

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

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E RENDIMENTO DE SOJA EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA EM FUNÇÃO DE ESPAÇAMENTO
ENTRE FILEIRAS, MÉTODOS E INTENSIDADES DE PASTEJO

ROBSON LUNARDI
Engenheiro Agrônomo – UFPEL

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

Porto Alegre (RS), Brasil
Junho de 2005

AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos a UFRGS, aos Departamentos de Solos e de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, em especial ao Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo, aos colegas de pós-graduação, bolsistas de iniciação científica e voluntários, sem os quais não teríamos conseguido realizar este trabalho.

Agradecemos também à Agropecuária Cerro Coroadó pelo apoio à realização dessa pesquisa.

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E RENDIMENTO DE SOJA EM
SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA EM FUNÇÃO DE
ESPAÇAMENTO ENTRE FILEIRAS, MÉTODOS E INTENSIDADES DE
PASTEJO¹.

Autor: Robson Lunardi

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

Co-orientador : Carlos Ricardo Trein

RESUMO

A integração lavoura pecuária é um sistema que tem potencial de otimizar o uso da terra e aumentar a rentabilidade das propriedades agrícolas. Estudou-se esse sistema na EEA-UFRGS entre 2003/2004, procurando-se avaliar o efeito do manejo do pasto sobre as propriedades físicas do solo e o rendimento da soja. O sistema em estudo constou de uma pastagem de azevém, que foi utilizada para terminação de cordeiros, tendo uma lavoura de soja em sucessão. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em um fatorial com duas intensidades de pastejo, intermediária e alta (oferta de forragem de 5,0 e 2,5 vezes o consumo potencial em cordeiros), dois métodos de pastejo, contínuo e rotacionado, e dois espaçamentos de soja, 20 e 40 cm, com quatro repetições. Uma área foi adicionada como sendo uma testemunha sem pastejo. Avaliaram-se parâmetros relacionados a atributos físicos do solo e ao rendimento da soja. Os resultados indicaram que o método de pastejo não afeta a resistência do solo à penetração, a densidade do solo e a macroporosidade. A intensidade de pastejo também não afetou os atributos físicos do solo. Não houve efeito do método de pastejo sobre o rendimento da soja, tampouco efeito de espaçamento. Houve diminuição do rendimento na maior intensidade de pastejo. Áreas sem pastejo produziram menos soja que áreas onde houve pastejo com baixa intensidade. Concluiu-se que a intensidade de pastejo, e não o método, seja a variável fundamental de manejo para sistemas integrados.

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, (143p.) Junho, 2005.

SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES AND SOYBEAN YIELD IN
AN ANIMAL – CROP ROTATION SYSTEM ACCORDING TO THE ROW SPACE,
GRAZING METHODS AND GRAZING INTENSITIES¹.

Author: Robson Lunardi
Adviser: Paulo César de Faccio Carvalho
Co-adviser: Carlos Ricardo Trein

ABSTRACT

Animal-crop rotation systems can potentially optimize land use and increase the profitability of farms. This system was evaluated at EEA/UFRGS in 2003 and 2004, evaluating the effects of grassland management upon soil physical characteristics and soybean yield. The evaluated system was ryegrass grazed by lambs followed by soybean crop. The experimental design was a randomized complete block arranged in a factorial with two grazing intensities, low and moderate (herbage allowance of 5.0 and 2.5 times the potential lamb intake), two grazing methods, continuous and rotational, and two soybean spacing, 20 and 40 cm, with four replicates. An area was added as no grazing paddocks. Soil physical attributes and soybean yield were evaluated. The results indicated grazing method did not affect soil resistance to penetration, soil density and macroporosity. Grazing intensity did not affect soil physical attributes as well. Soybean yield was not affected by grazing method, nor by spacing. Moderate grazing intensity did decrease soybean yield. Areas without grazing yielded lesser than areas managed with low grazing intensity. It was concluded that grazing intensity, and not grazing method, is essential to managed integrated rotation systems.

¹ Master of Science dissertation in Forage Science, Faculty of Agronomy, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, (143p.) June, 2005.

