.8333	6.9736	0.05	-12.1023	15.7690	C
36	30	3-6	1.7967	6.9736	0.05	-12.1390	15.7323	C
37	20	3-6	1.0233	6.9736	0.05	-12.9123	14.9590	C
38	10	3	0.7633	6.9736	0.05	-13.1723	14.6990	C
39	SP	12-15	0.7200	8.5409	0.05	-16.3476	17.7876	C
40	40	3-6	0.4667	6.9736	0.05	-13.4690	14.4023	C
41	30	3	0.2333	6.9736	0.05	-13.7023	14.1690	C
42	20	3	0.2233	6.9736	0.05	-13.7123	14.1590	C
43	40	3	0.03667	6.9736	0.05	-13.8990	13.9723	C
44	SP	6-9	6.51E-14	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	C
45	SP	3-6	2.8E-14	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	C
46	SP	3	1.25E-15	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	C
47	SP	9-12	-27E-14	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	C

The SAS System 16:58 Friday, July 16, 2010 118

----- Effect=faixa Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1		18	31.6510	3.2709	0.05	25.1146	38.1874	A
2		12-15	19.9193	3.2709	0.05	13.3829	26.4557	AB
3		15-18	16.2843	3.2709	0.05	9.7479	22.8207	BC
4		9-12	15.3500	3.2709	0.05	8.8136	21.8864	BC
5		6-9	12.9467	3.2709	0.05	6.4103	19.4831	BCD
6		3-6	3.5947	3.2709	0.05	-2.9417	10.1311	CD
7		3	0.2513	3.2709	0.05	-6.2851	6.7877	D

----- Effect=trat Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
8	10		14.2857	2.6358	0.05	9.0185	19.5529	A
9	40		14.2857	2.6358	0.05	9.0185	19.5529	A
10	SP		14.2857	3.2282	0.05	7.8347	20.7367	A
11	20		14.2852	2.6358	0.05	9.0180	19.5524	A
12	30		14.2843	2.6358	0.05	9.0171	19.5515	A

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
13	10	6-9	48.1200	6.9736	0.05	34.1843	62.0557	A
14	10	9-12	25.0333	6.9736	0.05	11.0977	38.9690	AB
15	10	3-6	14.6867	6.9736	0.05	0.7510	28.6223	AB
16	10	12-15	6.8200	6.9736	0.05	-7.1157	20.7557	B
17	10	15-18	2.7000	6.9736	0.05	-11.2357	16.6357	B
18	10	18	1.8767	6.9736	0.05	-12.0590	15.8123	B
19	10	3	0.7633	6.9736	0.05	-13.1723	14.6990	B

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
20	20	12-15	33.2800	6.9736	0.05	19.3443	47.2157	A
21	20	9-12	25.9267	6.9736	0.05	11.9910	39.8623	A
22	20	15-18	18.7367	6.9736	0.05	4.8010	32.6723	A
23	20	18	14.8133	6.9736	0.05	0.8777	28.7490	A

24	20	6-9	5.9933	6.9736	0.05	-7.9423	19.9290	A
25	20	3-6	1.0233	6.9736	0.05	-12.9123	14.9590	A
26	20	3	0.2233	6.9736	0.05	-13.7123	14.1590	A

The SAS System 16:58 Friday, July 16, 2010 119

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
27	30	12-15	24.9067	6.9736	0.05	10.9710	38.8423	A
28	30	15-18	23.3900	6.9736	0.05	9.4543	37.3257	A
29	30	18	21.9633	6.9736	0.05	8.0277	35.8990	A
30	30	9-12	18.9133	6.9736	0.05	4.9777	32.8490	A
31	30	6-9	8.7867	6.9736	0.05	-5.1490	22.7223	A
32	30	3-6	1.7967	6.9736	0.05	-12.1390	15.7323	A
33	30	3	0.2333	6.9736	0.05	-13.7023	14.1690	A

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
34	40	12-15	33.8700	6.9736	0.05	19.9343	47.8057	A
35	40	15-18	33.5200	6.9736	0.05	19.5843	47.4557	A
36	40	18	23.3967	6.9736	0.05	9.4610	37.3323	A
37	40	9-12	6.8767	6.9736	0.05	-7.0590	20.8123	A
38	40	6-9	1.8333	6.9736	0.05	-12.1023	15.7690	A
39	40	3-6	0.4667	6.9736	0.05	-13.4690	14.4023	A
40	40	3	0.03667	6.9736	0.05	-13.8990	13.9723	A

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=7 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
41	SP	18	96.2050	8.5409	0.05	79.1374	113.27	A
42	SP	15-18	3.0750	8.5409	0.05	-13.9926	20.1426	B
43	SP	12-15	0.7200	8.5409	0.05	-16.3476	17.7876	B
44	SP	6-9	6.51E-14	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	B
45	SP	3-6	2.8E-14	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	B
46	SP	3	1.25E-15	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	B
47	SP	9-12	-27E-14	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	B

