

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

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE PLACAS DE ESTERCO E
PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO SOJA-
BOVINOS DE CORTE**

FRANCINE DAMIAN DA SILVA
Eng. Agrícola/URI

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

Porto Alegre (RS), Brasil
Fevereiro de 2012

FOLHA DE HOMOLOGAÇÃO

“A terra não é um bem que herdamos de nossos pais, mas um empréstimo de nossos filhos”.

Henry Brown

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação à minha família... minha mãe pelo apoio incondicional, por estar sempre ao meu lado, em todas as situações e minhas irmãs, pelo companheirismo de sempre. A vocês devo absolutamente tudo que sou. Obrigada.

AGRADECIMENTOS

Durante toda essa caminhada sempre contei com o auxílio de Deus e agora, como nos demais instantes de minha vida, não poderia deixar de agradecer-lhe por sempre ter estado presente, seja me auxiliando com bons pensamentos e inspirações, seja afagando meus cabelos em momentos de solidão e desânimo. Agradeço a concretização de mais um sonho, mais uma etapa cumprida em minha vida. Ao Grupo de Pesquisa Ecologia do Pastejo pelos conhecimentos compartilhados, as pessoas que conheci neste grupo que acompanharam minha caminhada, e que de alguma maneira contribuíram para a realização deste sonho. Ao professor Paulo, pela criteriosa orientação em cada etapa deste trabalho, agradeço o incentivo e dedicação dispensados. Aos demais professores, por mostrarem o caminho do conhecimento e da sabedoria possibilitando-me vislumbrar novos horizontes, em especial aos professores Ibanor Anghinoni e Christian Bredemeier, meu carinhoso agradecimento por suas colaborações e sugestões que tanto enriqueceram meu trabalho. Aos funcionários da Fazenda Espinilho, por todo apoio na realização do experimento. Aos bolsistas e ao colega Fernando que foram muito importantes na realização da fase de laboratório. A meiga Joice, por todo conhecimento que me passaste sobre solos e a todo apoio de campo e de laboratório que se dispôs a realizar. Obrigada muito sincero pelo apoio da Carol e Monica, nas análises estatísticas. Obrigada Lidi e Jean pela ajuda incondicional na finalização deste trabalho.

Agradeço também a minha equipe de campo, da URI, Flávio, Paulo, Gabriele, Renata, Roberta, Pâmela, Josiane, Jhon, Jonas e Marina pela ajuda braçal e extremamente cansativa no experimento, sem vocês não sairia experimento. Ao Junior, funcionário do mercado da minha família, que se dispôs a pedir folga do trabalho e ir ajudar no experimento. Ao meu admirável namorado, Leonardo, que em toda sua folga da faculdade, viajava de Dom Pedrito para me ajudar, me apoiar e não deixar eu desistir nunca, obrigada por tudo. Agradeço ao professor Olívio por ter me ensinado a gostar de forrageiras, você teve grande participação na minha opção de fazer mestrado.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

E, quero agradecer de modo muito especial, a minha mãe, que foi para o campo me ajudar de forma braçal e exaustiva para realização deste trabalho, de igual forma a minha irmã Sabrine e a meu cunhado Leonardo, muito obrigada por irem contar esterco um dia antes de viajarem para a Espanha. Um especial e carinhoso agradecimento a minha segunda família, de Porto Alegre, Giovana, Neri e Lucas, que me apoiaram incondicionalmente nos últimos dias do mestrado. Por fim, o mais especial dos agradecimentos, a pessoa que se doou por inteiro para que eu colocasse em prática a idéia deste trabalho, que por mais que estivesse passando por alguma dificuldade pessoal, jamais se negou a me ajudar e ir a campo, sob sol e chuva, frio e calor, ao grandioso ser humano, professor Ciro Rodrigues de Brum.

Meu sincero MUITO OBRIGADA a todos.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE PLACAS DE ESTERCO E PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO SOJA-BOVINOS DE CORTE¹

Autora: Francine Damian da Silva

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

Resumo

O presente trabalho foi conduzido na região do Planalto Médio, RS, em protocolo experimental de longa duração, entre julho de 2010 e abril de 2011, constituído por dois experimentos. No experimento 1 foram realizadas amostragens das placas de esterco, em intervalos médios de 20 dias, em cada tratamento de altura de manejo do pasto (10, 20, 30 e 40 cm). Totalizaram-se seis avaliações ao longo do ciclo de pastejo, onde foram marcadas todas as placas de esterco do período. O número de placas por animal por dia, a área média e o peso das placas de esterco não diferiram entre os tratamentos. Áreas de Thiessen foram criadas para a análise geoestatística dos dados, para detectar o padrão da distribuição. Os bovinos depositaram suas placas de esterco em locais diferentes a cada período, não havendo um padrão de distribuição temporal. Considerando todas as amostragens verificou-se a existência de padrão na distribuição espacial das placas de esterco em relação aos pontos atrativos, independentemente do manejo de altura do pasto. No experimento 2 o delineamento experimental foi em arranjo fatorial 2x4, sendo dois tratamentos de presença de placas de esterco (com e sem) e quatro alturas de manejo do pasto. Para todas as variáveis analisadas, não houve interação entre as alturas de manejo do pasto e áreas com e sem presença de placas. Em áreas com presença de placas de esterco os teores de fósforo e potássio disponíveis no solo, assim como o componente do rendimento número de legumes por planta foram significativamente maiores, aumentando significativamente o rendimento de grãos da soja em relação às áreas sem placas. A presença dos animais no sistema de integração soja-bovinos de corte e, conseqüentemente, de suas placas de esterco aumentou a disponibilidade dos nutrientes fósforo e potássio nestes locais. Assim, afetou o teor destes nutrientes na planta, favorecendo a formação de maior número de legumes por planta e o rendimento de grãos da cultura da soja implantada em sucessão a pastagem.

Palavras-chave: plantio direto, intensidade de pastejo, padrão de distribuição, geoestatística, área de Thiessen, distribuição de nutrientes, componentes primários do rendimento

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (101p.) Fevereiro de 2012.

SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF DUNG AND SOYBEAN YIELD IN INTEGRATED SOYBEAN-BEEF CATTLE SYSTEM¹

Author: Francine Damian da Silva

Adviser: Paulo César de Faccio Carvalho

Abstract

This study was conducted at Planalto Médio region, RS, in the experimental protocol of long duration, between July 2010 and April 2011, consisting of two experiments. In Experiment 1 it was realized samples of dung, in intervals of 20 days in each treatment of sward height (10, 20, 30 and 40 cm). Six evaluations were amounted from that period have been marked over the grazing cycle, where all dung did not vary between the treatments. The number of dung per animal per day, the average size and weight of the dung not different among treatments. Thiessen areas were created for the geostatistical analysis of the data to detect the pattern of distribution. The cattle deposited their dung in different places every time, without a pattern of temporal distribution. Considering all samples it was verified the existence of a pattern in spatial distribution of dung in relation to the attractions points, independently of the management of the sward height. In experiment 2, the experimental design was a 2x4 factorial arrangement, with being two treatments of presence of dung (with and without) and four different sward heights. For all variables analyzed, there was no interaction between sward heights and areas with and without dung. In areas with dung the levels of available phosphorus and potassium in the soil, as well as the yield component number of pods per plant were significantly higher, significantly increasing the grain yield of soybean in relation to areas without dung. The presence of animals in the integrated soybean-beef cattle system and consequently their dung increased the availability of nutrients, phosphorus and potassium in these locations. Thus, affected the content of these nutrients in the plant, favoring the development of the number of pods per plant and grain yield of soybean.

Keywords: no-tillage, grazing intensity, pattern of distribution, geostatistics, Thiessen area, distribution of nutrients, primary components of yield

¹ Master of Science dissertation in Forage Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (101p.) Fevereiro de 2012.

SUMÁRIO

	Página
1. CAPÍTULO I	1
1.1 Introdução	2
1.2 Revisão bibliográfica	4
1.2.1 Sistemas de Integração lavoura-pecuária	4
1.2.2 Interferência dos animais no sistema	7
1.2.3 Distribuição das excreções dos animais	8
1.3 Modelo Conceitual	11
1.4 Hipótese e Objetivos	13
1.4.1 Hipótese	13
1.4.2 Objetivos	13
2. CAPÍTULO II	14
Distribuição espacial e temporal de placas de esterco em função de alturas de manejo do pasto	14
1. Introdução	16
2. Material e métodos.....	17
2.1 Descrição do local.....	17
2.2 Delineamento experimental e manejo.....	18
2.3 Mapeamento das placas de esterco	20
2.4 Análise estatística	22
2.5 Análise geoestatística	22
3. Resultados	24
3.1 Distribuição das placas de esterco.....	24
3.2 Análise espaço-temporal.....	28
4. Discussão.....	29
5. Conclusão	32
6. Referências	32
3. CAPÍTULO III	38
Distribuição de placas de esterco em sistema de integração soja-bovinos de corte e sua relação com a produtividade da soja	38
1. Introdução	39
2. Material e Métodos.....	41
2.1 Características locais, delineamento experimental e tratamentos	41
2.2 Manejo da lavoura de soja	44
2.3 Avaliações.....	45
2.4 Análise estatística.....	46
3. Resultados	47
4. Discussão.....	51
5. Conclusão	55
6. Referências	56
4. CAPÍTULO IV	61
4.1 Considerações finais.....	61
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
6. APÊNDICES	70
7. VITA	101

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
2. CAPÍTULO II.....	14
Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo, camada 0-10 cm, da área experimental.....	18
Tabela 2. Número de animais mantidos por altura de manejo do pasto, em cada amostragem das placas de esterco	20
Tabela 3. Número total (<i>n</i>) e número de placas de esterco por animal por dia (<i>n/a/d</i>) em diferentes alturas de manejo do pasto.....	24
Tabela 4. Modelos geoestatísticos das áreas dos polígonos de Thiessen em cada período de amostragem, nas diferentes alturas de manejo do pasto.....	28
3. CAPÍTULO III.....	38
Tabela 1. Parâmetros de planta e teores de nutrientes na planta e no solo em função das alturas de manejo do pasto em sistema de integração soja-bovinos de corte em plantio-direto..	48
Tabela 2. Parâmetros de planta e teores de nutrientes na planta e no solo em função da presença ou ausência de placas de esterco em sistema de integração soja-bovinos de corte em plantio-direto.....	48

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. CAPÍTULO I.....1	
Figura 1. Modelo conceitual, com as principais variáveis envolvidas em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto (Adaptado de Cassol, 2003).	11
2. CAPÍTULO II.....14	
Figura 1. Mapa da área experimental e suas respectivas dimensões e alturas de manejo do pasto.....	19
Figura 2. Distribuição das placas de esterco na altura de manejo do pasto 40 cm (abreviações indicam o mês, de acordo com a Tabela 2); eixos X e Y com coordenadas UTM (m).	25
Figura 3. Áreas dos polígonos de Thiessen da distribuição espacial das placas de esterco, nas alturas de manejo do pasto 10 cm (a), 20 cm (b), 30 cm (c) e 40 cm (d), considerando todas as amostragens; eixos X e Y com coordenadas UTM (m).....	27
Figura 4. Semivariogramas das áreas dos polígonos de Thiessen da distribuição espacial das placas de esterco, para as alturas de manejo do pasto 10 cm (a), 20 cm (b), 30 cm (c) e 40 cm (d), considerando todas as avaliações.	29
3. CAPÍTULO III.....38	
Figura 1. Mapa das áreas com presença ou ausência de placas de esterco nas diferentes alturas de manejo do pasto. Eixos X e Y com coordenadas UTM (em metros).....	43
Figura 2. Precipitação pluviométrica e temperatura média do ar ao longo do período experimental (2010/2011).	43
Figura 3. Altura das plantas de soja no estágio V8 e R2 (a) e massa seca da parte aérea no estágio R2 (b), em função das alturas de manejo do pasto (safra 2010/11). Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.....	49
Figura 4. Diagrama dos coeficientes de correlação entre as variáveis de efeitos diretos e indiretos sobre o rendimento de grãos da soja.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Abreviatura e símbolo	Descrição
Al	alumínio
AL	altura da planta
ALP	altura do pasto
C	carbono
cm	centímetro
DAS	dias após semeadura
dm	decímetro
EPM	erro padrão da média
g	grama
GDE	grau de dependência espacial
GPS	sistema de posicionamento global
ha	hectare
i.a.	ingrediente ativo
ILP	integração lavoura-pecuária
K	potássio
kg	quilograma
L	litros
mg	miligrama
mL	mililitro
MO	matéria orgânica
MS	massa seca
N	nitrogênio
P	fósforo
p	probabilidade real
PD	plantio direto
PF	população final de plantas
PI	população inicial de plantas
PV	peso vivo
RS	Rio Grande do Sul
S	sul
SQR	soma de quadrados dos resíduos
UA	unidade amostral
UTM	Universal Transverso de Mercator
W	oeste

1. CAPITULO I

1.1 Introdução

1.2 Revisão bibliográfica

1.2.1 Sistemas de integração lavoura-pecuária

1.2.2 Interferência dos animais no sistema

1.2.3 Distribuição das excreções dos animais

1.3 Modelo conceitual

1.4 Hipótese e objetivos

1.1 INTRODUÇÃO

Sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) implicam em associar produção de grãos e produção animal para gerar maior renda e resultados ambientais (Allen et al., 2007). Porém, deve-se manejar corretamente o pasto com intensidade de pastejo adequada, para que os animais não causem prejuízos ao solo e ao sistema.

O sistema de ILP se diferencia de outros sistemas de produção devido à presença do animal, o qual influencia a dinâmica de nutrientes no solo (Doran, 2002); isso ocorre porque os animais removem nutrientes do pasto através do pastejo que retornam ao solo pelas excreções (Hirata et al., 2011). Dessa forma, o manejo dos nutrientes sob pastejo passa a ser complexo, tornando crítico o fluxo de nutrientes, devido à heterogeneidade da distribuição das excreções dos animais na pastagem (Haynes & Williams, 1993; Moe & Wegge, 2008; Betteridge et al., 2010; Schnyder et al., 2010).

Algumas áreas da pastagem recebem mais excreções que outras, criando zonas de acúmulo de nutrientes. Assim, o fluxo de nutrientes provocado pelos animais no sistema é uma força motriz na dinâmica espacial e temporal dos sistemas que incluem o pastejo, pois as excreções dos animais promovem a manutenção de uma fração significativa de nutrientes na

superfície (Karki et al., 2000; Augustine, 2003; McIvor et al., 2005; Schnyder et al., 2010). Essa dinâmica dos nutrientes melhora a fertilidade do solo, o controle de plantas daninhas e rompe o ciclo de insetos e doenças, influenciando diretamente na produtividade das culturas produtoras de grãos em sistemas de ILP (Entz et al., 2002).

Esta dissertação está elaborada na forma de capítulos. No Capítulo I, constam introdução, modelo conceitual, hipótese e objetivos do trabalho, além da revisão de literatura. Os resultados são apresentados e discutidos nos Capítulos II e III, sendo que no Capítulo II é focado na distribuição espacial e temporal das placas de esterco bovino. O Capítulo III trata do entendimento das relações que ocorrem entre áreas com presença ou ausência de placas de esterco, retorno dos nutrientes ao solo e aproveitamento destes pela cultura da soja. O trabalho é concluído no Capítulo IV, onde são apresentadas as considerações finais pertinentes ao trabalho.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Sistemas de integração lavoura-pecuária

A ILP é uma denominação dada a sistemas de produção que se caracterizam, pela combinação de ciclos de cultivo de grãos com ciclos de pastejo de animais em sucessão na mesma área, com os objetivos de otimizar o uso da terra, da infraestrutura e da mão-de-obra, diversificar e verticalizar a produção, minimizar custos, diluir os riscos e agregar valor aos produtos agropecuários, por meio dos recursos e dos benefícios que uma atividade proporciona à outra (Moraes et al., 1998; Mello, 2002; Assmann et al., 2003; Moraes et al., 2007; Russele et al., 2007; Carvalho et al., 2011).

Mais recentemente, pesquisadores de diversos centros da Embrapa formularam um novo e amplo conceito para ILP, conforme descrito por Macedo (2009). Segundo este autor, “ILP são sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite, lã e outros, realizados na mesma área, em plantio simultâneo, sequencial ou rotacionado, onde se objetiva maximizar a utilização dos ciclos biológicos das plantas, animais e seus respectivos resíduos, aproveitar efeitos residuais de corretivos e fertilizantes, otimizar a utilização de agroquímicos, aumentar a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão-de-obra, gerar emprego e renda, melhorar as condições sociais no meio rural e diminuir

impactos ao ambiente, visando a sustentabilidade”.

Os seres humanos desenvolveram sistemas agrícolas de produção integrada com criação de animais há 8-10 milênios atrás (Smith, 1995; Halstead, 1996). Americanos integram a produção de bovinos de corte em terras cultiváveis no “Great Plains” para melhorar a rentabilidade (Small & McCaughey, 1999). No RS, a ILP vem sendo praticada há décadas, classicamente representada pelas rotações de lavoura de arroz irrigado com pastagens e pela sucessão de lavouras de milho e soja após o cultivo de pastagens de inverno, comumente aveia e/ou azevém (Moraes et al., 2002).

Atualmente, os sistemas de ILP chamam atenção, por estarem sendo desenvolvidos sob os pilares da agricultura conservacionista. O sistema plantio direto (PD) e sua exigência em cobertura do solo, aliado à diversidade de rotações e ao efeito do pastejo, interagem, de forma sinérgica, aportando aos sistemas ILP-PD características diferenciadas.

Recentemente, os vários trabalhos desenvolvidos na área de ILP no Brasil demonstraram que o manejo adequado do processo de pastejo nos sistemas integrados, possibilita conciliar a produção animal com produção vegetal sem comprometimento da produtividade das culturas (Lunardi et al., 2008; Sandini et al., 2008). No entanto, além de não comprometer a lavoura de grãos, há um favorecimento em longo prazo, ou seja, a cultura produz mais com a presença de animais nas pastagens.

Para tanto, é necessário utilizar culturas adaptadas à região, que favoreçam a produção integrada e que sejam economicamente viáveis (Sandini et al., 2011). As benesses da ILP têm sido associadas invariavelmente à

melhoria de atributos físicos, químicos e biológicos do solo, potencial produtivo de grãos e forragem, redução de pragas e doenças e aumento de liquidez (Mohamed Sallen & Fisher, 1993; Humphreys, 1994; Vilela et al., 2003).

De acordo com Franzluebbbers (2007), a manutenção da cobertura do solo traz inúmeros benefícios como:

- Controle da erosão do solo;
- Redução do escoamento superficial de água e de nutrientes;
- Melhoria da estrutura do solo, infiltração de água e ciclagem de nutrientes;
- Contribuição para o aumento da matéria orgânica do solo, do sequestro de carbono e da diversidade biológica do solo;
- Controle de plantas indesejáveis e insetos através de alelopatia, competição e alterações microclimáticas;
- Aporte de nitrogênio fixado biologicamente para o sistema de cultivo, no caso de espécies leguminosas.

A utilização de pastagens em áreas degradadas de lavouras para a melhoria das propriedades do solo, pela presença de palha e raízes da pastagem, aumenta os teores de carbono e melhora significativamente as condições de aeração e capacidade de infiltração de água (Loss et al., 2011). No conjunto, a ILP torna-se fundamental para a sustentabilidade do sistema agropecuário, o que possibilita a redução de custos pelo menor uso de insumos e diversificação, tanto da produção de grãos quanto da produção animal, com aumento de renda e diminuição de problemas ambientais (Gonçalves & Franchini, 2007). No sistema ILP-PD, os benefícios aportados, tais como a

manutenção da estrutura do solo e o aumento dos teores de matéria orgânica, entre outros, são potencializados pela introdução de espécies forrageiras.

No entanto, além de todos esses benefícios da cobertura do solo, o sistema ILP-PD apresenta outro diferencial que é a presença do animal no sistema. Este fato acarreta outros benefícios ainda maiores que os citados anteriormente, os quais serão apresentados a seguir.

1.2.2 Interferência dos animais no sistema

O efeito dos animais no ecossistema inclui alterações nas taxas de ciclagem e de disponibilidade de nutrientes, decorrentes da resposta das plantas ao pastejo. O mesmo pode influenciar os processos de mineralização/imobilização de N, facilitar a decomposição de substratos (Assmann et al., 2007) e aumentar a taxa de reciclagem de N resultante da deposição de urina e placas de esterco (Monteiro & Werner, 1997).

A entrada de carbono (C) no solo com pastagem é maior do que nas áreas cultivadas com espécies produtoras de grãos (Schipper & Sparling, 2000). As excreções dos animais, na forma de placas de esterco e urina, influenciam na dinâmica da matéria orgânica no solo, que passa a ser o suprimento mais importante de nutrientes para as pastagens (Haynes & Williams, 1999; Carran & Theobald, 2000). A facilidade de mineralização dos nutrientes deve-se, principalmente, à baixa relação C:N das excreções (esterco é 20:1 e a urina é 3,9:1) (Whitehead, 2000) e à maior atividade das enzimas protease, urease e fosfatase ácida nos solos com presença de animais (Haynes & Williams, 1999).

De fato, a maior disponibilização e concentração de nutrientes no solo devido às excreções, melhora as condições de fertilidade do solo (Braz et al., 2003; Marchesin, 2005; Rodrigues et al., 2008), proporcionando, dessa forma, desenvolvimento mais rápido e satisfatório das plantas. Marchesin (2005) constatou que o acúmulo de forragem foi maior em pontos com a presença de placas de esterco (686 kg/ha de MS) que naqueles sem a presença de placas de esterco (243 kg/ha de MS). A deposição de esterco favorece a disponibilização de nutrientes às plantas (Braz et al., 2003; Marchesin, 2005), podendo influenciar no crescimento do pasto (Santos et al., 2010) em área até cinco vezes maior que aquela fisicamente coberta por placa de esterco (During & Weeda, 1973).

Nos sistemas de ILP, o correto manejo das pastagens de inverno é decisivo, não somente para a obtenção de bons rendimentos zootécnicos, mas também para definir o potencial produtivo das culturas de verão produtoras de grãos.