SUMÁRIO

CAPITULO 1 – Introdução e revisão bibliográfica.....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Revisão bibliográfica.....	2
1.2.1 Conceitos e vantagens da integração lavoura pecuária.....	2
1.2.2 Efeito da presença do animal em sistemas integrados.....	4
1.3 Hipóteses do estudo.....	10
1.4 Referências Bibliográficas.....	12
CAPÍTULO 2 - Atributos físicos do solo em um sistema de integração lavoura pecuária: impacto de intensidades e métodos de pastejo aplicados na pastagem.....	16
CAPÍTULO 3 - Rendimento de soja em um sistema de integração lavoura pecuária: impacto de intensidades e métodos de pastejo aplicados na pastagem e de espaçamentos aplicados à soja.....	35
CAPÍTULO 4 – Considerações finais.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
APÊNDICES.....	67

RELAÇÃO DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Infiltração de água no solo (mm h^{-1}), índice de cone (MPa) de 0-10 cm e de 10-20 cm de profundidade, densidade do solo (Mg m^{-3}) e macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) nas camadas de 0-2,5 e 2,5-5,0 cm de profundidade de um Argissolo Vermelho Distrófico manejado em sistema de integração lavoura pecuária, com diferentes intensidades e métodos de pastejo, em três períodos (1= antes do pastejo, 2= após pastejo e 3= após soja). EEA-UFRGS-2003/04.....32

Tabela 2. Massa residual de raízes de azevém (kg de MS ha^{-1}) em um Argissolo Vermelho Distrófico manejado em sistema de integração lavoura pecuária, com diferentes intensidades e métodos de pastejo. EEA-UFRGS, 2003/04.....33

Tabela 3. Índice de cone (MPa), densidade do solo (Mg. m^{-3}) e macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) nas camadas de 0-2,5 e 2,5-5,0 cm de um Argissolo Vermelho Distrófico manejado em sistema de integração lavoura pecuária em três períodos: antes do pastejo, após pastejo e após soja. EEA-UFRGS, 2003/04.....34

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Massa de forragem residual (kg de MS ha^{-1}) nas diferentes intensidades de pastejo de um pasto de azevém no sistema de integração lavoura pecuária. EEA/UFRGS safra 2003/04.....49

Tabela 2. Produção de grãos de soja (kg ha^{-1}) nas diferentes intensidades de pastejo num sistema de integração lavoura pecuária. EEA/UFRGS, safra 2003/04.....50

Tabela 3. Estande de soja (plantas ha^{-1}) nos diferentes espaçamentos (20 e 40 cm) entre fileiras em semeadura direta num sistema de integração lavoura pecuária. EEA/UFRGS, safra 2003/04.....51

Tabela 4. Número de legumes por planta de soja nos diferentes métodos de e intensidades de pastejo num sistema de integração lavoura pecuária. EEA/UFRGS, safra 2003/04.....52

Tabela 5. Peso de 1000 grãos de soja (g) nos diferentes tratamentos impostos à pastagem de azevém num sistema de integração lavoura pecuária. EEA/ UFRGS, safra 2003/04.....53

Tabela 6. Matéria seca de plantas indesejáveis (g m⁻²) na soja nos diferentes métodos e intensidades de pastejo num sistema de integração lavoura pecuária. EEA/UFRGS, safra 2003/04.....54

CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Introdução

A área cultivada anualmente no estado do Rio Grande do Sul com soja é de aproximadamente 4,0 milhões de hectares e a de milho é estimada em torno de 1,2 milhões de hectares (Conab, 2005). Nos últimos anos a área semeada com cereais de inverno tem sido de aproximadamente 1,2 milhão de hectares, ou seja, 23 % da área cultivada no verão com soja e milho. O restante da área, 4,0 milhões de hectares, fica praticamente sem renda durante o período de inverno, sendo cultivado geralmente com plantas forrageiras para cobertura de solo e formação da palhada para o sistema de semeadura direta no verão. Portanto, há um grande potencial para produção animal em pastagens de inverno, em sistema de integração lavoura pecuária.

O sistema de integração lavoura pecuária permite alternativas de rotações de culturas e sistemas de produção possibilitando, com isso, a intensificação do uso da terra, aumentando a sustentabilidade dos sistemas de produção e melhorando a rentabilidade por meio da introdução do cultivo de pastagens anuais.

No que diz respeito à pequena propriedade, o estudo de alternativas de integração para situações de pequena escala espacial são raras. A exploração de pecuária de leite tem sido apresentada como uma alternativa (vide Moraes et al., 1998). Uma outra poderia vir a ser a ovinocultura de corte, cuja atividade está em alta, com elevadas rentabilidades em relação à pecuária bovina e cujo perfil se encaixa perfeitamente à pequena propriedade e à agricultura familiar.

Feito essas considerações, justifica-se o tema central deste trabalho, cujos objetivos gerais são os de se estudar um modelo de integração lavoura pecuária onde a produção de soja e a terminação de cordeiros são associadas em rotação. Como objetivos específicos propuseram-se:

- Determinar a influência do manejo da pastagem, em particular da intensidade e do método de pastejo empregado, nas características físicas de solo e no rendimento da cultura da soja subsequente.