The SAS System 16:58 Friday, July 16, 2010 120

----- Effect=faixa Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1		18	31.6510	3.2709	0.05	25.1146	38.1874	A
2		12-15	19.9193	3.2709	0.05	13.3829	26.4557	AB
3		15-18	16.2843	3.2709	0.05	9.7479	22.8207	BC
4		9-12	15.3500	3.2709	0.05	8.8136	21.8864	BC
5		6-9	12.9467	3.2709	0.05	6.4103	19.4831	BCD
6		3-6	3.5947	3.2709	0.05	-2.9417	10.1311	CD
7		3	0.2513	3.2709	0.05	-6.2851	6.7877	D

----- Effect=trat Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
8	10		14.2857	2.6358	0.05	9.0185	19.5529	A
9	40		14.2857	2.6358	0.05	9.0185	19.5529	A
10	SP		14.2857	3.2282	0.05	7.8347	20.7367	A

11	20	14.2852	2.6358	0.05	9.0180	19.5524	A
12	30	14.2843	2.6358	0.05	9.0171	19.5515	A

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
13	40	12-15	33.8700	6.9736	0.05	19.9343	47.8057	A
14	20	12-15	33.2800	6.9736	0.05	19.3443	47.2157	A
15	30	12-15	24.9067	6.9736	0.05	10.9710	38.8423	A
16	10	12-15	6.8200	6.9736	0.05	-7.1157	20.7557	A
17	SP	12-15	0.7200	8.5409	0.05	-16.3476	17.7876	A

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
18	40	15-18	33.5200	6.9736	0.05	19.5843	47.4557	A
19	30	15-18	23.3900	6.9736	0.05	9.4543	37.3257	A
20	20	15-18	18.7367	6.9736	0.05	4.8010	32.6723	A
21	SP	15-18	3.0750	8.5409	0.05	-13.9926	20.1426	A
22	10	15-18	2.7000	6.9736	0.05	-11.2357	16.6357	A

The SAS System 16:58 Friday, July 16, 2010 121

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
23	SP	18	96.2050	8.5409	0.05	79.1374	113.27	A
24	40	18	23.3967	6.9736	0.05	9.4610	37.3323	B
25	30	18	21.9633	6.9736	0.05	8.0277	35.8990	B
26	20	18	14.8133	6.9736	0.05	0.8777	28.7490	B
27	10	18	1.8767	6.9736	0.05	-12.0590	15.8123	B

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
28	10	3	0.7633	6.9736	0.05	-13.1723	14.6990	A
29	30	3	0.2333	6.9736	0.05	-13.7023	14.1690	A
30	20	3	0.2233	6.9736	0.05	-13.7123	14.1590	A
31	40	3	0.03667	6.9736	0.05	-13.8990	13.9723	A
32	SP	3	1.25E-15	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	A

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=7 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
33	10	3-6	14.6867	6.9736	0.05	0.7510	28.6223	A
34	30	3-6	1.7967	6.9736	0.05	-12.1390	15.7323	A
35	20	3-6	1.0233	6.9736	0.05	-12.9123	14.9590	A
36	40	3-6	0.4667	6.9736	0.05	-13.4690	14.4023	A
37	SP	3-6	2.8E-14	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	A

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=8 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
38	10	6-9	48.1200	6.9736	0.05	34.1843	62.0557	A
39	30	6-9	8.7867	6.9736	0.05	-5.1490	22.7223	AB
40	20	6-9	5.9933	6.9736	0.05	-7.9423	19.9290	B

41	40	6-9	1.8333	6.9736	0.05	-12.1023	15.7690	B
42	SP	6-9	6.51E-14	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	B

The SAS System 16:58 Friday, July 16, 2010 122

----- Effect=trat*faixa Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=9 -----

Obs	trat	faixa	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
43	20	9-12	25.9267	6.9736	0.05	11.9910	39.8623	A
44	10	9-12	25.0333	6.9736	0.05	11.0977	38.9690	A
45	30	9-12	18.9133	6.9736	0.05	4.9777	32.8490	A
46	40	9-12	6.8767	6.9736	0.05	-7.0590	20.8123	A
47	SP	9-12	-27E-14	8.5409	0.05	-17.0676	17.0676	A

7. VITA

Cristiane de Lima Wesp nasceu em 04 de junho de 1985 no município de Passo Fundo, filha de Daltro José Wesp e Sara de Lima Wesp. Realizou seus estudos de ensino fundamental no Colégio Objetivo e cursou o ensino médio no Colégio de Ensino Médio Garra, ambos localizados em Passo Fundo. Em 2003 ingressou na Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF), onde em janeiro de 2008, graduou-se Engenheira Agrônoma. Durante o curso de graduação desenvolveu atividades como estudante de iniciação científica no Departamento de Horticultura da Faculdade de Agronomia/UPF, sendo bolsista FAPERGS por dois anos. Também exerceu atividades de iniciação científica na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa em Trigo (Embrapa Trigo) e no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Faculdade de Agronomia/(UPF). Realizou seu estágio curricular obrigatório em dois locais, Cooperativa Triticola Sarandi Ltda. (COTRISAL) e Cooperativa Languiru, completando ao total 800 horas de estágio. Em 2008 iniciou o curso de Mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de concentração em Plantas Forrageiras, como bolsista CNPq. Em dezembro de 2009 foi aprovada no Processo Seletivo do Departamento de Fitotecnia/UFRGS - Ênfase em Horticultura, para o Curso de Doutorado.