1.2.3 Distribuição das excreções dos animais

Como mencionado no item anterior, às excreções dos animais na área favorecem o acúmulo de nutrientes no solo. Dessa forma, é necessário entender como acontece a distribuição espacial destas excreções. De acordo com Braz et al. (2003), a distribuição espacial das placas de esterco bovino em pastagens é heterogênea, já que são concentradas nas áreas onde os animais ficam por mais tempo (Franzluebbbers et al., 2000).

Os fatores que afetam a distribuição das placas de esterco estão

relacionados com a quantidade e frequência que são produzidas, como a intensidade de pastejo, o sistema de pastejo, o tipo de animal (idade, sexo, raça, espécie) e o manejo. Além disso, há também os fatores relacionados às atitudes comportamentais inerentes dos animais em relação às características ambientais, como a temperatura ou declividade do terreno, e às características da pastagem, como o posicionamento das aguadas, bebedouros e sombras, além da forma da pastagem (relação comprimento/largura) (Franzluebbers et al., 2000; Braz et al., 2003).

A caracterização quantitativa da distribuição espaço-temporal das placas de esterco requer um conhecimento da taxa com que estas são produzidas, a área coberta por uma placa e a proporção do pasto coberta pelas placas, além de entender como essa distribuição é afetada por fatores como duração do período de pastejo, intensidade de pastejo, tamanho e forma da pastagem e tipo de pasto oferecido ao animal (Petersen et al., 1956).

A variabilidade espacial da deposição das excreções pode ser analisada através da análise geoestatística, que permite detectar a existência de variabilidade e a distribuição espacial das medidas estudadas, constituindo importante ferramenta na análise e descrição detalhada da variabilidade das propriedades do local (Carvalho et al., 2002; Vieira et al., 2002). Conhecendo as coordenadas geográficas do ponto amostrado, pode-se analisar os dados, possibilitando representar a área com maior detalhamento.

A utilização da geoestatística permite identificar a existência ou não de dependência espacial entre as observações, podendo ser aplicada em mapeamentos, orientação de futuras amostragens e modelagens (Conte, 2011).

Dependência espacial, segundo Tobler (1979), parte da primeira lei da geografia que todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes. Ou, como afirma Cressie (1993) que a dependência espacial está presente em todas as direções e fica mais fraca à medida em que aumenta a dispersão na localização dos dados.

1.3 MODELO CONCEITUAL

O modelo conceitual proposto (Figura 1) mostra algumas inter-relações do complexo solo-planta-animal dentro do sistema de ILP, onde a produtividade final do sistema é formada pela produtividade obtida com a lavoura e com a pecuária.

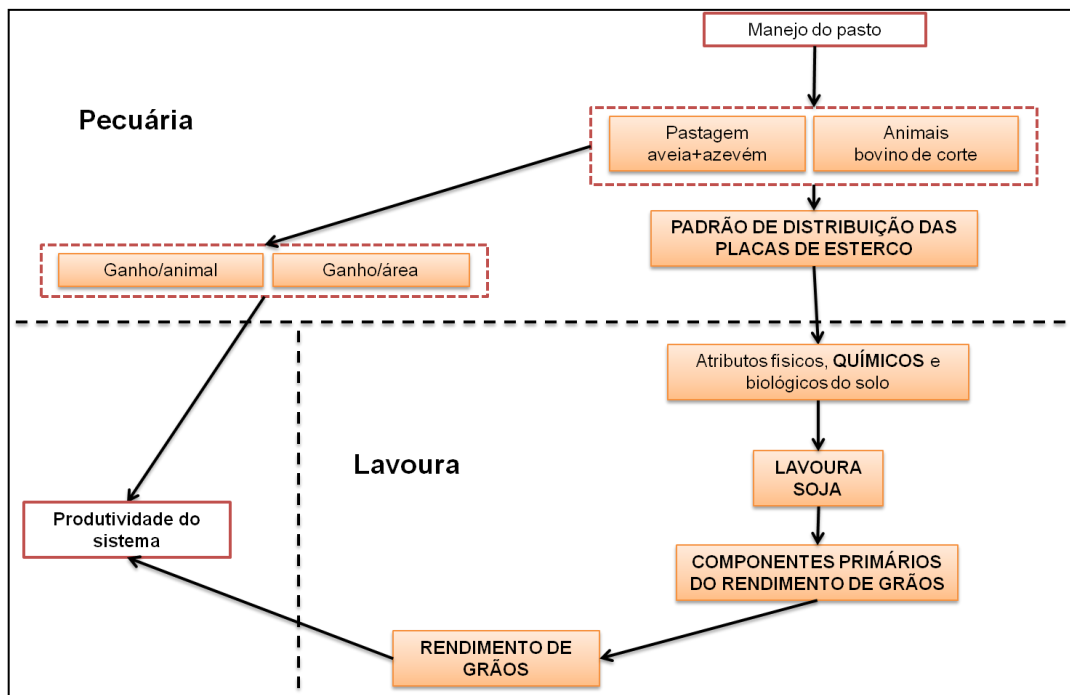


Figura 1. Modelo conceitual, com as principais variáveis envolvidas em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto (Adaptado de Cassol, 2003).

As variáveis em **negrito e maiúsculas** foram avaliadas neste trabalho. Nesse sistema, o manejo da altura do pasto de aveia+azevém, pelo ajuste da

carga animal, provoca alterações na quantidade e qualidade da biomassa aérea disponível e definirá a produção animal do sistema (Carvalho et al., 2005).

Ao final do ciclo de pastejo, as placas de esterco bovino estão de tal forma distribuídas que impõem um padrão de distribuição (Haynes & Williams, 1993). Isto acontece devido à deposição das placas de esterco de forma concentrada em certas áreas do piquete. Em razão disso, o retorno dos nutrientes ao solo (ex., N, P, K, Ca, Mg e Na) via esterco torna-se variável, podendo afetar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, modificando o funcionamento do sistema. O resultado é que estarão sendo criados diferentes ambientes para a implantação da cultura de verão, em sucessão à pastagem de inverno, que poderão influenciar positiva ou negativamente os componentes primários do rendimento de grãos, em razão de alterações nos atributos do solo promovidos pelo pastejo. Conseqüentemente as alterações nos componentes primários influenciarão no rendimento de grãos da cultura.

Por fim, o rendimento de grãos da cultura de verão, somado ao desempenho animal, que tende a ser diferenciado nas diferentes alturas, devido às mudanças na quantidade e na qualidade da forragem ingerida, determinarão a produtividade do sistema como um todo (Figura 1).

1.4 HIPÓTESE E OBJETIVOS

1.4.1 Hipótese

A hipótese central do trabalho é que a altura de manejo do pasto afeta os padrões de distribuição espacial e temporal das placas de esterco em sistema de integração lavoura-pecuária. Por sua vez, os nutrientes retornados ao solo via esterco afetariam sua disponibilidade na área, o que afetaria positivamente o rendimento de grãos da cultura implantada em sucessão à pastagem.

1.4.2 Objetivos

- Identificar os padrões de distribuição espacial e temporal das placas de esterco em distintas alturas de manejo do pasto em função de pontos atrativos, em sistema de integração soja-bovinos de corte.
- Avaliar a influência da presença ou ausência de placas de esterco nos atributos químicos do solo, população de plantas, massa seca da parte aérea, altura das plantas, teor de nutrientes na planta, componentes primários do rendimento e rendimento de grãos de soja.

2. CAPITULO II

Distribuição espacial e temporal de placas de esterco bovino em função de alturas de manejo do pasto¹

¹ Artigo elaborado de acordo com as normas da Agriculture, Ecosystems and Environment (Apêndice 1)

1 **Distribuição espacial e temporal de placas de esterco bovino em função de alturas**
2 **de manejo do pasto**

3 ***Resumo:***

4 A distribuição natural das fezes e urina dos animais na pastagem é desuniforme, sendo
5 necessário o uso de métodos que podem separar padrões distintos de distribuição, como
6 os geoestatísticos. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi identificar os padrões de
7 distribuição espacial e temporal de placas de esterco bovino em distintas alturas de
8 manejo do pasto em função de pontos atrativos, em sistema de integração soja-bovinos
9 de corte. O experimento foi conduzido em protocolo experimental de longa duração, na
10 região do Planalto Médio do RS, entre julho e novembro de 2010. Foram amostradas
11 todas as placas de esterco, em cada tratamento de altura de manejo do pasto (10, 20, 30
12 e 40 cm), em intervalos médios de 20 dias. Foram realizadas seis avaliações ao longo do
13 tempo, onde foram marcadas todas as placas de esterco do período. O número de placas
14 por animal por dia, a área média e o peso das placas não diferiram entre os tratamentos.
15 Áreas de Thiessen foram criadas para a análise geoestatística dos dados, para detectar o
16 padrão da distribuição. Os bovinos depositaram suas placas de esterco em locais
17 diferentes a cada período, não havendo um padrão de distribuição temporal.
18 Considerando todas as amostragens verificou-se a existência de padrão na distribuição
19 espacial das placas de esterco em relação aos pontos atrativos, independentemente do
20 manejo da altura do pasto.

21

22 Palavras-chave: integração soja-bovinos de corte, intensidade de pastejo, padrão de
23 distribuição, geoestatística, área de Thiessen

24

1 **1. Introdução**

2 É na busca pela diversificação das atividades em uma propriedade agrícola,
3 que proporcione diversificação do lucro, reduza os riscos da agricultura e traga maiores
4 benefícios ambientais, que se situa a proposta de integração lavoura-pecuária (ILP),
5 envolvendo culturas produtoras de grãos no verão com atividade pecuária no inverno
6 (Souza et al., 2010).

7 Nesse sistema, os animais removem nutrientes da pastagem e parte deles
8 que não é aproveitada pelo organismo do animal retorna ao solo, na forma de excreções.
9 Este processo promove a ciclagem de nutrientes que, por sua vez, influencia a estrutura
10 e o funcionamento do sistema (Haynes e Williams, 1993). A distribuição espacial das
11 excreções na pastagem é importante para a ciclagem de nutrientes. Em geral, a
12 distribuição natural das placas de esterco e urina dos animais na pastagem é
13 desuniforme e influenciada pela taxa de lotação animal, localização das áreas de
14 descanso, tipo do animal (espécie, raça, sexo), quantidade e frequência de excreção,
15 sistema de manejo da pastagem, localização de aguadas e saleiro, topografia do terreno
16 e presença de áreas de sombra (Bailey et al., 1996; Mathews et al., 1996).

17 Para se verificar a distribuição das excreções, existem vários cálculos
18 estatísticos que distinguem entre distribuição aleatória (Poisson), uniforme e agregada
19 (binomial) (Petersen et al., 1956; Richards e Wolton, 1976; Hirata et al., 1987, 1991;
20 Haynes e Williams, 1993). De acordo com Petersen et al. (1956) e Hirata et al. (1991), a
21 função da distribuição binomial negativa é a que melhor se ajusta para a distribuição das
22 excreções. No entanto, essa função de distribuição quantifica apenas a heterogeneidade,
23 mas não decide se um padrão existe ou não (Auerswald et al., 2009). Para isso, é
24 necessário fazer uso de métodos que podem separar padrões distintos de distribuição,

1 como métodos geoestatísticos de análise do semivariograma (Shiyomi et al., 1998;
2 Radeloff et al., 2000).

3 Dessa forma, o presente trabalho foi baseado na hipótese que a altura de
4 manejo do pasto afeta os padrões de distribuição espacial e temporal das placas de
5 esterco em sistema de ILP. O objetivo do presente trabalho foi identificar os padrões de
6 distribuição espacial e temporal das placas de esterco em distintas alturas de manejo do
7 pasto em função de pontos atrativos, em sistema de integração soja-bovinos de corte.

8

9 **2. Material e métodos**

10 *2.1 Descrição do local*

11 O experimento se localiza na região do Planalto Médio do Rio Grande do
12 Sul (RS), no município de São Miguel das Missões, em área pertencente à Fazenda do
13 Espinilho (latitude 28°56' S, longitude 54°20' W, altitude de 425 m). O solo é
14 classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico (Embrapa, 2009), sendo
15 profundo e bem drenado. As demais propriedades físicas e químicas do solo da área
16 experimental são apresentadas na Tabela 1. O relevo configura-se como ondulado a
17 suavemente ondulado. Segundo a classificação climática de Köppen (Moreno, 1961), o
18 clima é do tipo Cfa, subtropical úmido. Durante o período de estudo, a precipitação
19 acumulada foi de 838 mm e a temperatura média do ar foi de 15,0°C (INMET, 2010).

1 Tabela 1. Atributos físicos e químicos do solo, camada 0-10 cm, da área experimental.

Atributos	
Granulometria (kg kg ⁻¹)	
Areia	0,29
Silte	0,17
Argila	0,54
Químicos	
P – Mehlich-1 (mg dm ⁻³)	9,3
K – Mehlich-1 (mg dm ⁻³)	299,6
Al trocável (cmolc dm ⁻³)	0,5
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	44
pH em água	4,9

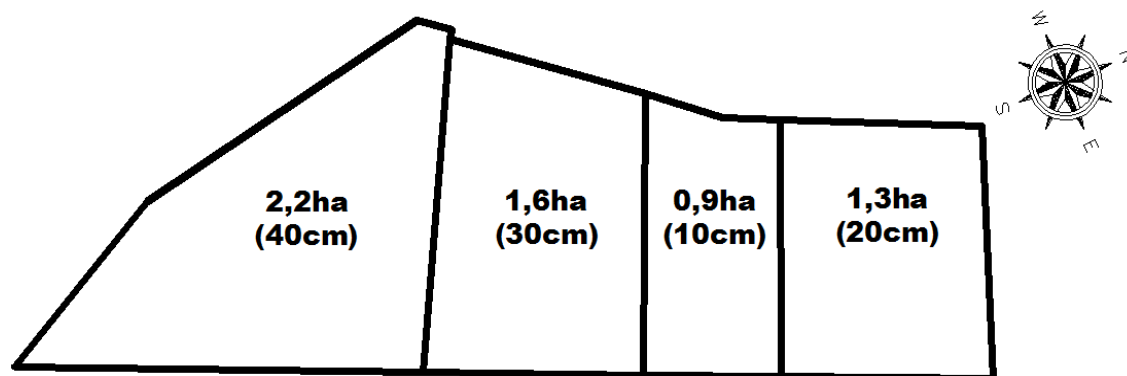
2

3 *2.2 Delineamento experimental e manejo*

4 A área experimental vem sendo manejada desde 1993 sob sistema plantio
5 direto (PD) e, desde 2001, sob o sistema de ILP, onde há mistura de aveia (*Avena*
6 *strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) no inverno e a cultura da soja
7 [*Glycine max* (L.) Merr.] no verão. Realizou-se a semeadura da aveia em linha, cultivar
8 IAPAR 61, com 45 kg ha⁻¹, enquanto que o azevém foi proveniente de ressemeadura
9 natural. Após 45 dias da semeadura a pastagem foi adubada com 45 kg ha⁻¹ de
10 nitrogênio em cobertura na forma de uréia.

11 Os tratamentos constam de diferentes intensidades de pastejo bovino,
12 reguladas a partir de quatro alturas de manejo do pasto (10, 20, 30 e 40 cm). Três
13 animais-teste sem raça definida, com idade inicial média de 10 meses, com peso vivo
14 médio inicial de 199±23 kg, foram mantidos em cada piquete, com número variável de
15 animais reguladores. A entrada dos animais na área experimental ocorreu em 06 de
16 julho de 2010, quando o pasto apresentava altura média de 27,6±1,5 cm e massa de
17 forragem de 1807±97 kg ha⁻¹. Os animais permaneceram na área até 03 de novembro de
18 2010, totalizando 119 dias de pastejo.

1 Todas as placas de esterco excretadas pelos novilhos, em cada tratamento,
 2 foram mapeadas em intervalos médios de 20 dias. O mapa da área experimental e a
 3 disposição dos tratamentos nos piquetes avaliados encontram-se na Figura 1.



4
 5 Figura 1. Mapa da área experimental e suas respectivas dimensões e alturas de manejo
 6 do pasto.
 7

8 O monitoramento da altura do pasto foi realizado quinzenalmente, medindo-
 9 se 100 pontos de altura do pasto por tratamento com o método do bastão graduado
 10 (*sward stick*), proposto por Barthram (1985). Para manter as alturas pretendidas, foram
 11 realizados ajustes na taxa de lotação animal em intervalos de 15 dias, com entradas ou
 12 saídas de animais, conforme a metodologia de pastoreio contínuo com taxa de lotação
 13 variável proposta por Mott e Lucas (1952).

14 O número de novilhos mantidos nos tratamentos, no intervalo entre cada data
 15 de amostragem das placas de esterco, encontra-se na Tabela 2, onde foi calculada uma
 16 média ponderada entre os animais-teste e reguladores. A carga animal do período de
 17 pastejo, para manter as alturas de manejo do pasto em 10, 20, 30 e 40 cm, foi de 1309,
 18 918, 702 e 399 kg de PV ha⁻¹, respectivamente.

19

1 Tabela 2. Número de animais mantidos por altura de manejo do pasto, em cada
 2 amostragem das placas de esterco.

Altura de manejo do pasto (cm)	Amostragem	Data da Amostragem	Nº animais
10	1	28/07	7
	2	14/08	6,41
	3	27/08	4,07
	4	19/09	3
	5	09/10	3
	6	28/10	3
20	1	02/08	6
	2	14/08	4
	3	28/08	3,3
	4	20/09	3
	5	10/10	3
	6	29/10	3
30	1	29/07	5
	2	10/08	3,83
	3	31/08	3
	4	25/09	3
	5	12/10	3
	6	01/11	3
40	1	26/07	4
	2	09/08	3,57
	3	26/08	3
	4	18/09	3
	5	11/10	3
	6	31/10	3

3

4 *2.3 Mapeamento das placas de esterco*

5 Para a avaliação da distribuição espacial das placas de esterco dos bovinos
 6 foi utilizado o método de levantamento através do Sistema de Posicionamento Global
 7 (GPS). Os procedimentos adotados na fase de coleta e registro das observações
 8 utilizaram GPS geodésico, com precisão horizontal de 5 mm, para a localização da
 9 posição central de cada placa. Utilizou-se modelo L1 Epoch 10, nos pontos levantados
 10 (rápido-estático), e L1/L2 RTK Epoch 25, na base fixa (modo estático). O sistema de
 11 coordenadas utilizado foi Universal Transverso de Mercator (UTM) e sistema geodésico
 12 de referência SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).
 13 Após o registro de cada placa de esterco, estas foram marcadas com cal para pintura,

1 conforme metodologia sugerida por Braz et al. (2002), de modo que cada placa fosse
2 registrada somente uma única vez ao longo do experimento.

3 A avaliação temporal das placas de esterco foi realizada em todo o período
4 de pastejo dos animais, em intervalos de aproximadamente 20 dias, totalizando 6
5 avaliações (Tabela 2).

6 Em 25 de setembro, 16 de dezembro e 01 de novembro de 2010, dez placas
7 de placas de esterco foram selecionadas aleatoriamente em cada tratamento, onde foi
8 medido o semi-eixo maior e menor para o cálculo da área média individual da placa (a),
9 considerando-as como sendo uma elipse. Nas últimas duas avaliações, foi determinado
10 o peso fresco das placas de esterco.

11 A partir dos dados coletados pelo GPS, foi possível determinar o número
12 total de placas de esterco em cada amostragem, sendo este dividido pelo número de
13 animais em cada tratamento (Tabela 2), no intervalo de dias entre amostragens. Assim,
14 estimou-se o número de placas de esterco por animal por dia, em cada intervalo de
15 amostragem.

16 Também foi calculada a densidade de placas de esterco depositadas no pasto
17 (D), no final do período de amostragem, conforme a equação (Petersen et al., 1956):

$$18 \quad D = N \times a / A$$

19 onde A é a área total de cada piquete (Figura 1), N o número total de placas de esterco
20 no final da amostragem e a é a área média de cada placa. A medida de densidade de
21 placas (D) foi utilizada para o cálculo da porcentagem da área da pastagem coberta por
22 placas (P), a qual é definida como:

$$23 \quad P = 100 \times D$$

24

1 2.4 *Análise estatística*

2 Para as variáveis de caracterização das placas de esterco, foi realizada
3 análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância. Quando detectadas
4 diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, por meio do
5 procedimento PROC MIXED (SAS Institute, 2008). Utilizou-se o seguinte modelo
6 estatístico para a análise da variância:

$$7 \qquad Y_{ijkl} = \mu + T_j + \gamma_k + \varepsilon_{ijkl}$$

8 onde: Y_{ijkl} representa as variáveis respostas; μ é uma média inerente a todas as
9 observações; T_j é o efeito do j-ésimo tratamento; γ_k é o efeito da k-ésima repetição no
10 tempo e ε_{ijkl} corresponde ao erro aleatório, suposto independente e normalmente
11 distribuído.

12

13 2.5 *Análise geoestatística*

14 Para cada posição das placas de esterco (coordenadas X e Y), foi calculada a
15 área dos Polígonos de Thiessen (Thiessen e Alter 1911; Goovaerts 2000), onde as
16 fronteiras dos polígonos são formadas pelas mediatrizes das linhas que unem 2 pontos
17 adjacentes, conforme metodologia utilizada por Auerswald et al. (2009). Os polígonos
18 foram contruídos com auxílio do programa computacional ArcView GIS 3.2 (ESRI),
19 aplicando o ArcScript thiessen.avx (desenvolvido por Greg Ammon, disponível em
20 <http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=10107>). Para permitir uma comparação entre
21 os períodos de amostragem e o estudo da dependência espacial entre as placas de
22 esterco, semivariogramas experimentais das áreas dos polígonos foram gerados para
23 quantificar autocorrelações espaciais, utilizando o programa computacional GS+
24 (versão 7.0). O semivariograma é a ferramenta básica na estimação através da

1 geoestatística, pois expressa o grau de dependência espacial entre amostras dentro de
2 um campo experimental. Um semivariograma empírico pode ser expresso como:

$$3 \quad \gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i + h) - Z(x_i)]^2$$

4
5 onde $N(h)$ indica o número de pares de valores medidos, $Z(x_i)$ e $Z(x_i+h)$, separados por
6 um vetor distância h ; $Z(x_i+h)$ e $Z(x_i)$ são valores da i -ésima observação da variável
7 regionalizada, coletados nas posições x_i+h e x_i ($i = 1, \dots, n$), separados pelo vetor h
8 (Journel e Huibregts, 1978).