- Avaliar o efeito do espaçamento linear de soja e sua influência no rendimento de grãos, quando de um sistema de integração lavoura pecuária.

1.2 Revisão Bibliográfica

1.2.1 Conceitos e vantagens da integração lavoura pecuária

O termo integração lavoura pecuária é utilizado para designar a alternância de cultivo de grãos e pastejo de animais em pastagens de gramíneas e/ou leguminosas (Moraes et al., 1998), sempre que ambas as atividades sejam desenvolvidas sob uma mesma área ou que tenham um mínimo de interface. Com a utilização da sucessão pastagem-culturas de grãos, os produtores podem desenvolver sistemas de produção menos intensivos no uso de insumos e, por

sua vez, mais sustentáveis ao longo do tempo, evidenciando-se o efeito benéfico nas várias propriedades do solo à medida que aumenta o número de anos sucessivos com pastagens (Panigatti, 1992).

A aveia, por sua vez, é a espécie preferida pelos produtores em áreas de integração lavoura pecuária em razão do ciclo de produção mais curto que não interfere na época de cultivo das lavouras de verão (Assmann et al., 2004). Porém, o azevém anual consagrou-se como grande opção pela sua facilidade de ressemeadura espontânea, tolerância a doenças, bom potencial de produção de sementes e adaptação ao uso em associações (Filho & Quadros, 1995). Este conhecimento é importante para se adequar o ciclo da gramínea de inverno com o ciclo da cultura de verão. Em sistemas integrados com soja, a opção pelo azevém anual como gramínea de inverno é a melhor alternativa, pois o pastejo se estende até meados de novembro e após, a saída dos animais, já existe uma quantidade de sementes maduras suficientes para assegurar a ressemeadura espontânea no ano seguinte, desde que manejado adequadamente, com redução de gastos para aquisição de sementes.

O sistema integração lavoura pecuária deve buscar a melhor combinação de produtividade tanto no verão quanto no inverno, fazendo com que a produção animal não prejudique a produção de grãos, e vice versa. Com isso, devemos otimizar o uso das pastagens de inverno, controlando a ação desfolhadora do animal que pode afetar o nível de biomassa de forragem que servirá de palhada para a implantação da lavoura de verão no sistema de semeadura direta.

Dentre os benefícios da integração, alguns se destacam: 1) possibilidade de introdução, renovação e recuperação das pastagens a custos menores; 2) pastagens favorecidas pela presença de adubo residual dos cultivos, elevando o potencial produtivo das mesmas; 3) produção de forragem na época mais crítica do ano para o nosso campo nativo, que é a base forrageira dos rebanhos no sul do país; 4) menor incidência de pragas, doenças e plantas indesejáveis, devido à rotação pastagens-culturas, imprescindível para a sucessão de cultivos e para o sistema plantio direto; 5) maior rentabilidade e diversificação no momento de comercialização da produção (grãos e carne e/ou leite e/ou lã) e 6) aumento da liquidez pela possibilidade de realização financeira imediata com a comercialização do gado (Cassol, 2003).

1.2.2 Efeito da presença do animal sobre as características físicas de solo em sistemas integrados

A magnitude das alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, que são os responsáveis por afetar o desenvolvimento radicular das culturas de grãos (Taylor & Brar, 1991; Silva et al., 2000), está na dependência do manejo que é aplicado nas áreas sob pastejo, podendo as alterações variar com a textura, o teor de matéria orgânica (Smith et al., 1997; Larson et al., 1980), o teor de umidade do solo (Correa & Reichardt, 1995), a biomassa vegetal sobre o solo (Silva et al., 2003), a espécie de planta, a intensidade e o tempo de pastejo e a espécie e categoria animal (Salton et al., 2002). A compactação do solo é um processo de densificação, o qual pode acarretar aumento de resistência à penetração de raízes e redução da porosidade total, da macroporosidade, da

permeabilidade e da infiltração de água, sendo essas alterações desencadeadas pela aplicação de cargas na superfície do solo (Taylor & Brar, 1991; Soane & Ouwerkerk, 1994). A alteração dessas características pode determinar mudanças na condutividade interna, na permeabilidade e na difusão da água e do ar através do sistema poroso. Sobre a fase sólida ou matriz do solo, a compressão atua aumentando a coesão interna das partículas que passam a se agrupar mais compactamente (Carrasco, 1989).