9 Os seguintes modelos matemáticos, isotrópicos, foram ajustados ao
10 semivariograma empírico (Isaaks e Srivastava, 1989):

11 a) Modelo esférico:

$$12 \quad \gamma(h) = C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], \quad 0 < h < a$$

$$13 \quad \gamma(h) = C_0 + C_1, \quad h \geq a;$$

14 b) Modelo exponencial:

$$15 \quad \gamma(h) = C_0 + C_1 \left[1 - \exp\left(-3 \frac{h}{a}\right) \right], \quad 0 < h < d$$

16 onde d é a máxima distância na qual o semivariograma é definido;

17 c) Modelo gaussiano:

$$18 \quad \gamma(h) = C_0 + C_1 \left[1 - \exp\left(-3 \frac{h}{a}\right)^2 \right], \quad 0 < h < d.$$

19 Nos três modelos acima, C_0 é o efeito pepita ($h=0$), C_0+C_1 é o patamar e a é
20 o alcance da dependência espacial do semivariograma (Cressie, 1993). Os modelos
21 foram ajustados segundo a menor soma dos quadrados dos resíduos (SQR) e maior grau
22 de dependência espacial (GDE).

23 A proporção da variância estrutural (C_1) em relação ao patamar (C_0+C_1) foi
24 empregada para caracterizar o grau de dependência espacial (GDE) da amostragem

1 (Sadler et al., 1998; Robertson, 2008). Quando for superior a 0,75, a dependência
 2 espacial é considerada forte; entre 0,75 e 0,25, dependência moderada, e abaixo de 0,25,
 3 dependência fraca (Landim, 1998).

4

5 **3. Resultados**

6 *3.1 Distribuição das placas de esterco*

7 Foram mapeadas entre 2467 e 3903 placas de esterco nas diferentes alturas
 8 de manejo do pasto, durante as avaliações (Tabela 3). O número de placas de esterco
 9 por animal por dia foi de $7,60 \pm 2,28$ não diferindo entre as alturas de manejo do pasto
 10 ($p=0,1988$).

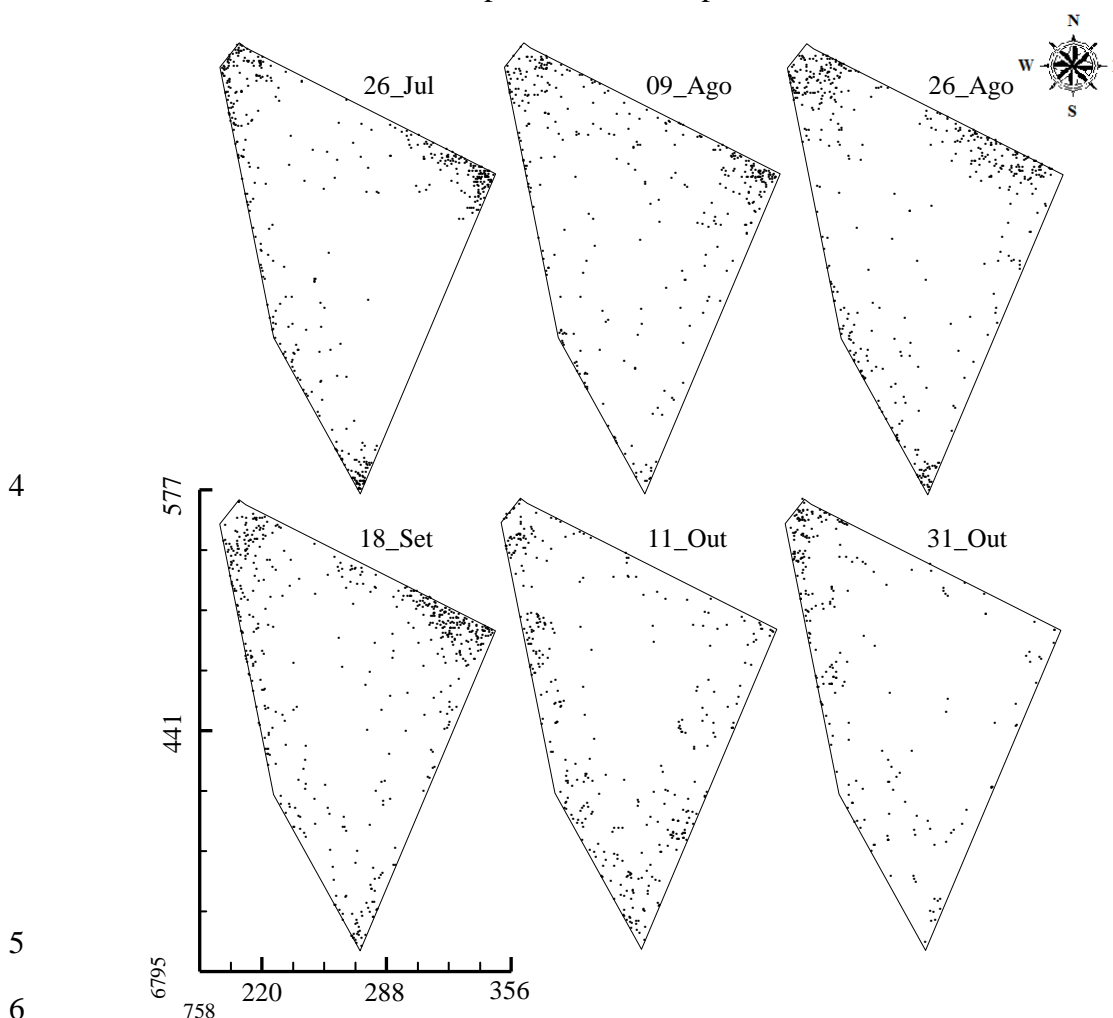
11 A área média de cada placa de esterco foi $0,038 \pm 0,001$ m², não havendo
 12 diferença entre os tratamentos ($p=0,7854$). Assim, a proporção da área da pastagem
 13 coberta por placas de esterco foi de 1,5; 1,1; 0,9 e 0,4%, respectivamente, para as alturas
 14 de manejo do pasto 10, 20, 30 e 40 cm, considerando todas as avaliações. Da mesma
 15 forma, o peso de cada placa não diferiu entre as alturas de manejo do pasto ($p=0,3469$),
 16 sendo a média de $1121,50 \pm 0,009$ g.

17 Tabela 3. Número total (*n*) e número de placas de esterco por animal por dia (*n/a/d*) em
 18 diferentes alturas de manejo do pasto.

Altura de manejo do pasto	Amostragem						Total	Média amostragem
	1	2	3	4	5	6		
10cm								
<i>n</i> ⁽¹⁾	746	810	601	579	360	439	3535	590
<i>n/a/d</i> ⁽²⁾	5	6	11	8	6	8		7
20cm								
<i>n</i>	1483	419	571	546	318	566	3903	651
<i>n/a/d</i>	9	9	12	8	5	10		9
30cm								
<i>n</i>	1326	524	626	583	301	374	3734	622
<i>n/a/d</i>	12	4	10	8	6	6		8
40cm								
<i>n</i>	462	380	469	527	377	252	2467	411
<i>n/a/d</i>	6	8	9	7	6	4		7

19 ⁽¹⁾*n*: número total de placas de esterco; ⁽²⁾*n/a/d*: número de placas de esterco por animal por dia

1 Os mapas (Figura 2) ilustram a distribuição das placas de esterco no
2 tratamento de altura do pasto 40 cm, revelando uma variação espacial e temporal, no
3 entanto, observa-se acúmulo de placas em locais preferenciais.

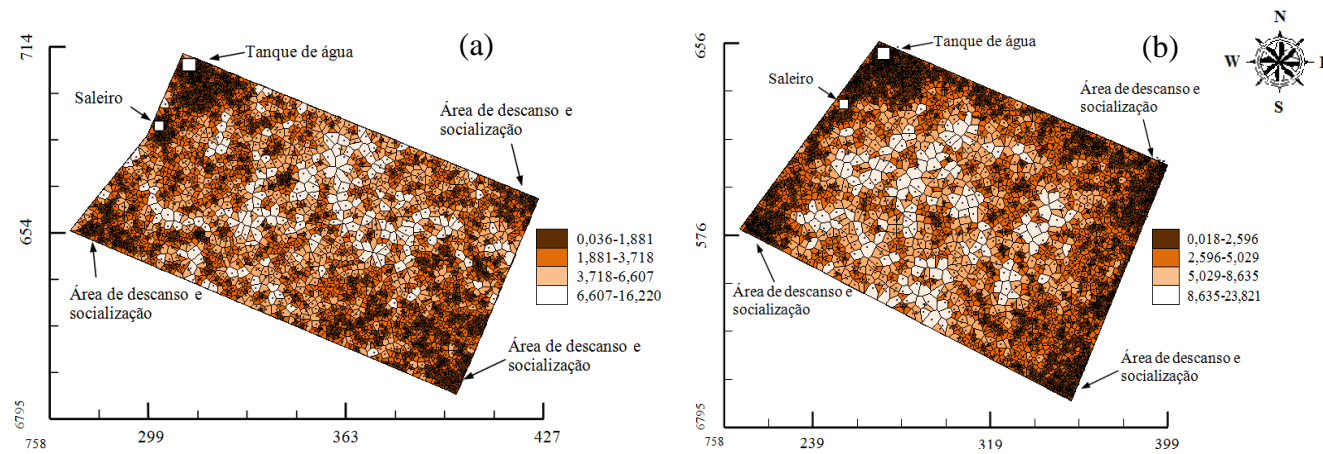


7 Figura 2. Distribuição das placas de esterco na altura de manejo do pasto 40 cm
8 (abreviações indicam o mês, de acordo com a Tabela 2); eixos X e Y com
9 coordenadas UTM (m).
10

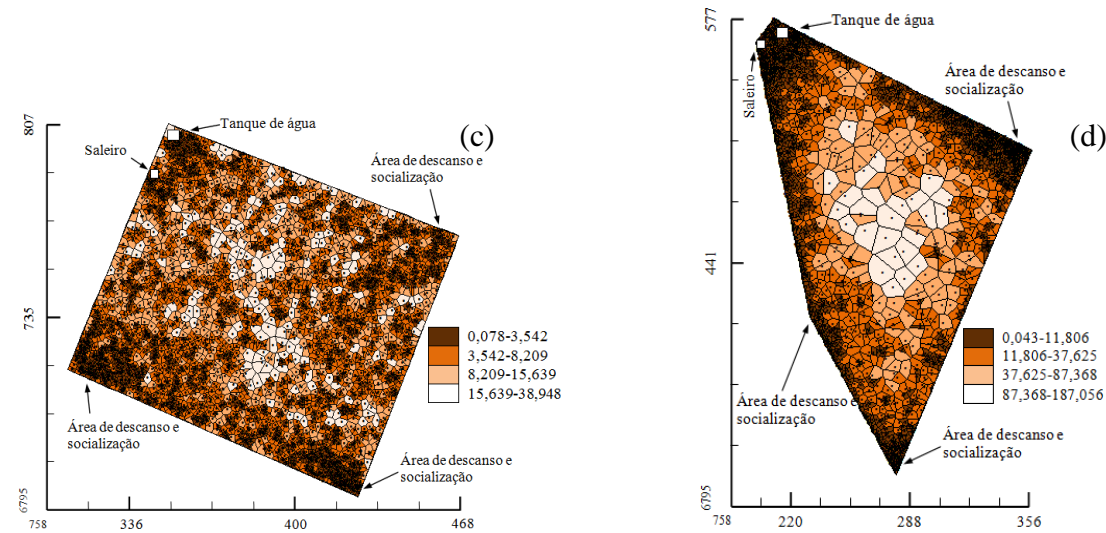
11 Os mapas das áreas dos polígonos de Thiessen, considerando todas as
12 avaliações (Figura 3) mostram maior densidade de placas de esterco perto das cercas e
13 nos cantos dos piquetes, onde se encontram o tanque de água, saleiro e áreas de
14 descanso e socialização dos bovinos. As áreas dos polígonos de Thiessen variaram entre

- 1 0,04 e 16,22 m², 0,02 e 23,82 m², 0,08 e 38,95 m² e 0,04 e 187,06 m² para os
- 2 tratamentos de altura do pasto 10, 20, 30 e 40 cm, considerando todas as amostragens.

1



2



3 Figura 3. Áreas dos polígonos de Thiessen da distribuição espacial das placas de esterco, nas alturas de manejo do pasto 10 cm (a), 20 cm
4 (b), 30 cm (c) e 40 cm (d), considerando todas as amostragens; eixos X e Y com coordenadas UTM (m).

3.2 Análise espaço-temporal

Na Tabela 4 encontram-se os parâmetros geoestatísticos das áreas dos polígonos de Thiessen nas avaliações realizadas, em função das alturas de manejo do pasto. Observa-se que os dados ajustaram-se a diferentes modelos com forte dependência espacial, exceção de um caso, comprovado pelo valor do grau de dependência espacial (GDE).

Tabela 4. Modelos geoestatísticos das áreas dos polígonos de Thiessen em cada período de amostragem, nas diferentes alturas de manejo do pasto.

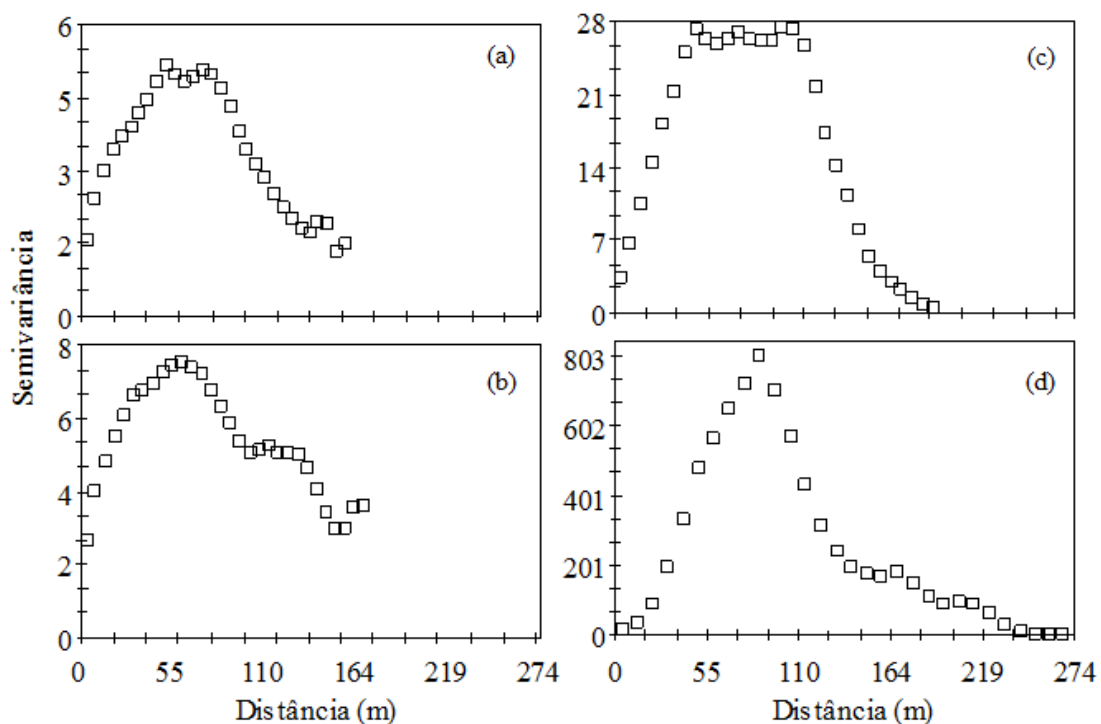
Altura de manejo do pasto (cm)	Amostragem	Modelo	Co	C ₁ +Co	GDE	Alcance (m)
10	1	Exponencial	0,1	167,9	0,999	19,1
	2	Esférico	14,4	135,7	0,894	43,6
	3	Esférico	0,1	178,1	0,999	25,1
	4	Exponencial	22,4	180,8	0,876	17,3
	5	Exponencial	1,0	792,4	0,999	25,9
	6	Exponencial	77,0	672,4	0,885	40,8
20	1	Esférico	41,7	151,9	0,725	44,0
	2	Esférico	1,0	1199,0	0,999	55,2
	3	Esférico	81,0	424,0	0,809	55,5
	4	Exponencial	16,2	311,7	0,948	10,7
	5	Exponencial	221,0	1487,0	0,851	35,4
	6	Esférico	16,0	457,20	0,965	29,5
30	1	Gaussiano	6,7	278,8	0,976	23,1
	2	Exponencial	22,0	1234,0	0,982	30,0
	3	Gaussiano	63,0	1649,0	0,962	29,4
	4	Exponencial	74,0	1305,0	0,943	50,3
	5	Gaussiano	120,0	5072,0	0,976	20,5
	6	Esférico	10,0	4759,0	0,998	79,4
40	1	Gaussiano	100,0	66200,0	0,998	46,5
	2	Gaussiano	10,0	14420,0	0,999	47,0
	3	Gaussiano	10,0	19550,0	0,999	37,6
	4	Gaussiano	10,0	12980,0	0,999	39,2
	5	Esférico	10,0	15920,0	0,999	90,1
	6	Gaussiano	100,0	48660,0	0,998	58,6

Co - efeito pepita; C₁+Co - patamar; GDE- grau de dependência espacial (C₁/C₁+Co).

Um fator importante dentre os parâmetros apresentados é o alcance, sendo fundamental para a interpretação dos semivariogramas. Ele demonstra a máxima distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente (Vieira et al., 1983), ou seja, todos os pontos dentro de um círculo com este raio são tão similares que podem ser usados para estimar valores para qualquer ponto entre eles

1 (Machado et al., 2007). O alcance variou de 10,7 a 90,1 m, para os tratamentos 20 e 40
 2 cm, respectivamente (Tabela 4). Considerando todas as amostragens o alcance foi de
 3 17,1; 15,6; 33,6 e 67,4 m para os tratamentos 10, 20, 30 e 40 cm, respectivamente.

4 Na Figura 4 são mostrados os semivariogramas da distribuição espacial das
 5 placas de esterco, considerando todas as amostragens, nas diferentes alturas de manejo
 6 do pasto. Observa-se a diminuição da semivariância a curtas e grandes distâncias e,
 7 aumento da semivariância a médias distâncias.



8
 9 Figura 4. Semivariogramas das áreas dos polígonos de Thiessen da distribuição espacial
 10 das placas de esterco, para as alturas de manejo do pasto 10 cm (a), 20 cm (b),
 11 30 cm (c) e 40 cm (d), considerando todas as avaliações.
 12

13 **4. Discussão**

14 A área das placas de esterco e seus respectivos pesos foram iguais,
 15 independentemente da altura de manejo do pasto. Outros autores registraram placas de
 16 esterco com área variando entre 0,05 e 0,09 m² (During e Weeda, 1973; Ridsdill-Smith

1 e Matthiessen, 1981; Haynes e Willians, 1993; Braz et al., 2003). Quanto ao peso das
2 placas, sabe-se que a produção fecal tem correlação com o consumo (Penning, 2004) e
3 este, por sua vez, com o desempenho animal (Carvalho et al., 2010). Assim sendo,
4 como o ganho de peso dos animais entre as diferentes alturas de manejo é sabidamente
5 diferente (Kunrath et al., 2012), esperava-se que a produção de placas de esterco fosse
6 também diferente. No entanto, os resultados de Aguinaga et al. (2008) e Baggio et al.
7 (2008) indicam que, com o incremento das alturas de manejo, promove-se aumento
8 linear na massa de forragem total e de lâminas foliares, possibilitando ao animal exercer
9 seleção e, assim, colher dieta de maior qualidade (Baggio et al., 2008). Dessa forma, os
10 animais podem estar consumindo quantidades de forragem semelhantes entre as
11 diferentes alturas, o que poderia ter ocasionado com que a área e peso das placas de
12 esterco fossem similares.

13 O número de placas de esterco por animal também não diferiu entre as
14 alturas de manejo do pasto e está abaixo dos valores reportados por outros autores, entre
15 11 e 16 defecações por dia (Haynes e Willians, 1993) e 9,84 defecações por dia (Braz et
16 al., 2003).

17 A porcentagem da superfície da pastagem coberta por placas de esterco
18 considerando todas as amostragens (0,4 a 1,5%) foi semelhante às magnitudes
19 observadas por Braz et al. (2003) e por Marsh e Campling (1970), quais sejam 0,81%
20 em 70 dias de pastejo e 2,0% em 180 dias de pastejo, respectivamente. Os valores
21 encontrados estão diretamente relacionados à lotação animal para manter as alturas de
22 manejo do pasto e ao tamanho dos piquetes.

23 A análise geoestatística das áreas dos polígonos de Thiessen ajustou
24 diferentes modelos aos semivariogramas ao longo das avaliações (Tabela 4),

1 demonstrando que os animais depositam suas placas de esterco em posições diferentes
2 em cada período, também evidenciado pelos diferentes alcances de dependência
3 espacial dos dados. Os maiores valores de alcance indicam que há maior continuidade
4 espacial na distribuição das placas de esterco pela área, enquanto que os menores
5 valores conferem menor continuidade espacial na distribuição das placas, explicado pela
6 deposição de placas em pontos atrativos.

7 Apesar disso, ao considerarem-se todas as amostragens, os diferentes
8 modelos (Tabela 4) se acrescentam ao longo do tempo, visualmente apresentando um
9 padrão no comportamento da distribuição espacial das placas de esterco, entre as alturas
10 de manejo do pasto (Figura 4). Havendo, porém, diferenças nas semivariâncias e
11 distâncias, devido as diferentes áreas e forma dos piquetes. Estudos de validação da
12 análise do semivariograma (Figura 4) permitiram observar que a deposição de placas de
13 esterco segue um claro padrão de distribuição em relação aos pontos atrativos, como
14 também observado por outros autores (Haynes e Willians, 1993; Hirata et al., 1987;
15 Bailey et al., 2001; White et al., 2001; Tate et al., 2003; Auerswald et al., 2009). Os
16 semivariogramas (Figura 4) foram quase idênticos aos semivariogramas dos dados de
17 urina e placas de esterco de White et al. (2001) e Auerswald et al. (2009).