A possibilidade de compactação dos solos devido ao pisoteio é motivo de preocupação para os produtores quanto ao pastejo de animais em áreas de produção agrícola (Moraes & Lustosa, 1997). Dentre os principais parâmetros encontrados na literatura, utilizados para caracterizar uma camada compactada do solo, estão a densidade, a macroporosidade, a microporosidade e a porosidade do solo, a resistência à penetração e a taxa de infiltração de água.

A compactação dos solos em áreas sob pastejo depende de diversos fatores, dentre eles: peso dos animais, método de pastejo, carga animal instantânea, características intrínsecas do solo, teor de matéria orgânica, cobertura do solo, manejo das plantas, espécies presentes e conteúdo de água no solo. Poderão haver variações importantes dentro das áreas, dependendo do manejo e comportamento dos animais. Áreas próximas a cochos de água e sal são normalmente mais pisoteadas, assim como o pastejo rotacionado pode favorecer a compactação do solo pela entrada de um grande número de animais em pequenas áreas, principalmente se o solo estiver úmido (Moraes & Lustosa, 1997).

Para Mello (2002), a degradação do solo em sistema de integração lavoura pecuária pode iniciar através do pisoteio animal sobre o solo molhado, o que causa adensamento e selamento superficial. Esses fatores diminuem o crescimento vegetativo das plantas que produzirão menos biomassa. A redução da biomassa aumentará a susceptibilidade do solo ao impacto da gota da chuva e ao escoamento superficial, criando condições favoráveis para o início do processo de erosão. Uma das condições que tende a ampliar a compactação é o alto teor de umidade. Os solos argilosos com muita umidade tornam-se plásticos e, com a compressão causada pelo pisoteio dos animais, há um aumento da densidade (Correia & Reichardt, 1995).

Por outro lado, o sistema de plantio direto também pode levar à compactação superficial de solos argilosos devido ao tráfego de máquinas em áreas com baixo teor de matéria orgânica (Kochham, 1996). De acordo com Beltrame et al. (1981), a macroporosidade abaixo de 10 % afeta a transferência de oxigênio para as raízes devido às limitações de troca de gases entre o solo e a atmosfera, acarretando deficiência no suprimento de oxigênio que, associado à maior resistência a penetração, causa redução do sistema radicular, refletindo-se em maior sensibilidade das plantas às pequenas estiagens e ao mal aproveitamento dos fertilizantes.

Além da intensidade de pastejo, o tempo de uso da pastagem representa um fator importante na compactação do solo e redução na produção da pastagem. Em um Latossolo Amarelo da Amazônia, Correia & Reichardt (1995) avaliaram uma pastagem de *Brachiaria humidicola* em pastejo por 4, 6 e 10 anos e

concluíram que houve tendência em aumentar a densidade e a resistência à penetração, com o passar dos anos, na camada de 0 – 10 cm. Os resultados obtidos por Murphy et al. (1995) indicaram que, mesmo num curto período de tempo (1 ano), estes efeitos podem ser observados.

Blaser (1966) afirmou que a compactação do solo causada pelos animais em pastejo pode ser responsável pela queda da produtividade das pastagens. Em solos compactados, ocorre redução da disponibilidade de água e nutrientes para as plantas devido à menor infiltração e perda de água por escoamento superficial. De forma adicional, a redução do espaço poroso do solo proporciona a diminuição da concentração de oxigênio disponível para as raízes, que se tornam superficiais. Assim, limita-se o volume de solo explorado pelas plantas, com menor possibilidade de absorção de água e nutrientes.

A taxa de infiltração inicial, em áreas de pastagens cultivadas com elevada presença de leguminosas e bem manejadas, apresenta-se em igualdade de condições a áreas de pastagens nativas com ausência de animais, indicando que este tipo de pastagem, em zonas tropicais, pode ser utilizada para o restabelecimento de uma estrutura do solo (Humphreys, 1994).

O tipo de espécies presentes na pastagem pode ter influência no efeito do animal sobre a taxa de infiltração do solo. Alegre & Lara (1991) observaram menor taxa de infiltração nas misturas constituídas de espécies de hábito ereto, que não protegem o solo do efeito do pisoteio, favorecendo por isto a compactação do mesmo.

Além do tipo de espécies, o nível de oferta de forragem tem influência sobre a taxa de infiltração, porosidade e densidade aparente do solo. Bertol et al. (1998) constataram que a densidade do solo aumentou em condições de menor oferta de forragem, equivalentes a maiores pressões de pastejo.