18 O padrão do presente experimento foi avaliado comparando-se a localização
19 de todas as placas de esterco entre si e está associado com a localização de pontos
20 atrativos, tais como porteiras, aguadas, cocho, áreas de descanso e áreas de socialização.
21 De acordo com Franzluebbbers et al. (2000), 33% das placas de esterco encontram-se em
22 pontos atrativos, que representam, em média, 12% do total da área das pastagens. Já
23 Hirata et al. (1987) apontam que entre 11,4 e 29,5% das defecações se concentram
24 numa área menor que 4% da superfície da pastagem.

1 Apesar do padrão de distribuição ter sido similar nos diferentes tratamentos,
2 ao analisarmos a Figura 3, pode-se perceber que no tratamento 40 cm as placas de
3 esterco estão menos presentes no meio do piquete, confirmado pela maior semivariância
4 entre pontos em distâncias médias (Figura 4). Este comportamento pode ser uma
5 estratégia do animal para não contaminar o alimento (Medica et al., 1996) quando a
6 oferta de forragem é suficientemente abundante para permitir esta estratégia. Pode
7 contribuir para isso, também o fato de que, com menor lotação animal, os animais
8 diminuem o tempo de pastejo (Baggio et al., 2009), se deslocam menos (Baggio et al.,
9 2008) e diminuem a velocidade de deslocamento (Baggio et al., 2009). O conjunto
10 dessas respostas faz com que a probabilidade de que uma mesma unidade de área seja
11 revisitada diminua (e possa receber uma dejeção), quando comparada aos tratamentos
12 de menor altura.

13

14 **5. Conclusão**

15 Os bovinos depositaram suas placas de esterco em locais diferentes a cada
16 período, não havendo um padrão de distribuição temporal. Considerando todas as
17 amostragens verificou-se a existência de padrão na distribuição espacial das placas de
18 esterco em relação aos pontos atrativos, independentemente do manejo da altura do
19 pasto.

20

21 **6. Referências**

22 Aguinaga, A.A.Q, Carvalho, P.C.F., Anghinoni, I., Pilau, A., Aguinaga, A.J.Q.,
23 Gianluppi, G.D.F., 2008. Componentes morfológicos e produção de forragem de

- 1 pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. Rev. Bras. Zootecn.. 37,
2 1523-1530.
- 3 Auerswald, K., Mayer, F., Schnyder, H., 2009. Coupling of spatial and temporal pattern
4 of cattle excreta patches on a low intensity pasture. Nutr. Cycl. Agroecosys. 88, 275-
5 288.
- 6 Baggio, C., Carvalho, P.C.F., Silva, J.L.S., Anghinoni, I., Lopes, M.L.T., Thurow, J.M.,
7 2009. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de
8 azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração
9 lavoura-pecuária. Rev. Bras. Zootecn.. 38, 215-222.
- 10 Baggio, C., Carvalho, P.C.F., Silva, J.L.S., Rocha, L.M., Bremm, C., Santos, D.T.,
11 Monteiro, A.L.G., 2008. Padrões de uso do tempo por novilhos em pastagem
12 consorciada de azevém anual e aveia-preta. Rev. Bras. Zootecn.. 37, 1912-1918.
- 13 Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift,
14 D.M., Sims, P.L., 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution
15 patterns. J. Range Manage. 49, 386-400.
- 16 Bailey, D.W., Welling, G.R., Miller, E.T., 2001. Cattle use of foothills rangeland near
17 dehydrated molasses supplement. J. Range Manage. 54, 338-347.
- 18 Barthram, G.T., 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick. Hill Farming
19 Res. Organization/Biennial Report. pp.29-30.
- 20 Braz, S.P., Nascimento Júnior, D., Cantarutti, R.B, Martins, C.E., Fonseca, D.M.,
21 Barbosa, R.A., 2003. Characterization of bovine feces spatial distribution in a
22 *Brachiaria decumbens* pasture. Rev. Bras. Zootecn.. 32, 787-794.
- 23 Braz, S.P., Nascimento Júnior, D., Cantarutti, R.B., Regazzi, A.J., Martins, C.E.,
24 Fonseca, D.M., Barbosa, R.A., 2002. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem

- 1 de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens*
2 na Zona da Mata de Minas Gerais. Rev. Bras. Zootecn.. 31, 858-865.
- 3 Carvalho, P.C.F., Anghinoni, I., Moraes, A., Souza, E.D., Sulc, R.M., Lang, C.R.,
4 Flores, J.P.C., Lopes, M.L.T., Silva, J.L.S., Conte, O., Wesp, C.L., Levien, R., Fontaneli,
5 R.S., and Bayer, C. 2010. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil
6 improvement in no-till integrated systems. Nutr. Cycling in Agroecosys. 88, 259-273.
- 7 Cressie, N.A.C., 1993. Statistics for spatial data. John Wiley & Sons.
- 8 During, C., Weeda, W.C., 1973. Some effects of cattle dung on soil properties, pasture
9 production, and nutrient uptake. New Zeal. J. Agr. Res. 16, 423-430.
- 10 Embrapa, 2009. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa, Brasília.
- 11 Franzluebbbers, A.J., Stuedemann, J.A., Schomber, H.H., 2000. Spatial distribution of
12 soil carbon and nitrogen pools under grazed tall fescue. Soil Sci. Soc. Am. J. 64, 635-
13 639.
- 14 Goovaerts, P., 2000. Geostatistical approaches for incorporating elevation into the
15 spatial interpolation of rainfall. J Hydrol. 228:113–129.
- 16 Haynes, R.J., Williams, P.H., 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed
17 pasture system. Adv. Agron. 49, 119-199.
- 18 Hirata, M., Sugimoto, Y., Ueno, M., 1987. Distributions of dung paths and ungrazed
19 areas in Bahiagrass (*Paspalum notatum* Flügge) pasture. J. Jpn. Grassland Sci. 33, 128-
20 139.
- 21 Hirata, M., Sugimoto, Y., Ueno, M., 1991. Use of a mathematical model to evaluate the
22 effects of dung from grazing animals on pasture production and utilization and animal
23 production. J. Jpn. Soc. Grassland Sci. 37, 303-323.

- 1 INMET. 2010. Monitoramento das estações automáticas [Online]. Disponível em
2 <http://www.inmet.gov.br> (Acesso em 02 Dez. 2010).
- 3 Isaaks, E. H., Srivastava R. M., 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford
4 University Press, New York.
- 5 Journel, A.G., Huibregts, Ch.J., 1978. Mining geostatistics. Academic Press, London.
- 6 Kunrath, T.R., Cadenazzi, M., Brambilla, D.M., Anghinoni, I., Moraes, A., Carvalho,
7 P.C.F., 2012. Harvest and utilisation efficiencies of pasture in no-till integrated crop-
8 livestock systems. *Crop Past. Sci.* (aceito).
- 9 Landim, P.M.P., 1998. Análise estatística de dados geológicos. Fundação Editora da
10 UNESP, São Paulo.
- 11 Machado, L.O., Lana, A.M.Q., Lana, R.M.Q., Guimarães, E.C., Ferreira, C.V., 2007.
12 Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio
13 convencional. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* 31, 591-599.
- 14 Marsh, R., Campling, R.C., 1970. Fouling of pastures by dung. *Herbage Abstracts* 40,
15 123-130.
- 16 Mathews, B.W., Sollenberger, L.E., Tritschler, J.P., 1996. Grazing systems and spatial
17 distribution of nutrients in pastures: soil considerations, in: Joost, R.E., Roberts, C.A.
18 (Eds.), *Nutrient cycling in forage systems symposium*. Vol. 1., Columbia MO. 7-8
19 March 1996. Potash and Phosphate Institute and Foundation for Agronomic Research,
20 Manhattan, KS, pp. 213-229.
- 21 Medica, D. L., Hanaway, M.J., Ralston, S.L., Sukhdeo, M.V.K., 1996. Grazing behavior
22 of horses on pasture: Predisposition to strongylid infection? *J. Equine Vet. Sci.* 16, 421-
23 427.

- 1 Moreno, J.A., 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura, Porto
2 Alegre.
- 3 Mott, G.O., Lucas, H.L., 1952. The design, conduct and interpretation of grazing trials
4 on cultivated and improved pastures, in: Internacional Grassland Congress, State
5 College, 1952. Proc. State College, Pennsylvania, State College Press, pp.1380-1395.
- 6 Penning, P.D. Animal-based techniques for estimating herbage intake, in: Penning, P.D.
7 (Ed.). Herbage intake handbook. 2. ed. Reading: British Grassland Society, 2004. pp.
8 53-93.
- 9 Petersen, R.G., Lucas, H.L., Woodhouse Jr., W.W., 1956. The distribution of excreta by
10 freely grazing cattle and its effects on pasture fertility: I. Excretal distribution. Agron. J.
11 48, 440-443.
- 12 Radeloff, V.C., Miller, F.T., He, H.S., Mladenoff, D.J., 2000. Periodicity in spatial data
13 and geostatistical models: autocorrelation between patches. Ecography 23, 81-91.
- 14 Richards, I.R., Wolton, K.M., 1976. The spatial distribution of excreta under intensive
15 cattle grazing. J. Brit. Grassland Soc. 31, 89-92.
- 16 Ridsdill-Smith, J., Matthiessen, J.N., 1981. Controlling cattle dung and the bush fly. J.
17 Agron. Western Aust. 22, 76-77.
- 18 Robertson, G.P., 2008. GS+: Geostatistics for the environmental sciences – GS+ User's
19 guide. Gamma Design Software, Plainwell.
- 20 Sadler, E. J., Busscher, W. J., Bauer, P. J., Karlen, D. L., 1998. Spatial scale
21 requirements for precision farming: A case study in the southeastern USA. Agron. J. 90,
22 191-197.
- 23 SAS Institute, 2008. The SAS system for windows. Version 9.2. SAS Inst., Cary, NC.

- 1 Shiyomi, M., Okada, M., Takahashi, S., Tang, Y.H., 1998. Spatial pattern changes in
2 aboveground plant biomass in a grazing pasture. *Ecol. Res.* 13, 313–322.
- 3 Souza, E.D., Costa, S.E.V.G.A., Anghinoni, I., Carvalho, P.C.F., Oliveira, E.V.F.,
4 Martins, A.P., Cao, E., Andrighetti, M., 2010. Soil aggregation in a crop-livestock
5 integration system under no-tillage. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* 34, 1362-1374.
- 6 Tate, K.W., Atwill, E.R., Mcdougald, N.K., George, M.R., 2003. Spatial and temporal
7 patterns of cattle feces deposition on rangeland. *J. Range Manage.* 56, 432-438.
- 8 Thiessen, A.H., Alter, J.C., 1911. Climatological Data for July, 1911: District No. 10,
9 Great Basin. *Mon Weather Rev.*, pp. 1082-1089.
- 10 Vieira, S.R., Hatfield, J.L., Nielsen, D.R., Biggar, J.W., 1983. Geostatistical theory and
11 applications to variability of some agronomical properties. *Hilgardia* 51, 1-75.
- 12 White, S.L., Sheffield, R.E., Wasburn, S.P., King, L.D., Green Júnior, J.T., 2001.
13 Spatial and time distribution of dairy cattle excreta in an intensive pasture system. *J.*
14 *Environ. Qual.* 30, 2180-2187.

3. CAPITULO III

Distribuição de placas de esterco em sistema de integração soja-bovinos de corte e sua relação com a produtividade da soja¹

¹ Artigo elaborado de acordo com as normas da Crop Science (Apêndice 2).

1 **Distribuição de placas de esterco em sistema de integração soja-bovinos de corte e**
2 **sua relação com a produtividade da soja**

3 **Resumo:**

4 Em sistemas de integração soja-bovinos de corte, os animais em pastejo influenciam a
5 distribuição dos nutrientes no solo. Portanto, o objetivo deste experimento foi avaliar a
6 influência da presença ou ausência de placas de esterco em atributos químicos do solo,
7 população de plantas, massa seca da parte aérea, altura das plantas, teor de nutrientes na
8 planta, componentes primários e rendimento de grãos de soja [*Glycine max* (L.) Merr.].
9 O experimento foi conduzido na região do Planalto Médio do RS, de 2010 a 2011. O
10 delineamento experimental foi em arranjo fatorial 2x4, sendo dois tratamentos de
11 presença de placas de esterco (com e sem) e quatro alturas de manejo do pasto (10, 20,
12 30 e 40 cm). Para todas as variáveis analisadas, não houve interação entre as alturas de
13 manejo do pasto e as áreas com e sem presença de placas de esterco. A presença dos
14 animais no sistema de integração soja-bovinos de corte e, conseqüentemente, de suas
15 placas de esterco aumentou a disponibilidade dos nutrientes fósforo e potássio nestes
16 locais. Assim, afetou o teor destes nutrientes na planta, favorecendo a formação de
17 maior número de legumes por planta e o rendimento de grãos da cultura da soja
18 implantada em sucessão a pastagem.

19

20 Palavras-chave: distribuição de nutrientes, plantio direto, componentes primários do
21 rendimento

22

23 **1. INTRODUÇÃO**

24 A obtenção de elevados rendimentos de grãos de soja [*Glycine max* (L)

1 Merr.] é resultado de uma complexa interação entre condições climáticas do ano
2 agrícola, fatores da planta e nível de fertilidade do solo. Além dos macronutrientes
3 orgânicos (C, H, O) fornecidos pela atmosfera (O_2 , CO_2 e H_2O), a soja necessita de
4 nutrientes fornecidos pelo solo, principalmente nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio
5 (K). Dentre estes, o N e o K são os nutrientes absorvidos em maior quantidade pela
6 cultura (Osaki et al., 1991), sendo que, no caso do N, parte é fornecida pelo solo (25 a
7 35%) e parte pela fixação simbiótica do N_2 atmosférico (65 a 85%) (Gerahty et al.,
8 1992).

9 Sistemas de integração da produção de grãos e animais em pastejo trazem
10 benefícios para a cultura, como aumento na produtividade, que pode ser atribuído a
11 melhorias na estrutura e fertilidade do solo, controle de plantas daninhas e rompimento
12 dos ciclos de insetos e doenças (Bullock, 1992; Humphreys, 1994; McKenzie et al.,
13 1999; Entz et al., 2002). Para tanto, o sistema de manejo do pasto deve proporcionar
14 desempenho animal satisfatório, garantindo um resíduo vegetal suficiente para que estes
15 benefícios sejam alcançados.

16 Portanto, a presença de animais em pastejo é benéfica para a cultura
17 implantada em sucessão, uma vez que influencia a ciclagem e a distribuição dos
18 nutrientes no solo, via desfolha das plantas, e o seu retorno para o solo, através das
19 excreções, como esterco e urina (Whitehead, 2000; Dubeux Jr. et al., 2007). Em razão
20 da grande concentração de placas de esterco nas áreas de descanso e aguada, há
21 aumento nos teores de P e K no solo nessas áreas (Peterson e Gerrish, 1996). Do total de
22 K que retorna ao solo pelas excretas dos animais (até 90% do ingerido), a maior parte
23 (70–90%) é excretada na urina, na forma iônica, solúvel em água e prontamente
24 disponível para absorção pelas plantas (Haynes e Williams, 1993). O P é excretado

1 principalmente no esterco (95%), na forma de P orgânico e inorgânico, dependendo da
2 quantidade e espécie de forragem ingerida (Haynes e Williams, 1993).

3 Dessa forma, o presente trabalho foi baseado na hipótese de que os
4 nutrientes retornados ao solo via esterco afetariam sua disponibilidade na área, o que
5 afetaria positivamente o rendimento de grãos da cultura implantada em sucessão à
6 pastagem. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da presença
7 ou ausência de placas de esterco nos atributos químicos do solo, população de plantas,
8 massa seca da parte aérea, altura das plantas, teor de nutrientes na planta, componentes
9 primários do rendimento e rendimento de grãos de soja.

10

11 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

12 **2.1 Características locais, delineamento experimental e tratamentos**

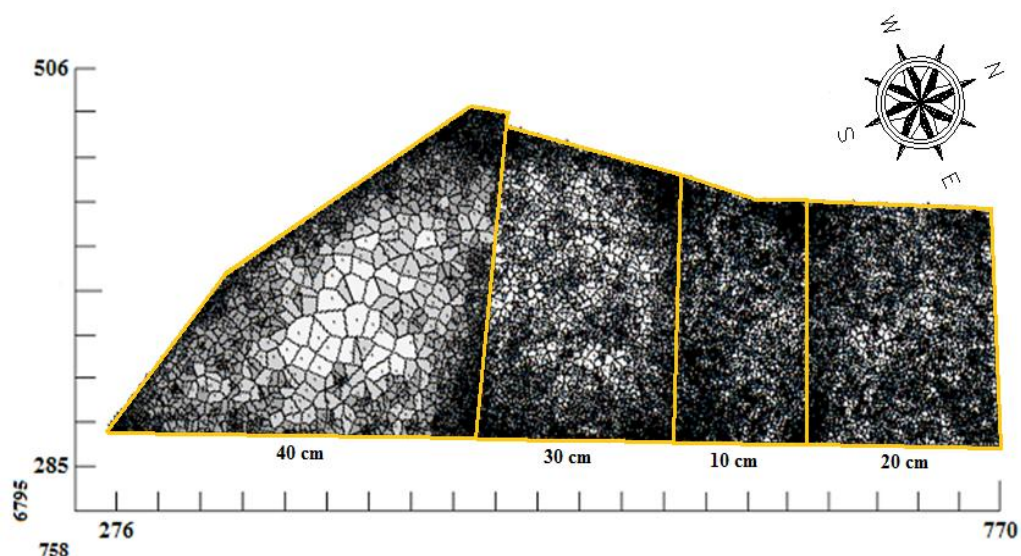
13 O estudo foi conduzido em área pertencente à Fazenda do Espinilho (lat.
14 28°56' S, long. 54°20' W, alt. 425 m), no município de São Miguel das Missões, Rio
15 Grande do Sul (RS). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico
16 típico (Embrapa, 2009), sendo profundo, bem drenado, com textura superficial argilosa
17 (0,54; 0,17 e 0,29 kg kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente, na camada de 0-20
18 cm), de origem basáltica. O relevo configura-se como ondulado a suavemente ondulado.
19 Segundo a classificação climática de Köppen (Moreno, 1961), o clima é do tipo Cfa,
20 subtropical úmido. As principais características químicas da área experimental foram
21 9,3 mg dm⁻³ de P disponível, 299,6 mg dm⁻³ de K disponível, 0,5 cmolc dm⁻³ de Al
22 trocável, 44 g kg⁻¹ de matéria orgânica e pH em água de 4,9.

23 Desde 2001, a área vem sendo manejada sob sistema de integração lavoura-
24 pecuária (ILP) em plantio direto (PD) com a cultura da soja no período primavera-verão

1 e consórcio de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam)
2 no outono-inverno, para pastejo. O azevém foi proveniente de ressemeadura natural e a
3 aveia preta foi semeada em linha na quantidade de 45 kg ha⁻¹ de sementes. Aos 45 dias
4 após a semeadura, efetuou-se adubação nitrogenada de cobertura, a dose de 45 kg ha⁻¹
5 de nitrogênio, na forma de uréia. Neste período outono-inverno, o pasto é manejado sob
6 quatro intensidades de pastejo, representadas por diferentes alturas de manejo do pasto
7 (10, 20, 30 e 40 cm). O acompanhamento da altura do pasto foi feito em intervalos de
8 15 dias, utilizando-se o método *sward stick* (Barthram, 1985).

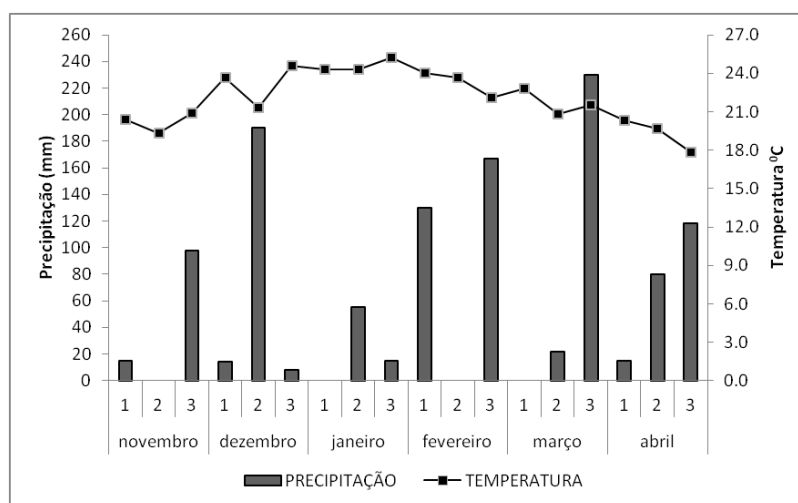
9 Para manter as alturas pretendidas do pasto, utilizou-se a metodologia de
10 lotação contínua com taxa variável proposta por Mott e Lucas (1952). Os animais
11 utilizados foram novilhos com idade inicial média de 10 meses, sem raça definida,
12 juntamente com animais reguladores, entre 06 de julho e 03 de novembro de 2010.

13 O delineamento experimental foi em arranjo fatorial 2x4, sendo dois
14 tratamentos de presença de placas de esterco (com e sem) e quatro alturas de manejo do
15 pasto (10, 20, 30 e 40 cm). A partir do mapa gerado da distribuição espacial de placas
16 de esterco acumuladas no período de pastejo, anterior ao plantio da soja (Figura 1),
17 foram demarcadas 12 parcelas na lavoura de soja, em cada altura de manejo do pasto,
18 sendo 6 em áreas com presença de placas de esterco e 6 em áreas sem placas de esterco.
19 Cada parcela constou de 3 linhas de 1,5 m, espaçadas 0,45 m, perfazendo 2,025 m². O
20 critério adotado para escolha das parcelas está relacionado a coloração do mapa (Figura
21 1): a) cinza escuro representaria área com grande presença de placas de esterco e b) na
22 coloração branca área sem presença de placas.