O pastejo “per se” não interfere negativamente com as condições de solo a ponto de prejudicar a produtividade de grãos. Contudo, os benefícios que podem ser obtidos para a cultura sucessora dependem do adequado manejo empregado nas pastagens (Bona Filho, 2002). Bassani (1996) demonstrou que o nível de compactação do solo provocado pelo pisoteio animal, durante 105 dias de pastejo em uma pastagem de aveia e azevém, não foi suficiente para promover redução do rendimento de grãos de milho em área conduzida sob plantio direto. Assmann et al. (2003) observaram, inclusive, maiores produtividades de milho em áreas pastejadas no inverno com aplicação de nitrogênio em relação a áreas não pastejadas.

Em estudo sobre diferentes sistemas de produção mistos envolvendo pastagens anuais de inverno, Fontaneli et al. (2000) concluíram que a integração lavoura pecuária não alterou diversas características químicas e físicas do solo quando as pastagens foram adequadamente manejadas, em sistema de plantio direto. Geralmente, o pisoteio animal promove um aumento na densidade e na microporosidade do solo principalmente na camada 0-5 cm de profundidade, e diminuição na taxa de infiltração de água no solo, na macroporosidade e na porosidade total (Trein et al., 1991; Moraes & Lustosa, 1997; Salton et al., 2002).

Entretanto, esse aumento da densidade nas camadas superficiais pode ser revertido pela cultura de verão subsequente (Moraes & Lustosa, 1997).

Estudos desenvolvidos por Coimbra (1998), avaliando o efeito do impacto do animal no solo de áreas de plantio direto em sistema de integração lavoura pecuária, referente aos parâmetros físicos do solo e avaliados nos meses seguintes ao pastejo, mostraram que os efeitos negativos do pisoteio são rapidamente revertidos após o cultivo da lavoura de verão, representada no caso pelo milho. Cassol (2003) e Flores (2004), no mesmo sentido, verificaram as alterações ocorridas na densidade e na macroporosidade do solo, antes e depois do período de pastejo, nas áreas com diferentes alturas de manejo da pastagem de aveia e azevém. Os resultados demonstram que não houve efeito das diferentes alturas de manejo da pastagem sobre as características físicas do solo avaliadas após o período de pastejo. Observou-se, no entanto, um aumento da densidade e diminuição de macroporosidade, com a redução da altura de manejo da pastagem, na camada superficial, imediatamente após o pastejo. No entanto, esse efeito foi facilmente revertido pela cultura em sucessão.

A descompactação do solo pode ocorrer por meio da atividade da mesofauna do solo e períodos de descanso da pastagem, pela promoção de um acúmulo de fitomassa aérea e conseqüentemente desenvolvimento do sistema radicular. Avaliações feitas por Alves & Moraes (2002) indicaram que um período de descanso variando de 15 a 30 dias, após o final do pastejo e antecedendo o cultivo agrícola subsequente, possibilitava, na maioria dos casos, uma recuperação das plantas forrageiras. Esta recuperação favorecia o “afrouxamento”

da camada superficial do solo, devido ao crescimento radicular e à formação de palha para a manutenção do sistema de plantio direto. Igualmente, suposições foram apresentadas pelos autores de que a lotação contínua, neste período, em detrimento à rotacionada, diminuiria o risco de compactação do solo.

É inquestionável a ação regeneradora que a própria pastagem exerce no sentido de reverter o processo de compactação. Portanto, práticas como a calagem e adubação, que visam garantir uma boa condição nutricional para as plantas, estando associadas ao correto ajuste da lotação e do método de pastejo, representam a questão chave na manutenção da produtividade do sistema (Moraes et al., 2002). Para Cassol (2003), não há justificativa plausível para que, durante o inverno, áreas sob plantio direto permaneçam apenas com culturas de cobertura com o único propósito de produção de palha, pois a integração dessas áreas com a pecuária torna mais eficiente e produtivo o uso da terra, gerando mais renda para o produtor.

1.3 Hipóteses do estudo

Em relação a sistemas de integração lavoura pecuária, nos quais aumentam as complexidades das respostas, pois, além do solo e da planta existe a presença do animal, contudo, as informações disponíveis ainda são escassas. O animal em pastejo tem participação efetiva no pisoteio, na desfolhação e na produção de excrementos. Esses elementos afetam, direta ou indiretamente, as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, com reflexos sobre a produção de grãos da lavoura e de biomassa das pastagens no sistema em questão.

Dentro desse contexto, e na necessidade de se identificar e priorizar um foco, estabeleceram-se as seguintes hipóteses de estudo:

- Intensidades de pastejo determinam a possibilidade de ocorrer compactação e/ou adensamento da camada superficial do solo, diminuição da infiltração de água, aumento de resistência do solo a penetração, em função da maior ou menor lotação animal empregada.

- Os métodos de pastejo determinam a possibilidade de ocorrer compactação e/ou adensamento da camada superficial do solo, diminuição da infiltração de água, aumento de resistência do solo a penetração, em função da forma com que se conduz o processo de pastejo durante o ciclo da pastagem.

- O rendimento da soja subsequente à rotação com a pastagem pode ser afetado pelo tipo de manejo realizado por ocasião do ciclo da pastagem.

- Em sistema de integração lavoura pecuária, um menor espaçamento entre fileiras (20 cm) na cultura da soja pode auxiliar no controle de plantas invasoras antecipando o sombreamento do solo.

- Níveis diferentes de fitomassa residual da pastagem de azevém anual em sistema de semeadura direta, como resultado das diferentes intensidades de pastejo, podem proporcionar alterações na produtividade da cultura da soja em virtude de diferenças na cobertura do solo.

1.4 Referências Bibliográficas

ALEGRE, J. C.; LARA, P. D. Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas de suelos de la region tropical humeda de Peru. *Pasturas Tropicales*, Cali, v.13, p.18-23, 1991.

ALVES, S.J.; MORAES, A. Manejo de pastagens em sistema de integração lavoura-pecuária. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL. 1., 2002, Pato Branco. Anais... Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p.103-108.

ASSMANN, A.L. et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.33, n.1, p.37-44, 2004.

ASSMANN, T.S. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de 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.

BASSANI, H.J. Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não pastejada. 1996. 90f. *Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) Departamento de Solos, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.*

BELTRAME, L.F.S.; GONDIM, L.A.P.; TAYLOR, J.C. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.5, p. 145-149, 1981.

BERTOL, I.; GOMES K.E.; DENARDIN, R.B.N.; MACHADO L.A.Z.; MARASCHIN G.E. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.5, p. 779-786, 1998.

BLASER, R.E. Efecto del animal sobre la pastura. In: PALADINES, O.L. (ed.). *Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas*. Montevideo: IICA, 1966. p.1-29.

BONA FILHO, A. Integração lavoura x pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença de trevo branco, pastejo e nitrogênio. 2002. 105 f. *Dissertação (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.*

CARRASCO, P. J. Efeito da compactação sobre as propriedades físicas do solo, crescimento e rendimento do girassol. 1989. 107 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.**

CASSOL, L.C. Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. **Porto Alegre, 2003.143 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do solo) Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.**

COIMBRA, C.H. Avaliação da compactação de um latossolo Bruno utilizado em integração lavoura-pecuária. 1998. 84 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba,1998.**

CONAB. Terceiro levantamento de avaliação da safra 2004/2005 – Fevereiro de 2005. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/download/safra/3levantamentoPlantio.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2005. 14:20.

CORREIA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de uma latossolo amarelo da Amazônia Central. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.30, n.1, p.107-114, 1995.

FILHO, R.C.C.; QUADROS, F.L.F. Produção animal em misturas forrageiras de estação fria semeadas em uma pastagem natural. Ciência Rural, Santa Maria, v.25, n.2, p.289-293, 1995.

FLORES, J.P.C. Atributos de solo e rendimento de soja em um sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo em plantio direto com aplicação de calcário na superfície. 2004. 74 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do solo) Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.**

FONTANELI, R.S. et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagem anuais de inverno, em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.11, p.2129-2137, 2000.

HUMPHREYS, L.R. Tropical forages: their role in sustainable agriculture. London: Longman Scientific Technical, 1994. 414p.

KOCHHANN, R. A. Alterações das características físicas, químicas e biológicas do solo sob sistema de plantio direto. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 1., 1996, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo, 1996. p.17-25.

LARSON, W.E. et al. Compression of agricultural soils from eight soils orders. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.44, n.3, p.450-557, 1980.

MELLO, N. A. Degradação física dos solos sob integração lavoura-pecuária. In: Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil. 1., 2002, Pato Branco. Anais... Pato Branco: CEFET- PR, 2002. p. 43-60.

MORAES, A.; LESAMA, M.F.; ALVES, S.J. 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. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 1., 2002, Pato Branco. Anais... Pato Branco: CEFET- PR, 2002. p. 3-42.

MORAES, A.; LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 1997. p.129-149.

MURPHY, W.M. et al. Cattle and sheep effects on soil organisms, fertility and compactation in a smooth-stalked meadowgrass-dominant white clover sward. Grass and Forage Science, Oxford, v. 50, p.191-194, 1995.