1
2 Figura 1. Mapa das áreas com presença ou ausência de placas de esterco nas diferentes
3 alturas de manejo do pasto. Eixos X e Y com coordenadas UTM (em metros).
4

5 Os dados referentes à precipitação pluviométrica ocorrida durante o período
6 experimental (Figura 2) foram controlados por funcionários da Fazenda do Espinilho e
7 os dados referentes à temperatura do ar foram coletados da Estação Meteorológica do
8 Instituto Nacional de Meteorologia de Santiago. A região estudada apresenta
9 precipitação média acumulada de 857 mm (normal climática 1961-2010), para os
10 referidos meses avaliados (INMET, 2011).



11
12 Fonte: INMET.

13 Figura 2. Precipitação pluviométrica e temperatura média do ar ao longo do período
14 experimental (2010/2011).

1 2.2 Manejo da lavoura de soja

2 Dois dias antes da semeadura, a área foi dessecada com os herbicidas
3 glifosato (2,5 L ha⁻¹ de ingrediente ativo (i.a.)) e ethyl 2-(4-chloro-6-
4 methoxypyrimidin-2-ylcarbamoylsulfamoyl) benzoate (150 g ha⁻¹ i.a.).

5 A cultivar de soja Nidera A 6411 RR foi semeada em 27 de novembro de
6 2010, após inoculação das sementes com produto específico e previamente tratadas,
7 com 5,6-dihydro-2-methyl-1,4-oxathiazine-3-carboxanilide (75 mL ha⁻¹ i.a.), metil
8 benzimidazol-2-ilcarbamato + metanal (30 mL ha⁻¹ i.a.), molibdênio 10% + cobalto 1%
9 + zinco 1% (75 mL ha⁻¹ i.a.) e fipronil + thiophanate-methyl + piraclostrobin (50 g ha⁻¹
10 i.a.), sendo fungicidas, fertilizante e inseticida, respectivamente. A semeadura foi
11 realizada na densidade de 35 sementes aptas m⁻² e espaçamento entrelinhas de 0,45 m.
12 Juntamente com a semeadura, foi realizada adubação de base com 240 kg ha⁻¹ da
13 fórmula comercial 0-25-25 (N-P-K). Nas safras de 2002/03, 2003/04, 2004/05 e
14 2005/06 adubou-se a soja com 300 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 0-20-30 (N-P-K),
15 sendo necessária sua redução a partir da safra 2006/2007.

16 Em 4 de janeiro de 2011, foram aplicados ethyl 2-(4-chloro-6-
17 methoxypyrimidin-2-ylcarbamoylsulfamoyl) benzoate (3,5 L ha⁻¹ i.a.) juntamente com
18 diflubenzuron (30 g ha⁻¹ de i.a.), 1-(3,5-dichloro-2,4-difluorophenyl)-3-(2,6-
19 difluorobenzoyl)-urea (30 mL ha⁻¹ i.a.) e carbendazim (0,5 L ha⁻¹ i.a.), respectivamente,
20 herbicida, inseticidas e fungicida. Em 26 de janeiro de 2011, foram aplicados
21 epoxiconazole + piraclostrobina (0,5 L ha⁻¹ de i.a.), diflubenzuron (20 g ha⁻¹ de i.a.), 1-
22 (3,5-dichloro-2,4-difluorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)-urea (60 mL ha⁻¹ i.a.),
23 fungicida e inseticidas, respectivamente.

1 Em 15 de fevereiro de 2011, foi aplicado óleo mineral (330 mL ha⁻¹ de i.a.),
2 metamidofós (1,3 L ha⁻¹ de i.a.) e epoxiconazole + piraclostrobina (0,5 L ha⁻¹ de i.a.),
3 respectivamente, adjuvante, inseticida e fungicida. Já em 14 de março de 2011, foram
4 aplicados carbendazim (0,5 L ha⁻¹ de i.a.), tebuconazol (0,3 L ha⁻¹ de i.a.), metamidofós
5 (1,3 L ha⁻¹ de i.a.) e metomil (0,5 L ha⁻¹ de i.a.), sendo fungicidas e inseticidas.

6

7 **2.3 Avaliações**

8 Amostras de solo das parcelas com presença ou ausência de placas de
9 esterco foram coletadas em 18 de janeiro de 2011 e enviadas para o Laboratório de
10 Análises de Solo da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande
11 do Sul, para análises dos teores de P e K disponíveis (Mehlich-1). Nas parcelas com
12 presença de placas, as amostras de solo foram coletadas aleatoriamente entre as linhas
13 de soja, tomando-se cuidado para não contaminar a amostra com esterco.

14 Aos 50 dias após a semeadura (DAS) da soja, no estágio fenológico V8
15 (Fehr e Caviness, 1977), avaliou-se, em cada parcela, a população inicial de plantas,
16 contando-se o número de plantas, e a altura das plantas, realizada com auxílio de uma
17 régua graduada. Foram medidas as alturas de cinco plantas, aleatoriamente, as quais
18 foram estendidas para tomada da medida da distância compreendida entre a superfície
19 do solo e o ápice da haste principal. Para determinação da massa seca da parte aérea,
20 coletou-se outras cinco plantas, cortadas acima da superfície do solo e secas em estufa
21 de ar forçado a 50°C, até peso constante. Aos 65 DAS, no estágio R2 (Fehr e Caviness,
22 1977), as determinações da altura de planta e massa seca da parte aérea foram realizadas
23 novamente. Depois de secas, as amostras foram pesadas, moídas e analisadas quanto aos
24 teores de N, P e K, conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

1 As avaliações da produtividade da soja e população final de plantas foram
2 realizadas no estágio R8 (maturação de colheita). Imediatamente antes da colheita,
3 foram contadas e cortadas todas as plantas contidas nas 48 parcelas. Depois de colhidas,
4 retirou-se 10 plantas ao acaso e o restante foi trilhado, os grãos secos e pesados. Na
5 amostra de 10 plantas, foi contado o número total de legumes e, posteriormente,
6 calculada a média para estimar o número de legumes por planta. Os grãos, após
7 passarem por debulha manual, foram separados em três grupos de 100 grãos e pesados.
8 Posteriormente, através das médias destes, calculou-se o peso de 1000 grãos.

9 O número de grãos por legume foi estimado pela razão entre o número de
10 grãos e o número de legumes na amostra. Para determinar o número de legumes por
11 área, multiplicou-se a população final de plantas pelo número de legumes por planta.
12 Para determinar o rendimento de grãos de soja, somou-se o peso total dos grãos das
13 plantas colhidas em cada parcela com o valor estimado do peso das 10 plantas, cortadas
14 anteriormente para determinação de massa seca da parte aérea. Todos os grãos pesados
15 foram ajustados para teor de umidade de 130 g kg^{-1}

16

17 **2.4 Análise estatística**

18 Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram
19 comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, por meio do procedimento
20 MIXED (SAS Institute, 2008). Para as avaliações realizadas em diferentes períodos,
21 estas foram analisadas separadamente. Utilizou-se o seguinte modelo estatístico para a
22 análise da variância:

$$23 \qquad Y_{ij} = \mu + T_i + I_j + (TI)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

24 onde: Y_{ij} representa as variáveis respostas; μ é uma média inerente a todas as

1 observações; T_j é o efeito da i -ésima presença ou não de fezes; I_j é o efeito da j -ésima
2 altura de manejo do pasto; $(TI)_{ij}$ corresponde à interação entre a i -ésima presença ou
3 ausência de fezes com a j -ésima altura de manejo do pasto e ε_{ij} corresponde ao erro
4 aleatório, suposto independente e normalmente distribuído (repetição dentro dos
5 tratamentos).

6 Para identificar a(s) variável(eis) que mais explicou(aram) a variação do
7 rendimento de grãos da soja (RD), foi realizada análise de trilha (*Path Analysis*) por
8 meio do programa estatístico JMP v. 8.2 (SAS Institute, 2008). Para esta análise, foram
9 incluídas, como efeitos diretos, as variáveis peso de 1000 grãos (PG), número de
10 legumes por planta (NLP), número de grãos por legume (NGL) e número de plantas por
11 área (PLA) e, como efeitos indiretos, as variáveis massa seca da parte aérea da planta no
12 estágio R2 (MS), altura de planta no estágio R2 (AL), teores de N (NP), P (PP) e K
13 (KP) da planta, teores de P (PS) e K (KS) no solo e altura de manejo do pasto (ALP). O
14 efeito do conjunto de variáveis não incluídas no diagrama (residual) sobre o rendimento
15 de grãos da soja é representado pela letra U.

16

17 **3. RESULTADOS**

18 Para todas as variáveis analisadas, não houve interação entre as alturas de
19 manejo do pasto e a presença ou ausência de placas de esterco. A população inicial e
20 final de plantas de soja não diferiu entre as alturas de manejo do pasto (Tabela 1) nem
21 entre as áreas com presença e ausência de placas (Tabela 2).

22

23

1 Tabela 1. Parâmetros de planta e teores de nutrientes na planta e no solo em função das
 2 alturas de manejo do pasto em sistema de integração soja-bovinos de corte em
 3 plantio-direto.

Parâmetro	Altura do pasto (cm)				Média	p
	10	20	30	40		
População inicial de plantas, n° m ⁻²	39,3	39,5	41,1	34,2	38,5	0,1450
População final de plantas, n° m ⁻²	37,8	37,6	40,5	34,9	37,6	0,3128
Massa seca V8, Mg ha ⁻¹	1,48	1,44	1,27	1,04	1,31	0,0835
N na planta V8, g kg ⁻¹	33,25	34,32	33,12	36,66	34,26	0,1648
N na planta R2, g kg ⁻¹	30,62	30,21	29,86	30,80	30,20	0,9544
P na planta V8, g kg ⁻¹ *	1,67ab	1,52b	2,00a	2,05a	1,78	0,0081
P na planta R2, g kg ⁻¹	1,39	1,51	1,62	1,70	1,54	0,1674
K na planta V8, g kg ⁻¹	22,43	21,42	22,60	26,77	22,64	0,1929
K na planta R2, g kg ⁻¹	20,10	22,46	21,45	24,45	21,58	0,2244
Rendimento de grãos, Mg ha ⁻¹	3,77	3,43	3,72	3,71	3,60	0,6501
Legumes por área, n° m ²	1528,40	1340,91	1467,50	1613,86	1471,98	0,3423
Peso de 1000 grãos, g	146,79	149,01	144,89	144,92	146,76	0,4309
Legumes por planta, n°	38,8	36,1	35,8	46,0	39,0	0,1122
Grãos por legume*	1,86b	2,00a	1,91ab	1,99ab	1,94	0,0178
P no solo, mg dm ⁻³ *	12a	10ab	8b	8b	9	0,0087
K no solo, mg dm ⁻³	333	348	288	287	298	0,6748

4 *Letras distintas na linha diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

5

6 Tabela 2. Parâmetros de planta e teores de nutrientes na planta e no solo em função da
 7 presença ou ausência de placas de esterco em sistema de integração soja-
 8 bovinos de corte em plantio direto.

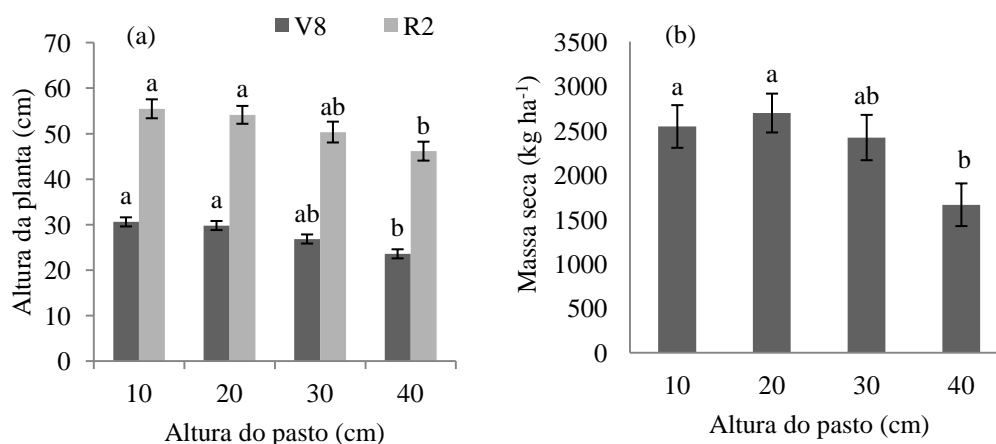
Parâmetro	Presença de placas de esterco		Média	p
	Com	Sem		
População inicial de plantas, n° m ⁻²	38,3	38,7	38,5	0,8448
População final de plantas, n° m ⁻²	37,4	38,0	37,6	0,7559
Altura das plantas V8, cm	27,6	27,7	27,6	0,9509
Altura das plantas R2, cm	51,90	51,14	51,39	0,7139
Massa seca V8, Mg ha ⁻¹	1,26	1,36	1,31	0,4376
Massa seca R2, Mg ha ⁻¹	2,36	2,30	2,33	0,8243
N na planta V8, g kg ⁻¹	35,42	33,25	34,26	0,0901
N na planta R2, g kg ⁻¹	31,42	29,32	30,20	0,1043
P na planta V8, g kg ⁻¹	1,90	1,71	1,78	0,1218
P na planta R2, g kg ⁻¹ *	1,68a	1,43b	1,78	0,0197
K na planta V8, g kg ⁻¹ *	27,83a	18,79b	22,64	<0,0001
K na planta R2, g kg ⁻¹ *	25,90a	18,33b	21,58	<0,0001
Rendimento de grãos, Mg ha ⁻¹ *	4,00a	3,33b	3,60	0,0032
Legumes por área, n° m ²	1578,32	1397,02	1471,98	0,0994
Peso de 1000 grãos, g	145,65	147,16	146,76	0,4598
Legumes por planta, n°*	42,7a	35,6b	39,0	0,0278
Grãos por legume, n°	1,95	1,94	1,94	0,8116
P no solo, mg dm ⁻³ *	11a	8b	9	0,0010
K no solo, mg dm ⁻³ *	433a	195b	298	<0,0001

9 *Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

10

11 A altura das plantas de soja no estágio V8 (50 DAS), assim como em R2 (65

1 DAS), apresentaram diferenças significativas ($p=0,0004$; $p=0,0174$, respectivamente)
 2 entre as alturas de manejo do pasto (Tabela 1). Assim, as áreas manejadas durante o
 3 inverno com alturas de pasto de 10 e 20 cm apresentaram plantas com altura superior às
 4 plantas da área manejada com 40 cm (Figura 3a). Já a altura das plantas nas áreas com
 5 presença ou ausência de placas de esterco não apresentou diferença significativa
 6 ($p=0,8448$; $p=0,7559$; respectivamente) (Tabela 2) nos estádios V8 e R2. Com relação à
 7 massa seca da parte aérea no estádio V8, não houve diferença nas distintas alturas de
 8 manejo do pasto (Tabela 1) e nas diferentes áreas com presença ou ausência de placas
 9 de esterco (Tabela 2). Já no estádio R2, as áreas manejadas durante o inverno com altura
 10 do pasto de 10 e 20 cm apresentaram maior massa seca da parte aérea da soja em
 11 relação à área manejada com 40 cm ($p=0,0249$; Figura 3b), enquanto que, para as
 12 diferentes áreas com presença ou ausência de placas de esterco, não houve diferença
 13 significativa (Tabela 2).



14
 15 Figura 3: Altura das plantas de soja no estádio V8 e R2 (a) e massa seca da parte aérea
 16 no estádio R2 (b), em função das alturas de manejo do pasto (safra 2010/11).
 17 Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%
 18 de significância.
 19

20 O teor de N na planta não diferiu entre as alturas de manejo do pasto
 21 (Tabela 1) e, de igual forma, entre as áreas com presença ou ausência de placas de

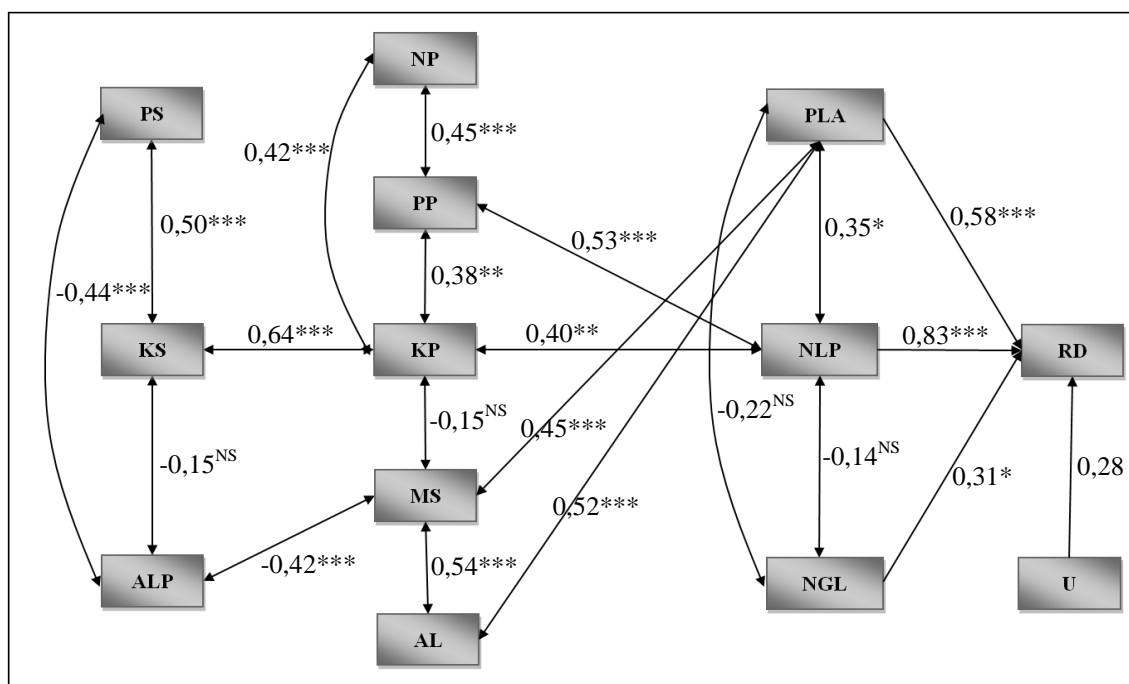
1 esterco (Tabela 2), tanto no estágio V8 quanto no estágio R2. Enquanto em V8 o teor de
2 P na planta foi afetado pelas alturas de manejo do pasto, o teor não se diferenciou em
3 R2 (Tabela 1). Entretanto, o inverso ocorreu com o efeito da presença de placas de
4 esterco: não foi afetado em V8, mas sim em R2 (Tabela 2).

5 O teor de K na planta apresentou diferença entre as áreas com presença ou
6 ausência de placas de esterco (Tabela 2) nos estádios V8 e R2. Já em relação às alturas
7 de manejo do pasto, não houve diferença significativa (Tabela 1). As alturas de manejo
8 também não influenciaram o rendimento de grãos de soja (Tabela 1). O rendimento de
9 grãos, contudo, foi afetado pelas áreas com presença de placas de esterco (Tabela 2),
10 sendo maior nesta condição. Para as variáveis número de legumes por m⁻² e peso de
11 1000 grãos não houve diferença significativa entre as alturas de manejo do pasto,
12 tampouco entre as áreas com presença ou ausência de placas de esterco (Tabelas 1 e 2).
13 Dentre os componentes do rendimento, somente o número de legumes por planta foi
14 superior em áreas com presença de placas de esterco (Tabela 2). Este componente,
15 porém, não foi afetado pelas distintas alturas de manejo do pasto (Tabela 1).

16 O número de grãos por legume foi afetado pela altura de manejo do pasto
17 (Tabela 1), sendo que o pasto manejado com 20 cm de altura resultou em maior número
18 de grãos por legume do que naquele manejado a 10 cm, enquanto as alturas de manejo
19 do pasto 30 e 40 cm foram semelhantes. Já para as distintas áreas de presença ou
20 ausência de placas de esterco, esta variável não apresentou diferença significativa
21 (Tabela 2).

22 Os teores de P e K disponíveis no solo diferiram entre as áreas com
23 presença e ausência de placas de esterco (Tabela 2) e entre as distintas alturas de manejo
24 do pasto, sendo que o teor de P aumentou com a intensidade de pastejo (Tabela 1).

1 Na Figura 4, estão apresentadas somente as variáveis de efeito direto e
 2 indireto significativo e os coeficientes de correlação entre estas variáveis no rendimento
 3 de grãos de soja, sendo assim o peso de 1000 grãos não foi incluído. Nesse diagrama, a
 4 seta unidirecional indica efeito direto (coeficiente de trilha) de cada variável explicativa,
 5 enquanto a seta bidirecional representa a interdependência de duas variáveis
 6 explicativas.



7
 8 * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; NS, $P > 0,05$.

9 Figura 4. Diagrama dos coeficientes de correlação entre as variáveis de efeitos diretos e
 10 indiretos sobre o rendimento de grãos de soja.
 11

12 4. DISCUSSÃO

13 As diferentes alturas de manejo do pasto e as distintas áreas com presença
 14 ou ausência de placas de esterco anterior ao plantio da soja não influenciaram a
 15 população inicial e final de plantas, corroborando com os resultados já encontrados por
 16 Flores et al. (2007), no mesmo protocolo experimental. Da mesma forma, as alturas de
 17 manejo do pasto não afetaram o rendimento de grãos de soja, como já observado por
 18 Flores et al. (2007), Lopes et al. (2009) e Ferreira et al. (2011). Cabe ressaltar que as

1 condições climáticas foram favoráveis no período experimental (Figura 2), estando a
2 precipitação acumulada acima da média dos últimos 49 anos.

3 A média do rendimento de grãos nas áreas com presença de placas de
4 esterco (3997 kg ha^{-1}) e a média geral do experimento (3604 kg ha^{-1}) estão acima da
5 média do Brasil na safra 2010/2011 (Conab, 2011), que foi de 3115 kg ha^{-1} e do RS, que
6 foi de 2845 kg ha^{-1} . Conte et al. (2007) demonstraram que o aumento da intensidade de
7 pastejo em pastagens de inverno aumenta a resistência do solo à penetração. No entanto,
8 a presença do animal não significa, necessariamente, comprometimento do sistema.
9 Vários estudos já demonstraram que a produtividade das culturas agrícolas em sistemas
10 de ILP não é comprometida após o pastejo (Entz et al., 2002; Sulc e Tracy, 2007;
11 Lunardi et al., 2008). Entretanto, o que se pode inferir atualmente é que, mais do que
12 não influenciar, a presença do animal pode aumentar o rendimento de grãos das culturas
13 implantadas em sucessão (Entz et al., 1995; Sulc et al., 2005; Maughan et al., 2009).