PANIGATTI, J.L. Las rotaciones agrícolas con pastura en la pampa húmeda de Argentina. Revista INIA de Investigaciones Agronómicas, Montevideo, v.1, n.2, p.215-225, 1992.

SALTON, J.C. et al. Pastoreio de aveia e compactação do solo. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v.69, p.32-34, 2002.

SILVA, A.P. et al. Evaluation soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v.70, n.1, p.83-90, 2003.

SILVA, V. R. et al. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.24, n.1, p.191-199, 2000.

SMITH, C.W. et al. Assessing the compaction susceptibility of South African forestry soils. II. Soil properties affecting compactibility and compressibility. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v.43, n.3/4, p.335-354, 1997.

SOANE, B.D.; OUWERKERK, C. van. Soil compaction problems in world agriculture. In: SOANE, B. D.;OUWERKERK, C. van. Soil compaction in crop production. Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 1-21.

TAYLOR. H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v.19, n.1, p.111-119, 1991.

TREIN, C.R. et al. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho após pastejo intenso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.15, n.1, p.105-111, 1991.

CAPÍTULO 2

Atributos físicos do solo em um sistema de integração lavoura pecuária: impacto de intensidades e métodos de pastejo aplicados na pastagem*

Robson Lunardi ⁽¹⁾, Paulo César de Faccio Carvalho ⁽²⁾, Carlos Ricardo Trein ⁽²⁾, Guilherme Fernandes Cauduro ⁽²⁾, João Paulo Cassol Flores ⁽²⁾, Cristina Maria Pacheco Barbosa ⁽²⁾

⁽¹⁾ Rua Elias Alane 879, CEP 15993-032 Matão, SP. robson.lunardi@syngenta.com ⁽²⁾ Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. e-mail: paulocfc@ufrgs.br , trein@ufrgs.br , guicauduro@terra.com.br , joaopecflores@yahoo.com.br , crismpb@hotmail.com .

Resumo - O experimento foi conduzido na EEA/UFRGS e teve por objetivo determinar as influências do método e da intensidade de pastejo nas características físicas de solo num sistema de integração lavoura pecuária. O modelo estudado referiu-se a uma rotação de azevém pastejado por cordeiros e soja. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em um fatorial com duas intensidades de pastejo, baixa e moderada (oferta de forragem de 5,0 e 2,5 vezes o consumo potencial em cordeiros) e dois métodos de pastejo, contínuo e rotacionado, com quatro repetições. A taxa de infiltração de água no solo apresentou diferença ($P < 0,05$) entre os métodos de pastejo, após a saída dos animais. Ao final do ciclo da soja, a taxa de infiltração final no solo apresentou diferença ($P < 0,05$) entre as intensidades de pastejo. Não houve efeito detectado nos parâmetros densidade do solo e macroporosidade. Foi observada uma diminuição significativa ($P < 0,05$) na resistência à penetração do solo, na camada de 0 a 10 cm, nas áreas submetidas a intensidade de pastejo moderada, após a saída dos animais, não havendo a mesma diferença ao final do ciclo da soja. Concluiu-se que os diferentes métodos e intensidades de pastejo estudados não afetaram, de forma incontestável, o conjunto de atributos físicos do solo avaliados.

* Redigido nas normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Termos para indexação: densidade, infiltração, macroporosidade, resistência à penetração, lotação contínua, lotação rotacionada

Soil physical attributes in an animal-crop rotation system: impact of grazing intensities and grazing methods applied to pasture

Abstract – The trial was conducted at the EEA/UFRGS and aimed to determine the effects of grazing methods and intensities upon soil physical characteristics in an animal-crop rotation system. The model studied referred to ryegrass grazed by lambs in rotation with soybean. The experimental design was a randomized complete block arranged in a factorial with two grazing intensities, low and moderate (herbage allowance of 5.0 and 2.5 times the potential lamb intake) and two grazing methods, continuous and rotational with four replicates. The water infiltration rate showed difference ($P < 0.05$) between grazing methods, by the ending of grazing period. At the end of soybean cycle, water infiltration rate showed difference ($P < 0.05$) between grazing intensities. Effects upon soil density and macroporosity were not detected. It was observed a significant decrease ($P < 0.05$) in soil penetration resistance in the 0 to 10 cm layer, in areas submitted to moderate grazing intensity, by the ending of grazing period. The same difference was not detected by the ending of soybean cycle. It was concluded the different grazing methods and intensities studied have no fundamental effect upon the whole soil physical attributes evaluated.