14 Os componentes primários do rendimento de grãos (PLA, NLP e NGL)
15 afetam diretamente o rendimento de grãos (RD) (Figura 4), sendo NLP e NGL bons
16 preditores da correlação genética, possibilitando seleção de plantas através desses
17 componentes (Carvalho et al., 1999; Kurek et al., 2001).

18 Mesmo havendo correlação entre NGL e RD, este é um dos componentes do
19 rendimento que apresenta menor variação (Thomas e Costa, 2010), devido à
20 uniformidade do melhoramento genético na busca de genótipos com dois grãos por
21 legume (Mundstock e Thomas, 2005). O PG não afetou o rendimento de grãos, pois
22 apresenta valor característico de cada cultivar (grãos maiores ou menores), não
23 impedindo que este varie dependendo das condições ambientais e de manejo as quais a
24 cultura seja submetida (Mundstock e Thomas, 2005). De fato, o principal componente

1 que afeta o RD é o NLP (Ramalho, 1993; Kurek et al., 2001; Thomas e Costa, 2010),
2 conforme observado no presente trabalho (Figura 4).

3 Em sistema de ILP, Lunardi et al. (2008) encontraram 51 e 39 legumes por
4 planta para as intensidades de pastejo baixa e moderada, respectivamente. Os
5 tratamentos que apresentaram maior número de legumes por planta apresentaram
6 também maiores rendimentos de grãos. Da mesma forma, a presença de animais em
7 sistema de ILP favoreceu a produtividade da soja por afetar positivamente o número de
8 legumes por planta (Lunardi et al., 2008). Este componente é definido no período
9 reprodutivo da cultura, já que depende da quantidade de flores produzidas e fixadas, as
10 quais determinarão o número total de legumes produzidos em cada planta. Este
11 componente apresenta uma grande faixa de variação, o que garante a alta plasticidade
12 fenotípica à cultura da soja (Andrade e Abbate, 2005).

13 Os principais fatores que interferem no NLP são PP e KP, não havendo
14 correlação $NP \times NLP$, pois a soja tem capacidade de fixação simbiótica do N. O K é um
15 nutriente essencial para todas as culturas, tendo amplo efeito na produtividade e
16 qualidade, bem como sobre o vigor de uma cultura (Johnston e Milford, 2009). Esses
17 autores afirmam que existem interações entre N e K no crescimento da cultura e
18 produtividade final, podendo ser explicadas por seus efeitos e interações nos processos
19 de crescimento na planta em nível celular. Dessa forma, conhecendo como a planta é
20 controlada por essas interações, torna-se fácil compreender a importância do teor de K
21 no solo (KS) e sua correlação com o K da planta (KP). A importância do PP se verifica
22 principalmente nos órgãos reprodutivos das leguminosas, como a soja, já que eles
23 contêm altos níveis de P (Kovacevic et al., 2011). Segundo Hrustic et al. (1998), a
24 absorção de P em plantas é intensa nas fases iniciais de crescimento e no período de

1 formação de órgãos reprodutivos.

2 Como observado na Figura 4, há correlação entre NP × PP, PP × KP e NP ×
3 KP, pois esses elementos são essenciais para o desenvolvimento da planta de soja, bem
4 como da bactéria simbiótica associada a ela. A maior parte desses nutrientes é absorvida
5 do solo, porém, no caso do N, parte é obtida por meio da fixação realizada pelas
6 bactérias no interior dos nódulos (Gerahty et al., 1992). A concentração desses
7 nutrientes essenciais para as plantas é influenciada pela presença de placas de esterco no
8 solo (Tabela 2; Mahmoodabadi et al., 2011).

9 Além disso, a Figura 4 indica que os nutrientes PS e KS são correlacionados,
10 pelo fato de que esses nutrientes retornam ao solo através das excreções dos animais
11 (Haynes e Williams, 1993). As placas de esterco, em contato com o solo, sofrem
12 degradação por processos físicos (chuva e pisoteio) e biológicos (microorganismos,
13 insetos e minhocas), liberando os nutrientes. As placas de esterco, com ajuda de
14 besouros, podem ser incorporadas ao solo em até 24 horas (Monteiro e Werner, 1997).

15 Houve correlação entre as variáveis PLA × AL, PLA × MS e MS × AL. O
16 aumento no número de PLA acarretou em aumento significativo da altura das plantas,
17 devido à busca pela melhoria na interceptação da luz (Shibles e Weber, 1965). Dessa
18 forma, devido à maior altura de plantas, a MS produzida pela soja aumentou.

19 Quando se compara a altura e a MS das plantas de soja nas distintas alturas
20 de manejo do pasto (Tabela 1), observa-se que a altura de manejo do pasto 40 cm
21 apresentou plantas de soja de menor altura e menor MS. Este fato pode ser causado pela
22 ocorrência de menor biomassa microbiana no solo e pela menor respiração basal nas
23 menores intensidades de pastejo (30 e 40 cm de altura do pasto) (Souza et al., 2010).
24 Por outro lado, nas maiores intensidade de pastejo (10 e 20 cm de altura do pasto)

1 ocorre menor acúmulo de palhada, que, juntamente com a maior atividade microbiana,
2 proporciona liberação mais rápida dos nutrientes para a cultura da soja (Souza et al.,
3 2010). Com isso, o desenvolvimento inicial da soja nas menores intensidade de pastejo
4 é prejudicado e, conseqüentemente, a altura e MS da planta de soja podem ser reduzidas
5 (Carvalho et al., 2010).

6 Quanto à concentração de nutrientes na planta de soja, observa-se que
7 apenas o teor de P na planta no estágio V8 foi afetado (Tabela 1), sendo que o teor é
8 maior nas plantas cultivadas nas alturas de manejo do pasto 30 e 40 cm de altura do
9 pasto. Este fato pode estar vinculado a menor MS das plantas de soja nessas alturas de
10 manejo do pasto.

11 As distintas alturas de condução do pasto correlacionaram-se negativamente
12 com o PS, provavelmente pela maior taxa de lotação que é necessária para manter o
13 pasto baixo. Assume-se que os altos valores encontrados nas menores alturas de manejo
14 do pasto são consequência de 10 anos de presença de bovinos nestas áreas. Portanto,
15 pode-se concluir, a exemplo de Haynes e Willians (1993), que as excretas dos animais
16 influenciam a disponibilidade de nutrientes no solo por um longo período de tempo.

17

18 **5. CONCLUSÃO**

19 A presença dos animais no sistema de integração soja-bovinos de corte e,
20 conseqüentemente, de suas placas de esterco aumentou a disponibilidade dos nutrientes
21 fósforo e potássio nestes locais. Assim, afetou o teor destes nutrientes na planta,
22 favorecendo a formação de maior número de legumes por planta e o rendimento de
23 grãos da cultura da soja implantada em sucessão a pastagem.

24

1 6. Referências

- 2 Andrade, F.H., and P.E. Abbate. 2005. Response of maize and soybean to variability in
3 stand uniformity. *Agron. J.* 97:1263-1269.
- 4 Barthram, G.T. 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick. *In* HFRO
5 Biennial Report 1984-85. p. 29-30.
- 6 Bullock, D.G. 1992. Crop rotation. *Crit. Rev. Plant Sci.* 11:309–326.
- 7 Carvalho, C.G.P., V.R. Oliveira, C.D. Cruz, and V.W.D. Casali. 1999. Path analysis
8 under multicollinearity in green pepper. *Pesq. Agropec. Bras.* 34:603-613.
- 9 Carvalho, P.C.F., I. Anghinoni, A. Moraes, E.D. Souza, R.M. Sulc, C.R. Lang, J.P.C.
10 Flores, M.L.T. Lopes, J.L.S. Silva, O. Conte, C.L. Wesp, R. Levien, R.S. Fontaneli, and
11 C. Bayer. 2010. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil
12 improvement in no-till integrated systems. *Nutr. Cycling in Agroecosys.* 88:259-273.
- 13 Conab. 2011. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo
14 levantamento. Disponível em <http://www.conab.gov.br> (Acesso em 24 Dez. 2011).
- 15 Conte, O., R. Levien, C.R. Trein, C.T.C. Cepik, and H. Debiassi. 2007. Draft
16 requirement in direct drilling in crop and cattle rotation systems using different grazing
17 pressures and its relation to soil compactness status. *Eng. Ag.* 27:222-228.
- 18 Dubeux Jr., J.C.B., L.E. Sollenberger, B.W. Mathews, J.M. Scholberg, and H.Q. Santos.
19 2007. Nutrient cycling in warm-climate grasslands. *Crop Sci.* 47:915-928.
- 20 Embrapa. 2009. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa, Brasília.
- 21 Entz, M.H., V.S. Baron, P.M. Carr, D.W. Meyer, S.R. Smith, Jr., and W.P. McCaughey.
22 2002. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains.
23 *Agron. J.* 94:240–250.
- 24 Entz, M.H., W.J. Bullied, and F. KatepaMupondwa. 1995. Rotational benefits of forage

- 1 crops in Canadian prairie cropping systems. *J. Prod. Agr.* 8:521–529.
- 2 Fehr, W.R., and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Spec. Rep. 80.
3 Iowa Agr. Home Econ. Exp. Stn., Iowa State Univ., Ames.
- 4 Ferreira, E.V.O., I. Anghinoni, M.H. Andrighetti, A.P. Martins, and P.C.F. Carvalho.
5 2011. Potassium cycling and balance and soybean yield in an integrated crop-livestock
6 system under no-tillage. *Rev. Bras. Ciên. Solo.* 35:161-169.
- 7 Flores, J.P.C., I. Anghinoni, L.C. Cassol, P.C.F. Carvalho, J.G.D.B. Leite, and T.I.
8 Fraga. 2007. Soil physical attributes and soybean yield in an integrated livestock-crop
9 system with different pasture heights in no-tillage. *Rev. Bras. Ciên. Solo.* 31:771-780.
- 10 Gerahty, N., G. Caetano-Anollés, P.A. Joshi, and P.M. Gresshoff. 1992. Anatomical
11 analysis of nodule development in soybean reveals an additional autoregulatory control
12 point. *J. Plant Sci.* 58:1-7.
- 13 Haynes, R.J., and P.H. Williams. 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed
14 pasture system. *Adv. Agron.* 49:119–199.
- 15 Hrustic, M., M. Vidic, and Dj. Jockovic. 1998. Soybean Institute of Field and Vegetable
16 Crops. Novi Sad, Yugoslavia.
- 17 Humphreys, L.R. 1994. Tropical forages: Their role in sustainable agriculture. Harlow:
18 Longman Scientific & Technical, New York.
- 19 INMET. 2011. Monitoramento das estações automáticas [Online]. Disponível em
20 <http://www.inmet.gov.br> (Acesso em 22 Nov. 2011).
- 21 Johnston, A.E., and G.F.J. Milford. 2009. Nitrogen and potassium interactions in crops.
22 The Potash Development Association. PO Box 697, York YO32 5WP, UK.
- 23 Kovacevic, V., A. Sudaric, and M. Antunovic. 2011. Mineral Nutrition. p. 389-427. *In*
24 H.A. El-Shemy (ed.) Soybean physiology and biochemistry. In Tech, Croatia.

- 1 Kurek, A.J., F.I.F. Carvalho, I.C. Assmann, V.S. Marchioro, and P.J. Cruz. 2001. Path
2 analysis as an indirect selection criterion for bean grain yield. *Rev. Bras. Agric.* 7:29-32.
- 3 Lopes, M.L.T., P.C.F. Carvalho, I. Anhinoni, D.T. Santos, A.Q. Aguinaga, and J.P.C.
4 Flores. 2009. Crop-livestock integration system: effect of oat and italian ryegrass sward
5 height management on soybean yield. *Ciê. Rural.* 39:1499-1506.
- 6 Lunardi, R., P.C.F. Carvalho, C.R. Trein, J.A. Costa, G.F. Cauduro, C.M.P. Barbosa, and
7 A.A.Q. Aguinaga. 2008. Soybean yield in an animal-crop rotation system: effects of
8 grazing methods and intensities. *Ciê. Rural.* 38:795-801.
- 9 Mahmoodabadi, M.R., A.M. Ronaghi, M. Khayyat, and Z. Amirabadi. 2011. Effects of
10 sheep manure on vegetative and reproductive growth and nutrient concentrations of
11 soybean plants under leaching and non-leaching conditions. *J. Plant Nutr.* 34, Issue 11.
- 12 McKenzie, B.A., J.G. Hampton, J.G.H. White, and K.C. Harrington. 1999. Annual crop
13 production principles. p. 199–212. *In* J. White and J. Hodgson (ed.) *New Zeal. pasture
14 and crop science.* Oxford Univ. Press, Oxford.
- 15 Maughan, M.W., J.P.C. Flores, I. Anghinoni, G. Bollero, F.G. Fernandez, and B.F.
16 Tracy. 2009. Soil Quality and Corn Yield under Crop-Livestock Integration in Illinois.
17 *Agron. J.* 101:1503–1510.
- 18 Monteiro, F.A., and J.C. Werner. 1997. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. *In*
19 *Simpósio sobre manejo de pastagem, 1997, Piracicaba. Anais...* Piracicaba: FEALQ.
20 p.55-84.
- 21 Moreno, J.A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul.* Secretaria da Agricultura do Rio
22 Grande do Sul, Porto Alegre.
- 23 Mott, G.O., and H.L. Lucas. 1952. The design, conduct and interpretation of grazing
24 trials on cultivated and improved pastures. p.1380-1395. *In* *Internacional Grassland*

- 1 Congress, State College, 1952. Proc. State College, Pennsylvania, State College Press.
- 2 Mundstock, C.M., and A.L. Thomas. 2005. Soja: Fatores que afetam o crescimento e o
3 rendimento de grãos. Evangraf, Porto Alegre.
- 4 Osaki, M., K. Morikawa, T. Shinano, M. Urayama, and T. Tadano. 1991. Productivity
5 of High Yielding Crops. II. Comparison of N, P, K, Ca and Mg accumulation and
6 distribution among high-yielding crops. *Soil Sci. Plant Nutr.* 37:445-454.
- 7 Peterson, P.R., and J.R. Gerrish. 1996. Grazing systems and spatial distribution of
8 nutrients in pastures: Livestock management considerations. p. 203–212. *In* R.E. Joost
9 and C.A. Roberts (ed.) Nutrient cycling in forage systems. Proc. Potash and Phosphate
10 Inst. And the Founstation for Agron. Res., Columbia, MO. 7-9 Mar. 1996. PPI, Norcross,
11 GA.
- 12 Ramalho, M.A.P., J.P. Santos, and M.J.O. Zimmermann. 1993. Genética quantitativa
13 em plantas autógamias: Aplicações ao melhoramento do feijoeiro. UFG, Goiânia.
- 14 SAS Institute. 2008. The SAS system for windows. Version 9.2. SAS Inst., Cary, NC.
- 15 Shibles, R.M., and C.R. Weber. 1965. Leaf area, solar radiation interception, and dry
16 matter production by various soybean planting patterns. *Crop Sci.* 6:575-577.
- 17 Souza, E.D., S.E.V.G.A. Costa, I. Anghinoni, P.C.F. Carvalho, E.V.F. Oliveira, A.P.
18 Martins, E. Cao, and M. Andrighetti. 2010. Soil aggregation in a crop-livestock
19 integration system under no-tillage. *Rev. Bras. Ciência do Solo* 34:1362-1374.
- 20 Sulc, R.M., A. Moraes, S.J. Alves, A. Pelissari, P.C. Carvalho, and C.R. Lang. 2005.
21 Production systems to integrate livestock grazing and grain production in southern
22 Brazil and Midwestern USA. p. 388. *In* F.P. O'Mara (ed.) Proc. 20th Int. Grassl. Congr.,
23 Dublin, Ireland. 26 June–2 July 2005. Wageningen Acad. Publ., Wageningen, the
24 Netherlands.

- 1 Sulc, R.M., and B.F. Tracy. 2007. Integrated crop–livestock systems in the U.S. Corn
2 Belt. *Agron J.* 99:335–345.
- 3 Tedesco, M.J., C. Gianello, C.A. Bissani. 1995. Análises de solo, plantas e outros
4 materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- 5 Thomas, A.L., and J.A. Costa. 2010. Desenvolvimento da planta de soja e o potencial
6 de rendimento de grãos. p.13-33. *In* A.L. Thomas and J.A. Costa (ed.) Soja: Manejo
7 para a alta produtividade. Evangraf, Porto Alegre.
- 8 Whitehead, D.C. 2000. Nutrient elements in grassland. CABI Publishing, Wallingford.
- 9

4. CAPITULO IV

4.1 Considerações finais

4.1 Considerações Finais

Este trabalho foi realizado em protocolo de longa duração, onde o manejo é realizado em busca do conhecimento das relações de causa-efeito entre o pastejo e o sistema soja-bovinos de corte. Há 11 anos, a área experimental está sob o mesmo manejo de sucessão, ou seja, pastejo no inverno e lavoura no verão. As mesmas intensidades de pastejo são repetidas no tempo.

Apesar dos resultados discutidos nos artigos desta dissertação serem de um período específico, as variáveis de solo estudadas, na verdade, refletiram o efeito cumulativo dos 11 anos de manejo. Por exemplo, os teores de potássio (K) disponível do solo chegaram a 767 mg dm^{-3} e os de fósforo (P) disponível a 25 mg dm^{-3} em áreas com presença de placas de esterco, refletindo-se na produtividade de soja de 5730 kg ha^{-1} , aliada todavia, a condição climática favorável. Esse efeito cumulativo também vem se refletindo na diminuição da adubação da cultura da soja, ao longo dos anos. Assim, os animais sob pastejo interferem significativamente na eficiência dos nutrientes reciclados.

Essas informações permitem definir estratégias de manejo, no caso de uma propriedade rural, que favoreçam a melhor distribuição das placas de

esterco em uma área, sendo possível alcançar altas produtividades de soja em uma proporção maior da área. Recomenda-se-ia estratégias de manejo, tais como: trocar tanque de água, saleiro e cercas (tamanho do piquete) de lugar ao longo dos anos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, V.G. et al. Integrated irrigated crop-livestock systems in dry climates. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 6, p. 346-360, 2007.

ASSMANN, T.S. et al. Experiências em integração lavoura-pecuária em propriedades familiares no estado do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. 1 CD-ROM.

ASSMANN, T. S. 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.

AUGUSTINE, D.J. Long-term livestock-mediated redistribution of nitrogen and phosphorus in an East African savannah. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 40, n.1, p.137-149, 2003.

BETTERIDGE, K. et al. Urine distribution and grazing behaviour of female sheep and cattle grazing a steep New Zealand hill pasture. **Animal Production Science**, Collingwood, v. 50, n. 6, p. 624–629, 2010.

BRAZ, S.P. et al. Caracterização da distribuição espacial das fezes por bovinos em uma pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 787-794, 2003.

CARRAN, R.A.; THEOBALD, P.W. Effects of excreta return on properties of a grazed pasture soil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Bonn, v. 56, n. 2, p. 79-85, 2000.

CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S. R. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1151-1159, 2002.

CARVALHO, P. C. F. et al. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Ed.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas: Editora da ULBRA, 2005. p. 7-44.

CARVALHO, P. C. F. et al. Experiências de integração lavoura-pecuária no Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 3., 2011, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: UTFPR, 2011, p. 1-10.

CASSOL, L. C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 144 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto

Alegre, 2003.

CONTE, O. **Mobilização, atributos de solo e variabilidade espacial em integração lavoura-pecuária**. 2011. 152 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CRESSIE, N.A.C. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 900 p.

DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 88, n. 2, p. 119-127, 2002.

DURING, C.; WEEDA, W. Some effects of cattle dung on soil properties, pasture production, and nutrient uptake. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 16, n. 1, p. 423-430, 1973.

ENTZ, M.H. et al. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 2, p. 240-250, 2002.

FRANZLUEBBERS, A. J. Soil physical aspects of integrated crop-livestock. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. 1 CD-ROM.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A.; SCHOMBER, H. H. Spatial distribution of soil carbon and nitrogen pools under grazed tall fescue. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 64, n. 2, p. 635-639, 2000.

GONÇALVES, S. L.; FRANCHINI, J. C. **Integração lavoura-pecuária**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 7 p. (Circular técnica, 44).

HIRATA, M.; HIGASHIYAMA, M.; HASEGAWA, N. Diurnal pattern of excretion in grazing cattle. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 142, n. 1-3, p. 23-32, 2011.

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.

HAYNES, R. J.; WILLIAMS, P. H. Influence of stock camping behaviour on the soil microbiological and biochemical properties of grazed pastoral soils. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 28, n. 3, p. 253-258, 1999.

HAYNES, R. J.; WILLIAMS, P. H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture system. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 49, n. 1, p. 119-199, 1993.

HUMPHREYS, L. R. **Tropical forages**: their role in sustainable agriculture. New York: Longman Scientific and Technical, 1994. 414 p.

KARKI, J. B.; JHALA, Y. V.; KHANNA, P. P. Grazing lawns in Terai grasslands, Royal Bardia National Park, Nepal. **Biotropica**, Zurich, v. 32, n. 3, p. 423-429, 2000.

LOSS, A. et al. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1269-1276, 2011.

LUNARDI, R. et al. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 795-801, 2008.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, supl. especial, p.133-146, 2009.

MARCHESIN, W.A. **Dinâmica de deposição de fezes em pastagem de *Brachiaria brizantha* submetida a intensidades de pastejo**. 2005. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2005.

MCIVOR, J.G. et al. Patch dynamics in grazed subtropical native pastures in south-east Queensland. **Austral Ecology**, Carlton, v. 30, n. 4, p. 445-464, 2005.

MELLO, A. N. Degradação física dos solos sob integração agricultura-pecuária. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, Pato Branco, 2002. **Anais...** Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p. 43-60.

MOE, S. R.; WEGGE, P. Effects of deposition of deer dung on nutrient redistribution and on soil and plant nutrients on intensively grazed grasslands in lowland Nepal. **Ecological Research**, Japan, v. 23, n. 1, p. 227-234, 2008.

MOHAMED SALLEN, M. A.; FISHER, M. J. Role of ley farming in crop rotations in the tropics. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. **Proceedings...** Rockhampton, 1993. p. 2179-2187.

MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. p. 55-84.

MORAES, A. et al. Lavoura-pecuária em sistemas integrados na pequena propriedade. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 3., 1998, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: CEFET-PR, 1998. 1 CD-ROM.

MORAES, A. et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária no sub-trópico da América do Sul: exemplos do Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. CD-ROM.

MORAES, A. et al. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 1., 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco: Instituto Agrônomo do Paraná, 2002. p. 3-42.

PETERSEN, P. R.; LUCAS, H. L.; WOODHOUSE, W. W. The distribution of excreta by freely grazing cattle and its effect on pasture fertility. I. Excretal distribution. **Agronomy Journal**, Madison, v. 48, n. 10, p. 440-444, 1956.

RODRIGUES, A. M. et al. Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 990-997, 2008.

RUSSELE, M. P.; ENTZ, M. H.; FRANZLUEBBERS, A. J. Reconsidering integrated crop–livestock systems in North America. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 2, p. 325-334, 2007.

SANDINI, I. E. et al. Cultura do feijoeiro e nitrogênio: alternativas para o sistema de produção integração lavoura-pecuária. In: FERTBIO, 2008, Londrina. **Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental**. Londrina, 2008.

SANDINI, I. E. et al. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1315-1322, 2011.

SANTOS, M. E. R. et al. Características estruturais do pasto de capim-braquiária de acordo com a localização das fezes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2116-2124, 2010.

SCHIPPER, L. A.; SPARLING, G. P. Performance of soil condition indicators across taxonomic groups and land uses. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 64, n. 1, p. 300-311, 2000.

SCHNYDER, H.; LOCHER, F.; AUERSWALD, K. Nutrient redistribution by grazing cattle drives patterns of topsoil N and P stocks in a low-input pasture ecosystem. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Bonn, v. 88, n. 2, p. 183-195, 2010.

SMALL, J. A.; MCCAUGHEY, W. P. Beef cattle management in Manitoba. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 79, n. 4, p. 539-545, 1999.

SMITH, B. C. **The emergence of agriculture**. New York: Scientific American Library, 1995. 231 p.

TOBLER, W. R. Cellular geography. In: GALE, S.; OLSSON, G. (Ed.). **Philosophy in geography**. Dordrecht: Dordrecht Reidel Publishing Company, 1979. p. 379-386.

VIEIRA, S. R. et al. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ V. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 1-45. v. 2.

VILELA, L. et al. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.143-170.

WHITEHEAD, D. C. **Nutrient elements in grassland soil-plant-animal relationships**. Wallingford: CAB International, 2000. 369 p.

6. APÉNDICES

Apêndice 1. Normas em que foi escrito o capítulo II

Agriculture, Ecosystems & Environment Guide for authors

Updated Feb 20, 2012

Types of paper

1. Original papers (Regular Papers) should report the results of original research. The material should not have been published previously elsewhere, except in a preliminary form.
2. Reviews should cover a part of the subject of active current interest. They may be submitted or invited.
3. 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, etc.).
4. In the section 'Comments', short commentaries on material published in the journal are included, together with replies from author(s).
5. The section 'News and Views' offers a forum for discussion of emerging or controversial ideas, or new approaches and concepts, in all areas covered by the journal. Contributions to this section should not occupy more than 2 printed pages (about 4 manuscript pages).

Before you begin

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <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>.

Submission declaration and verification

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 in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection software iThenticate. See also <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or

Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed. *After the accepted manuscript is published in an online issue:* Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

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>). 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>). 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>.

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>.

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 article 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>.

Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

Open access

This journal offers you the option of making your article freely available to all via the ScienceDirect platform. To prevent any conflict of interest, you can only make this choice after receiving notification that your article has been accepted for publication. The fee of \$3,000 excludes taxes and other potential author fees such as color charges. In some cases, institutions and funding bodies have entered into agreement with Elsevier to meet these fees on behalf of their authors. Details of these agreements are available at <http://www.elsevier.com/fundingbodies>. Authors of accepted articles, who wish to take advantage of this option, should complete and submit the order form (available at <http://www.elsevier.com/locate/openaccessform.pdf>). Whatever access option you choose, you retain many rights as an author, including the right to post a revised personal version of your article on your own website. More information can be found here: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

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://webshop.elsevier.com/languageservices> or our customer support site at <http://support.elsevier.com> for more information.

Full Online 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. All submissions must be accompanied by a **cover letter** detailing what you are submitting. Please indicate:

- The author to whom we should address our correspondence (in the event of multiple authors, a single 'Corresponding Author' must be named)
- A contact address, telephone/fax numbers and e-mail address
- Details of any previous or concurrent submissions. Please see our Authors' Rights section for more copyright information.
- It is also useful to provide the Editor-in-Chief with any information that will support your submission (e.g. original or confirmatory data, relevance, topicality).

Referees

Authors are required to identify four persons who are qualified to serve as reviewers. Authors are requested not to suggest reviewers with whom they have a personal or professional relationship, especially if that relationship would prevent the reviewer from having an unbiased opinion of the work of the authors. A working e-mail address for each reviewer is essential for rapid review in the event that reviewer is selected from those that are identified by the authors. You may also select reviewers you do not want to review your manuscript, but please state your reason for doing so.

PREPARATION

Use of wordprocessing software

Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

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. 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>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork. 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.

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. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

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

Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

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. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**

- ***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.

Optional 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 with a caption. Supply captions separately, not attached to the graphical abstract. A caption should comprise a brief title (**not** on the graphical abstract itself). 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.

Highlights

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 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

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.

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.).

Math formulae

Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

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). **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.

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is'.

Please do not:

- Supply files that are optimised for screen use (e.g., 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

Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

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 management software

This journal has standard templates available in key reference management packages EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Using plug-ins to wordprocessing packages, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style which is described below.

Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

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, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) 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., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. 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.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect:

<http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary data

Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, highresolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Linking to and depositing data at PANGAEA

Electronic archiving of supplementary data enables readers to replicate, verify and build upon the conclusions published in your paper. We recommend that data should be deposited in the data library PANGAEA (<http://www.pangaea.de>). Data are quality controlled and archived by an editor in standard machine-readable formats and are available via Open Access. After processing, the author receives an identifier (DOI) linking to the supplements for checking. As your data sets will be citable you might want to refer to them in your article. In any case, data supplements and the article will be automatically linked as in the following example: doi:10.1016/0016-7037(95)00105-9. Please use PANGAEA's web interface to submit your data (<http://www.pangaea.de/submit/>).

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print, or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black-and-white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at

Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

<http://support.elsevier.com>.

AFTER ACCEPTANCE

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*): doi:10.1016/j.physletb.2010.09.059 When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

AUTHOR INQUIRIES

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission) please visit this journal's homepage. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You

Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

can also check our Author FAQs (<http://www.elsevier.com/authorFAQ>) and/or contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

Apêndice 2. Normas em que foi escrito o capítulo III

Crop Science

Instructions to Authors of
Manuscripts for *Crop Science* (2012)

General Requirements

Full papers must be either reports of original research, critical reviews, or interpretive articles. The journal also publishes short communications, book reviews, and letters to the editor. Submissions to *Crop Science* must not be previously published in or simultaneously submitted to any other scientific or technical journal. For the policy regarding publishing in nontechnical outlets, see *Publications Handbook and Style Manual* (ASA–CSSA–SSSA, 2004).

Scope

Crop Science is the normal channel for publication of papers in plant genetics; breeding; cytology; metabolism; physiology; ecology; turfgrass; weed science; crop quality, production, and utilization; genomics, molecular genetics and biotechnology; and plant genetic resources.

Articles reporting experimentation or research in field crops or reviews or interpretation of such research will be accepted for review as papers. For research involving controlled environments, see <https://www.crops.org/files/publications/ces-guide.pdf> for guidelines. Short articles concerned with experimental techniques, apparatus, or observation of unique phenomena will be accepted for review as short communications. Letters to the editor are welcomed and are published subject to review and approval of the editor. When letters concern previous articles, the authors will be invited to reply; letter and reply are published together.

Submission Procedures and Preparation

Full-Length Manuscripts and Reviews

All manuscripts should be submitted through the online submission tool (<http://mc.manuscriptcentral.com/crop>). Detailed instructions can be found at this site, along with instructions related to logging on to the *Crop Science* Manuscript Central system.

Creating the manuscript files. Submit the main text document in a common word processing file. LaTeX or other typeset formats are not allowed. Manuscript Central will convert your original files into PDF format; please check this PDF “proof” before submitting. Check any Greek characters and figures carefully. If you have a character conversion, fix your word processing file by embedding fonts (in Word, go to Tools/Options/“Save” tab, and check “Embed Truetype Fonts”). If there is an error in the PDF you cannot fix, mention it in the cover letter so the editors and eventually Headquarters will be aware of the problem.

On the first page, give the title, a byline with the names of all authors, an author–paper documentation footnote, a list of all nonstandard abbreviations used in the paper (standard abbreviations available on p. 22 of the style manual, <https://www.crops.org/publications/style>), and any other necessary footnotes. An abstract is required and is normally the second manuscript page. After the title page

Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo III

and abstract, the usual order of sections is an untitled introduction Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions (optional), Acknowledgments (optional), and References, followed by any figure captions and the tables. Results and Discussion may be combined and conclusions can be given at the close of the Discussion section. Start each section (including figure captions and tables) on a new page and number all pages.

Figures. Submit figures in high-resolution, individual files (one figure per file). All panels of one figure need to be in the same single file and on the same page if possible. Check your figures in the PDF proof generated by Manuscript Central, as the figures in the PDF may be used for publication. TIFF or EPS files are best for resolution (don't insert these files into a word processing document because this will reduce resolution). Width of figures should approximate desired print size, i.e., 3 ¼ inches for a one column figure, 7 inches for a two column figure. Photographs and drawings for graphs and charts should be prepared with good contrast of dark and light. Give careful attention to (which includes the literature review), the width of lines and size and clarity of type and symbols. Variables (e.g., *r*, *x*, *y*) should be italicized.

A figure caption should be brief, but sufficiently detailed to tell its own story. Specify the crop or soil involved, the major variables presented, and the place and year. Identify curves or symbols in a legend within the figure itself, not in the caption. Define abbreviations in the caption. Define symbols used in the caption or in the legend. Be sure to indicate the scale for micrographs, either in the illustration or the caption.

Tables. Prepare tables with the tables feature in your word processor; do not use tabs, spaces, or graphics boxes. Each datum needs to be contained in an individual cell. Number tables consecutively. Table heads should be brief but complete and self-contained. Define all variables and spell out all abbreviations. Tables should be placed at the end of the main text document. The *, **, and *** are always used in this order to show statistical significance at the 0.05, 0.01, and 0.001 probability levels, respectively, and cannot be used for other notes. Significance at other levels is designated by a supplemental note. Lack of significance is usually indicated by NS.

For table footnotes, use the following symbols in this order: †, ‡, §, ¶, #, ††, ‡‡, ... Cite these symbols just as you would read a table—from left to right and from top to bottom, and reading across all spanner and subheadings for one column before moving on to the next.

An exponential expression (e.g., $\times 10^{-3}$) in the units line is often necessary to keep the length of data values reasonably short. This ambiguous expression must be referenced with an explanatory note.

Title and byline. A title gives the reader a clear idea of what the article is about; it should be brief and informative. Use common names for crops and avoid abbreviations. The usual limit for titles is 10 to 12 words (not counting “and,” “of,” and similar conjunctions and prepositions). Titles in a umbered series of articles may be longer. Below the title, list the names of all authors. Place an asterisk after the name of the corresponding author (i.e., the person from whom reprints are to be requested).

Author–paper documentation. The author–paper documentation is a single paragraph. The first sentence lists the authors (without professional titles) and their complete,

Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo III

current addresses. If a paper has only one author, or if all authors are from the same department and institution, omit the names (i.e., give the address only).

The second sentence lists institutional sponsors, with the institutional article number of similar contribution acknowledgment. Add such an acknowledgment if an author has moved and using the current address leaves no other mention of the involvement of the former institution. Other information

such as granting, funding, or dissertation status may follow. End the author–paper documentation paragraph with these two statements: “Receive _____.

*Corresponding author (e-mail).” The date received will be filled in by an editor.

Abbreviations. Prepare a list in alphabetical order of abbreviations used in your article. Do not include SI units, chemical abbreviations, or most common abbreviations such as those listed in the style manual.

Footnotes. Footnotes are discouraged in text, but may be used when needed (typically for a product disclaimer). Number any footnotes consecutively.

Abstract. Abstracts are a single self-contained paragraph if no more than 1500 characters – including word spaces - for papers or 750 characters for Notes. Abstracts should contain the rationale, objectives, methods, results, and their meaning or scope of application. Be specific. Identify the crops or organisms involved, the soil type, chemicals, and other details that are pertinent to the results. Do not cite references.

Nomenclature and identification of materials. Give the complete binomial and authorities at first mention (in Abstract or text) of plants, pathogens, and insects or pests.

Citing genetic material. Authors of CSSA publications must cite plant introductions, as well as registered

cultivars, germplasm, parental lines, and genetic stocks when they are mentioned in the text of the Introduction, Discussion, or Characteristics section of research papers. Such genetic materials must also be cited when they are used to develop unreleased genetic populations that are the focus of the research paper, unless the development of the population can be cited more directly. Authors are encouraged to cite the *Journal of Plant Registrations* if possible. Other sources for citation information include the Genetic Resource Information Network (GRIN) maintained by the USDA. Registrations published in *Crop Science* and the *Journal of Plant Registrations* are indexed on the GRIN website at <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/csrlist.pl?>. A general search in GRIN is available at http://www.ars-grin.gov/npgs/acc/acc_queries.html.

Units of measure. The SI system (Système International de Unités) is required in *Crop Science*. Other units may be indicated in parentheses after the SI unit if this helps understanding or is needed for replication of the work.

References. The author–year notation system is required; do not use numbered notation. In the list, arrange references alphabetically by author. All single-author entries precede multiple-author entries for the same first author. Use chronological order only within entries with identical authorship (alphabetizing by title for same-author, same-year entries). Add a lowercase letter a, b, c, etc. to the year to identify same-year entries for text citation. Do this also for any multiple-author entries that would otherwise result in identical citations in the text.

Cover submissions. If you have any images which highlight your paper, you may submit them along with your paper in the Manuscript Central system. Please be sure to

Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo III

label as “image” (not “figure”). Cover images need to be at least 300 dpi at actual size; further electronic image specifics can be found at <https://www.crops.org/publications/style>. Otherwise, a slide or glossy print provides high resolution and can be submitted directly to the Headquarters office on acceptance of your manuscript (attn:Managing Editor, *Crop Science*, 5585 Guilford Rd., Madison,WI 53711). Be sure to label it with the manuscript number and title and provide a descriptive caption and photo credit which will aid in the selection process. Also, please be aware that even if your image is not chosen for publication as the cover, images submitted to *Crop Science* may be used in other Society publications.

Supplemental materials. If you wish to include supplemental materials, you need to include these files with your submission. Please label the file as “Supplemental File” when you upload.

Revisions. All revisions to the manuscript during the review process will be made by the author only, and revisions will be given the same manuscript number, with an R number on the end (e.g., CROP-2006–04–0017-ORA.R1). Each revision has the opportunity for another round of review—the manuscript status “awaiting reviewer selection” is automatic and does not indicate a resubmission.

Notice for Word 2007 users: If you have equations, they must be composed using the Microsoft Equation 3.0 editor found under INSERT OBJECT, or with another MathML format such as MathType.

Do not use INSERT EQUATION, which creates images (when converted) that cannot be used for typesetting. Regrettably, we will need to return any files created with Word 2007 that contain equations created with INSERT EQUATION to the authors for resetting.

Publication Charges and Length of Manuscript

Full-length manuscripts accepted for publication in *Crop Science* are assessed a publication charge of \$450 for members and \$700 for nonmembers for the first seven pages; a charge of \$70 per page after seven pages is also assessed. Authors are charged \$20 per illustration, \$20 per table, and \$250 per page of color.

<https://www.crops.org/membership>.

Open access option. Authors have the option of paying an additional \$800 fee, above the usual publication charge, to make the article open access (freely available without subscription) at the time of publication on the *Crop Science* Web site (<https://www.crops.org/publications/cs>). Authors may not post their articles to other Web sites; they may only post the title, authors, and abstract, and include a link to the article on the *Crop Science* site. If you would like the open access option, inform the managing editor of the journal before the issue goes to press.

Plagiarism and Duplication

Upon submission, papers are screened for plagiarism using specialized software. If significant duplication is found, the paper will be forwarded to the journal editor for evaluation.

Accepted Manuscripts

Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo III

When your manuscript is accepted, you will receive notification from your technical or associate editor, and the accepted files (word processing, PDF, and figure files in any format) will automatically be sent to Headquarters. You will hear from Headquarters on receipt of your files. A hard copy is no longer required; the figure files submitted will be used for press.

Reference Examples

- Lewis, J.M., L. Siler, E. Souza, P.K.W. Ng, Y. Dong, G. Brown-Guedira, G.-L. Jiang, and R.W. Ward. 2010. Registration of ‘Ambassador’ wheat. *J. Plant Reg.* 4:195–204.
- USDA-ARS National Genetic Resources Program. 1993. Germplasm Resources Information Network (GRIN) database. *Festuca arundinacea* Schreb. POACEAE ‘Maximize’. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD. <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/acc/display.pl?1444051> (accessed 18 Jan. 2012).
- ASA–CSSA–SSSA. 2004. Publications handbook and style manual. 3rd ed. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. <https://www.crops.org/publications/style/> (accessed 18 Jan. 2012).
- Crop Science Society of America, Terminology Committee. 1992. Glossary of crop science terms. CSSA, Madison, WI. <http://www.crops.org/cropgloss/>
- USDA-ARS National Genetic Resources Program. 2005. Germplasm Resources Information Network (GRIN) database. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, MD. http://www.ars-grin.gov/npgs/acc/acc_queries.html (accessed 18 Jan. 2012).
- USDA-NRCS Soil Survey Division. 2005. USDA-NRCS Official Soil Series Descriptions. USDA-NRCS. <http://soils.usda.gov/technical/classification/osd/> (accessed 18 Jan. 2012).

Apêndice 3. Input de dados da área e peso individual das placas de esterco (m²) – Capítulo II.

```

data a1;
input AVALIACAO TRAT REP AREAfezes PESOfezes;
datalines;
4 10 1 0.0393 .
4 10 2 0.0429 .
4 10 3 0.0452 .
4 10 4 0.0314 .
4 10 5 0.0330 .
4 10 6 0.0373 .
4 10 7 0.0361 .
4 10 8 0.0530 .
4 10 9 0.0363 .
4 10 10 0.0240 .
4 20 1 0.0343 .
4 20 2 0.0467 .
4 20 3 0.0280 .
4 20 4 0.0424 .
4 20 5 0.0361 .
4 20 6 0.0334 .
4 20 7 0.0361 .
4 20 8 0.0320 .
4 20 9 0.0271 .
4 20 10 0.0358 .
4 30 1 0.0346 .
4 30 2 0.0251 .
4 30 3 0.0397 .
4 30 4 0.0377 .
4 30 5 0.0547 .
4 30 6 0.0432 .
4 30 7 0.0490 .
4 30 8 0.0276 .
4 30 9 0.0393 .
4 30 10 0.0297 .
4 40 1 0.0424 .
4 40 2 0.0550 .
4 40 3 0.0325 .
4 40 4 0.0280 .
4 40 5 0.0346 .
4 40 6 0.0363 .
4 40 7 0.0297 .
4 40 8 0.0283 .
4 40 9 0.0471 .
4 40 10 0.0565 .
5 10 1 0.0346 742
5 10 2 0.0346 686
5 10 3 0.0470 516
5 10 4 0.0328 1210
5 10 5 0.0297 1060
5 10 6 0.0412 1232
5 10 7 0.0343 566
5 10 8 0.0251 758
5 10 9 0.0449 982
5 10 10 0.0449 1414
5 20 1 0.0429 1160
5 20 2 0.0343 732

```

5	20	3	0.0470	736
5	20	4	0.0408	728
5	20	5	0.0616	1296
5	20	6	0.0361	1676
5	20	7	0.0368	1034
5	20	8	0.0379	1676
5	20	9	0.0410	1150
5	20	10	0.0276	504
5	30	1	0.0251	502
5	30	2	0.0377	1250
5	30	3	0.0283	624
5	30	4	0.0181	408
5	30	5	0.0377	1282
5	30	6	0.0289	914
5	30	7	0.0214	478
5	30	8	0.0361	378
5	30	9	0.0403	1120
5	30	10	0.0307	592
5	40	1	0.0424	936
5	40	2	0.0596	1600
5	40	3	0.0471	734
5	40	4	0.0440	1636
5	40	5	0.0160	436
5	40	6	0.0393	2214
5	40	7	0.0184	716
5	40	8	0.0452	1742
5	40	9	0.0259	822
5	40	10	0.0403	964
6	10	1	0.0380	1168
6	10	2	0.0346	1054
6	10	3	0.0524	1448
6	10	4	0.0429	1006
6	10	5	0.0509	668
6	10	6	0.0434	1766
6	10	7	0.0397	1122
6	10	8	0.0311	1058
6	10	9	0.0377	1302
6	10	10	0.0330	1116
6	20	1	0.0397	1220
6	20	2	0.0346	940
6	20	3	0.0242	338
6	20	4	0.0276	552
6	20	5	0.0382	1302
6	20	6	0.0236	386
6	20	7	0.0518	1502
6	20	8	0.0434	1194
6	20	9	0.0488	1372
6	20	10	0.0373	1334
6	30	1	0.0347	1132
6	30	2	0.0325	992
6	30	3	0.0353	1174
6	30	4	0.0528	1708
6	30	5	0.0553	1588
6	30	6	0.0298	674
6	30	7	0.0415	1626
6	30	8	0.0518	2490
6	30	9	0.0393	1844
6	30	10	0.0518	1842
6	40	1	0.0328	1758

6	40	2	0.0470	1656
6	40	3	0.0452	1776
6	40	4	0.0524	1682
6	40	5	0.0358	1144
6	40	6	0.0488	2032
6	40	7	0.0325	708
6	40	8	0.0361	952
6	40	9	0.0298	438
6	40	10	0.0509	1448

;

Apêndice 4. Input de dados do número de placas de esterco totais por amostragem, intervalo entre avaliações, número de placas de esterco por animal por dia e porcentagem da área ocupada por placas de esterco – Capítulo II.

```

data a1;
input TRAT aval Nfetot Inter Nfean areaoc;
datalines;
10 1 746 21 5.074 0.315622977
10 2 810 17 6.411 0.342700551
10 3 601 14 10.543 0.254275347
10 4 580 23 8.405 0.245390518
10 5 360 20 6 0.152311356
10 6 440 19 7.719 0.186158324
20 1 1483 27 9.154 .
20 2 419 12 8.729 0.119340831
20 3 571 14 12.413 0.162633925
20 4 548 23 7.942 0.156082996
20 5 318 20 5.3 0.090573709
20 6 566 19 9.929 0.16120981
30 1 1326 23 11.53 .
30 2 524 12 3.833 0.120335564
30 3 626 21 9.936 0.143759662
30 4 583 25 7.733 0.133884797
30 5 301 17 5.901 0.069124055
30 6 374 20 6.233 0.085888361
40 1 462 20 5.775 0.082118243
40 2 380 14 7.6 0.067543144
40 3 469 17 9.196 0.083362459
40 4 527 24 7.319 0.093671676
40 5 377 23 5.463 0.067009909
40 6 252 20 4.2 0.0447918
;

```

Apêndice 5. Input de dados do rendimento (kg ha⁻¹), número de plantas por área (n^o m⁻²), número de legumes por planta, peso de 1000 grãos (g) e número de grãos por legume – Capítulo III.

```

data a1;
input Concentracao $      tratamento Rep      Rendimento plantasm2
legumesplanta legumesm2 peso1000grao graosleg;
datalines;
s      10      1      1      3565.81      45.43 33.00 1499.26 151.50      1.94
s      10      1      2      4066.77      39.01 46.70 1821.88 147.50      1.80
s      10      1      3      .            22.72 28.30 642.86  134.90      2.04
s      10      2      4      4377.18      36.05 43.00 1550.12 149.60      1.81
n      10      2      1      4059.45      38.52 52.60 2026.07 158.50      1.73
n      10      1      2      3062.07      .      33.10 .      139.70      1.83
n      10      2      3      3137.76      44.44 33.80 1502.22 137.70      1.90
n      10      1      4      3509.74      40.49 38.50 1559.01 153.20      1.72
n      10      1      5      3863.41      .      36.60 .      151.80      2.08
n      10      1      6      3592.50      35.56 44.30 1575.11 151.40      1.83
s      20      1      1      3513.82      36.05 35.10 1265.33 155.50      1.98
s      20      1      2      4194.17      40.99 41.50 1700.99 159.80      1.93
s      20      1      3      2601.53      25.68 53.50 1373.83 149.50      1.96
s      20      1      4      4301.27      37.53 34.80 1306.07 161.30      2.21
s      20      2      5      3406.86      38.02 33.10 1258.62 139.10      1.93
n      20      2      1      3283.90      38.02 34.10 1296.64 132.80      2.02
n      20      2      2      2992.14      35.06 33.00 1157.04 146.80      2.02
n      20      1      3      3323.86      34.57 39.30 1358.52 147.70      2.06
n      20      1      4      .            39.51 24.00 948.15  147.20      2.04
n      20      1      5      3441.87      42.96 26.30 1129.93 146.10      2.04
n      20      1      6      .            43.46 38.20 1660.05 156.90      2.00
s      30      1      1      3419.70      41.48 31.00 1285.93 142.40      1.98
s      30      2      2      5730.45      45.43 41.90 1903.60 137.00      1.91
s      30      1      3      3669.46      38.52 38.80 1494.52 145.30      1.94
n      30      1      1      3417.67      41.98 30.00 1259.26 159.90      1.95
n      30      1      2      3354.84      42.47 34.10 1448.20 147.90      2.01
n      30      1      3      3291.75      38.02 29.90 1136.94 152.80      1.91
n      30      1      4      3107.23      35.56 30.60 1088.00 146.70      1.96
n      30      1      5      3132.57      34.57 33.40 1154.57 149.30      2.06
n      30      2      6      2678.60      39.51 47.40 1872.59 141.40      1.55
s      40      1      1      5263.48      23.21 87.90 2040.15 146.10      2.09
s      40      2      2      4146.15      42.96 60.60 2603.56 137.50      2.03
s      40      1      3      4137.52      40.00 50.70 2028.00 143.90      1.86
s      40      2      4      4019.94      40.49 45.30 1834.37 140.60      1.89
s      40      2      5      2951.35      33.58 37.20 1249.19 147.00      1.92
n      40      2      1      .            .      33.40 1467.95 142.90      2.04
n      40      2      2      2905.26      39.01 31.50 1228.89 147.10      1.85
n      40      2      3      4169.65      36.05 40.10 1445.58 146.10      1.94
n      40      2      4      3419.71      35.06 38.90 1363.90 138.90      1.99
n      40      2      5      3323.81      32.59 42.90 1398.22 143.40      1.90
n      40      1      6      2918.00      .      30.50 .      142.30      2.02
;

```

Apêndice 6. Input de dados da população inicial e final de plantas ($(n^{\circ} m^{-2})$, altura da planta (cm), produção de massa seca da parte aérea ($kg ha^{-1}$) – Capítulo III.

data al;

input Concentracao \$ TRATAMENTO Rep Populacaodeplantasi
Populacaodeplantasf ALTURA1 ALTURA2 MS1 MS2 altreal
datalines;

s	40	1	22.22	23.21	16.9	33.2	788.44	1255.11
s	40	2	42.96	42.96	26.4	53.5	1169.45	1792.41
s	40	3	39.51	40.00	30.3	59	1419.06	1988.74
s	40	4	39.51	40.49	25.2	51.9	971.85	2726.72
s	40	5	33.58	33.58	24	47.4	869.06	1275.38
n	40	1	.	.	30.7	57.1	1064.34	1274
n	40	2	37.53	39.01	30.7	53.8	1216	1802.98
n	40	3	34.57	36.05	23.3	49.1	.	.
n	40	4	34.07	35.06	25.1	50.7	1101.96	1628.06
n	40	5	33.58	32.59	25.2	53	1519.84	2509.12
n	40	6	.	.	22.4	39	1048.65	1207.31
s	30	2	40.99	41.48	23.6	43.7	963.21	1763.29
s	30	3	45.43	45.43	35.2	68.1	1929.96	3752.69
s	30	4	39.51	38.52	22.5	42.8	827.26	1914.47
n	30	1	42.47	41.98	27.2	50.6	1280.02	2732.46
n	30	2	41.48	42.47	23.5	43	1266.84	2237.51
n	30	3	38.52	38.02	26.6	50.8	1676.33	2547.61
n	30	4	35.56	35.56	21.5	39.8	906.67	2097.78
n	30	5	37.04	34.57	25	45.2	1020.74	2205.19
n	30	6	41.98	39.51	26	47	1218.96	1945.14
s	10	1	46.42	45.43	33.8	56.9	1710.1	2630.14
s	10	2	37.04	39.01	26.5	48.8	1403.7	2652.59
s	10	3	27.16	22.72	21.8	36.9	594.81	684.44
s	10	4	38.02	36.05	35.9	66.9	1622.89	3009.27
n	10	5	38.52	38.52	35	67.4	2232.53	3039.88
n	10	1	.	.	32.6	60	.	.
n	10	2	48.4	44.44	33.7	62.5	2003.56	2887.25
n	10	3	39.51	40.49	29.3	52.6	1227.06	2695.9
n	10	4	.	.	24.4	44.4	1433.22	2467.4
n	10	5	39.01	35.56	28.4	51.4	1138.38	2980.54
s	20	6	38.02	36.05	25.1	46.4	1209.19	1790.96
s	20	1	40.49	40.99	27.4	52.6	1394.61	2946.33
s	20	2	29.14	25.68	28.5	45.3	608.36	3241.07
s	20	3	40.99	37.53	26.2	55.9	2283.83	4001.21
s	20	4	42.47	38.02	35.1	63.5	1399.78	2328.16
n	20	5	38.52	38.02	34.7	54.9	1152.47	2492.15
n	20	1	33.58	35.06	32.8	58.6	1618.57	2097.42
n	20	2	34.57	34.57	29	50.6	1442.17	1590.81
n	20	3	39.51	39.51	25.1	45	1186.77	1868.64
n	20	4	42.96	42.96	29.1	55.3	1500.27	2680.89
n	20	5	51.85	43.46	27.6	52.4	1798.22	4082.81

;

Apêndice 7. Input de dados dos teores de N, P e K na planta (g kg⁻¹) – Capítulo III.

```

data a1;
input Concentracao $ TRATAMENTO Rep avaliacao P K N;
datalines;
s 40 1 1 2.02 24.36 36.71
s 40 2 1 2.20 33.37 41.91
s 40 3 1 1.90 32.31 38.27
s 40 4 1 2.54 24.89 38.97
s 40 5 1 2.13 21.72 39.31
n 40 1 1 1.64 28.60 31.52
n 40 2 1 1.53 22.78 39.31
n 40 3 1 2.05 20.13 32.90
n 40 4 1 1.96 25.42 29.96
n 40 5 1 2.49 30.72 39.31
n 40 6 1 1.93 29.66 32.73
s 30 2 1 1.32 29.66 33.60
s 30 3 1 2.75 20.66 33.94
s 30 4 1 2.45 34.96 34.81
n 30 1 1 2.70 23.31 28.75
n 30 2 1 1.96 14.83 37.58
n 30 3 1 2.12 11.65 36.19
n 30 4 1 1.38 14.30 28.92
n 30 5 1 1.45 20.13 30.83
n 30 6 1 1.30 16.42 30.48
s 10 1 1 1.73 33.37 33.25
s 10 2 1 1.72 37.08 32.73
s 10 3 1 1.80 33.37 32.90
s 10 4 1 1.78 18.01 35.50
n 10 1 1 2.08 19.60 34.64
n 10 2 1 1.65 . 35.50
n 10 3 1 1.40 17.48 37.06
n 10 4 1 1.53 12.18 29.09
n 10 5 1 1.49 12.71 29.79
n 10 6 1 1.37 10.06 31.35
s 20 1 1 1.57 33.90 30.48
s 20 2 1 1.52 16.95 32.21
s 20 3 1 1.17 29.13 30.48
s 20 4 1 1.98 32.31 46.07
s 20 5 1 1.41 13.24 35.50
n 20 1 1 1.54 10.59 36.89
n 20 2 1 1.04 16.42 26.32
n 20 3 1 1.25 13.77 32.04
n 20 4 1 1.69 24.36 38.79
n 20 5 1 1.90 20.66 35.33
n 20 6 1 1.68 20.66 32.73
s 40 1 2 2.61 35.49 38.10
s 40 2 2 1.41 27.01 24.76
s 40 3 2 1.88 29.66 30.48
s 40 4 2 1.68 21.19 30.65
s 40 5 2 2.08 21.19 33.60
n 40 1 2 1.57 21.72 31.87
n 40 2 2 1.26 22.25 31.87
n 40 3 2 1.44 20.66 28.92
n 40 4 2 1.41 23.84 26.50
n 40 5 2 1.97 24.36 32.04
n 40 6 2 1.18 19.07 29.27

```


s	30	2	2	1.69	29.13	32.56
s	30	3	2	2.18	15.89	27.36
s	30	4	2	1.74	30.72	34.29
n	30	1	2	1.44	21.72	27.88
n	30	2	2	1.54	11.12	29.96
n	30	3	2	1.34	12.71	30.48
n	30	4	2	1.16	22.78	27.02
n	30	5	2	1.73	20.13	25.80
n	30	6	2	1.05	17.48	28.75
s	10	1	2	1.64	26.48	40.35
s	10	2	2	1.29	24.36	29.79
s	10	3	2	.	28.07	34.81
s	10	4	2	1.14	22.25	25.28
n	10	1	2	2.14	13.24	31.35
n	10	2	2	1.48	11.65	32.21
n	10	3	2	1.02	14.83	.
n	10	4	2	1.28	21.19	28.23
n	10	5	2	1.34	14.30	24.25
n	10	6	2	1.25	14.30	27.36
s	20	1	2	1.41	25.95	33.08
s	20	2	2	1.65	22.78	29.61
s	20	3	2	1.74	33.37	30.31
s	20	4	2	1.80	30.19	33.77
s	20	5	2	1.24	18.54	24.25
n	20	1	2	1.21	.	27.02
n	20	2	2	1.41	24.36	38.45
n	20	3	2	1.38	13.77	30.31
n	20	4	2	1.46	14.30	30.13
n	20	5	2	.	19.60	26.84
n	20	6	2	1.80	21.72	28.57

;

Apêndice 8. Entrada de dados de altura do pasto, altura final da planta de soja (cm), massa seca final da parte aérea (kg ha⁻¹), população final de plantas (m²), número de legumes por planta, peso de 1000 grãos (g), número de grãos por legumes, rendimento de grãos (kg ha⁻¹), teor de P no solo (mg dm⁻³), teor de K no solo (mg dm⁻³), teor de P na planta (g kg⁻¹), teor de K na planta (g kg⁻¹) e teor de N na planta (g kg⁻¹), para a Análise de trilha – Capítulo III.

Conc	Trat	Rep	Altura	MS	Plantasm ²	Legumesplanta	peso1000
s	10	1	56.90	2630.14	45.43	33.00	151.50
s	10	2	48.80	2652.59	39.01	46.70	147.50
s	10	3	36.90	684.44	22.72	28.30	134.90
s	10	4	66.90	3009.27	36.05	43.00	149.60
n	10	5	67.40	3039.88	38.52	52.60	158.50
n	10	1	60.00	.	.	33.10	139.70
n	10	2	62.50	2887.25	44.44	33.80	137.70
n	10	3	52.60	2695.90	40.49	38.50	153.20
n	10	4	44.40	2467.40	.	36.60	151.80
n	10	5	51.40	2980.54	35.56	44.30	151.40
s	20	6	46.40	1790.96	36.05	35.10	155.50
s	20	1	52.60	2946.33	40.99	41.50	159.80
s	20	2	45.30	3241.07	25.68	53.50	149.50
s	20	3	55.90	4001.21	37.53	34.80	161.30
s	20	4	63.50	2328.16	38.02	33.10	139.10
n	20	5	54.90	2492.15	38.02	34.10	132.80
n	20	1	58.60	2097.42	35.06	33.00	146.80
n	20	2	50.60	1590.81	34.57	39.30	147.70
n	20	3	45.00	1868.64	39.51	24.00	147.20
n	20	4	55.30	2680.89	42.96	26.30	146.10
n	20	5	52.40	4082.81	43.46	38.20	156.90
s	20	1
s	30	2	43.70	1763.29	41.48	31.00	142.40
s	30	3	68.10	3752.69	45.43	41.90	137.00
s	30	4	42.80	1914.47	38.52	38.80	145.30
n	30	1	50.60	2732.46	41.98	30.00	159.90
n	30	2	43.00	2237.51	42.47	34.10	147.90
n	30	3	50.80	2547.61	38.02	29.90	152.80
n	30	4	39.80	2097.78	35.56	30.60	146.70
n	30	5	45.20	2205.19	34.57	33.40	149.30
n	30	6	47.00	1945.14	39.51	47.40	141.40
s	40	1	33.20	1255.11	23.21	87.90	146.10
s	40	2	53.50	1792.41	42.96	60.60	137.50

s	40	3	59.00	1988.74	40.00	50.70	143.90
s	40	4	51.90	2726.72	40.49	45.30	140.60
s	40	5	47.40	1275.38	33.58	37.20	147.00
n	40	1	57.10	1274.00	.	33.40	142.90
n	40	2	53.80	1802.98	39.01	31.50	147.10
n	40	3	49.10	.	36.05	40.10	146.10
n	40	4	50.70	1628.06	35.06	38.90	138.90
n	40	5	53.00	2509.12	32.59	42.90	143.40
n	40	6	39.00	1207.31	.	30.50	142.30

Continuação...

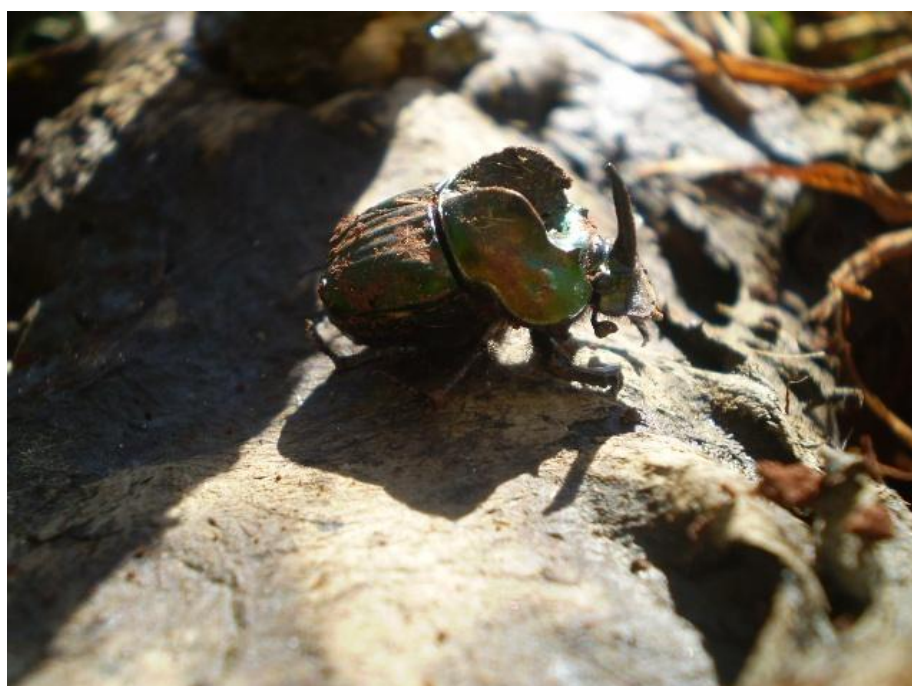
Nºgrãoslegumes	Rendimento	Psolo	Ksolo	Pplanta	Kplanta	Nplanta
1.94	3565.81	18.00	390.00	1.64	26.48	40.35
1.80	4066.77	25.00	731.00	1.29	24.36	29.79
2.04	.	12.00	601.00	.	28.07	34.81
1.81	4377.18	7.00	209.00	1.14	22.25	25.28
1.73	4059.45	9.40	224.00	2.14	13.24	31.35
1.83	3062.07	6.70	212.00	1.48	11.65	32.21
1.90	3137.76	7.30	194.00	1.02	14.83	.
1.72	3509.74	9.80	189.00	1.28	21.19	28.23
2.08	3863.41	14.00	129.00	1.34	14.30	24.25
1.83	3592.50	8.60	149.00	1.25	14.30	27.36
1.98	3513.82	10.00	510.00	1.41	25.95	33.08
1.93	4194.17	13.00	496.00	1.65	22.78	29.61
1.96	2601.53	12.00	767.00	1.74	33.37	30.31
2.21	4301.27	10.00	498.00	1.80	30.19	33.77
1.93	3406.86	6.70	153.00	1.24	18.54	24.25
2.02	3283.90	9.30	162.00	1.21	.	27.02
2.02	2992.14	9.60	292.00	1.41	24.36	38.45
2.06	3323.86	9.50	141.00	1.38	13.77	30.31
2.04	.	9.10	166.00	1.46	14.30	30.13
2.04	3441.87	9.80	364.00	.	19.60	26.84
2.00	.	9.90	295.00	1.80	21.72	28.57
.	.	8.40	758.00	.	.	.
1.98	3419.70	7.80	434.00	1.69	29.13	32.56
1.91	5730.45	12.00	243.00	2.18	15.89	27.36
1.94	3669.46	9.60	220.00	1.74	30.72	34.29
1.95	3417.67	6.80	203.00	1.44	21.72	27.88
2.01	3354.84	5.80	105.00	1.54	11.12	29.96
1.91	3291.75	7.60	89.00	1.34	12.71	30.48

1.96	3107.23	8.60	203.00	1.16	22.78	27.02
2.06	3132.57	5.60	224.00	1.73	20.13	25.80
1.55	2678.60	4.80	144.00	1.05	17.48	28.75
2.09	5263.48	7.90	252.00	2.61	35.49	38.10
2.03	4146.15	6.90	381.00	1.41	27.01	24.76
1.86	4137.52	9.10	449.00	1.88	29.66	30.48
1.89	4019.94	7.80	440.00	1.68	21.19	30.65
1.92	2951.35	12.00	232.00	2.08	21.19	33.60
2.04	.	7.40	183.00	1.57	21.72	31.87
1.85	2905.26	7.40	162.00	1.26	22.25	31.87
1.94	4169.65	6.50	204.00	1.44	20.66	28.92
1.99	3419.71	8.30	254.00	1.41	23.84	26.50
1.90	3323.81	6.80	295.00	1.97	24.36	32.04
2.02	2918.00	5.40	238.00	1.18	19.07	29.27

Apêndice 9. Equipamentos usados para a localização das placas de esterco.



Apêndice 10. Placas de esterco em estado de desintegração, pela presença de besouros coprófagos.



Apêndice 11. Parcelas na lavoura de soja com presença de placas de esterco e visão geral do experimento.



7. VITA

Francine Damian da Silva é filha de José L. Fortes da Silva e Laura Jane Fava Damian, nasceu em 05 de novembro de 1985 no município de Santiago, Rio Grande do Sul. Coursou o ensino fundamental e ensino médio na escola estadual Apolinário Porto Alegre, na cidade de Santiago, sendo o ensino médio finalizado no ano de 2002.

Em 2005 ingressou no Curso de graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus Santiago. Durante o curso de graduação, foi bolsista pela instituição na área de Forragicultura de 2007 a 2009. Realizou estágio de graduação na Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus Jaboticabal, na área de Forragicultura. Concluiu a Faculdade de Engenharia Agrícola em dezembro de 2009. Em 2010 ingressou no curso de Mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de concentração Plantas Forrageiras, com bolsa pelo CNPq.