Index terms: continuous grazing, density, infiltration, macroporosity, resistance to penetration, rotational grazing

Introdução

Um grande paradigma existente em sistemas de integração lavoura pecuária é a preocupação quanto ao efeito dos animais nas propriedades físicas do solo, particularmente em sistema de plantio direto (Carvalho et al., 2005). Dentre eles, o efeito do pisoteio é aquele que mais inquieta. Segundo Salton et al. (2002), o impacto do pisoteio varia com o tipo de solo (textura), a espécie de planta, a intensidade e o tempo de pastejo, além da espécie e categoria animal, dentre outros. Correia & Reichart (1995) exemplificaram o efeito do tempo em uma pastagem de *Brachiaria humidicola* em pastejo por 4, 6 e 10 anos, e concluíram que houve tendência em aumentar a densidade e a resistência à penetração, com o passar dos anos, na camada de 0 – 10 cm. Resultados obtidos por Murphy et al. (1995) indicaram que esses efeitos podem ocorrer mesmo em períodos de tempo mais curtos (1 ano).

Por outro lado, como ressaltaram Carvalho et al. (2005), a principal variável definidora da ocorrência ou não de impacto negativo nos atributos físicos do solo é a taxa de lotação empregada. Em estudo sobre diferentes sistemas de produção envolvendo pastagens de inverno, Fontaneli et al. (2000) concluíram que a integração lavoura pecuária não alterou as características químicas e físicas do solo quando as pastagens foram adequadamente manejadas. Quando em lotações elevadas, o pisoteio animal pode promover um aumento na densidade e na microporosidade do solo principalmente na camada 0-5 cm de profundidade, com conseqüente diminuição na taxa de infiltração de água no solo, na macroporosidade e na porosidade total (Trein et al., 1991; Moraes & Lustosa, 1997). Entretanto, esse aumento da densidade nas camadas mais superficiais pode ser revertido pela cultura de verão subsequente (Moraes & Lustosa, 1997), como observado por Cassol (2003). Esse autor verificou as alterações ocorridas na densidade e

na macroporosidade do solo, antes e depois do período de pastejo, em pastagens de aveia/azevém manejadas com diferentes alturas (intensidades de pastejo). Os resultados demonstraram não haver efeito das diferentes alturas de manejo do pasto sobre as características físicas do solo avaliadas após o período de pastejo. Observou-se, no entanto, um aumento da densidade e diminuição de macroporosidade com a redução da altura de manejo da pastagem, mas somente na camada superficial, e imediatamente após o pastejo. No entanto, esse efeito foi rapidamente revertido pela cultura da soja em sucessão.

Se existem informações na literatura sobre o impacto de intensidades de pastejo em atributos físicos do solo, o mesmo não se pode dizer com relação ao impacto de diferentes métodos de pastejo. Este trabalho teve por objetivo, estudar um modelo de integração lavoura pecuária onde a produção de soja e a terminação de cordeiros são associadas em rotação, procurando-se determinar a influência do manejo da pastagem, em particular da intensidade e do método de pastejo empregado, nas características físicas de solo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS). As coordenadas geográficas são 30°05'22'' S de latitude e 51°39'08'' W de longitude, com altitude aproximada de 46 metros acima do nível do mar. O clima da região é subtropical úmido com verões quentes, tipo fundamental "Cfa" da classificação climática de Köppen. A temperatura média anual é de 19,3 °C, sendo janeiro o mês de temperatura média diária mais alta (24,6 °C) e julho o mês de temperatura média diária mais baixa (13,6 °C). Há formação ocasional de geadas no período de maio a setembro, com maior incidência nos meses de junho, julho e agosto. A precipitação média anual situa-se ao redor de 1440 mm.

Para a semeadura da pastagem de azevém (21/04/2003) foi necessária a dessecação da área experimental com a utilização de herbicida de princípio ativo *Glifosate* na dosagem de 5 L ha⁻¹ do produto comercial. A semeadura foi realizada com uma semeadora-adubadora tratorizada de plantio direto da marca comercial Semeato – SHM 13 – com espaçamento entre fileiras de 17 cm. A quantidade de sementes utilizada foi de 32 kg ha⁻¹ de azevém (*Lolium multiflorum* Lam) cultivar “Comum RS”.

O experimento foi instalado em um Argissolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 1999), sendo o terreno levemente ondulado, sem limitações para cultivos. Para determinar a fertilidade do solo, foram realizadas amostragens na profundidade de 0 – 10 cm. A análise de solo revelou: argila (%), 19,0; pH (H₂O), 5,3; M.O. (%), 2,9; P (mg/L), 13,5; K (mg/L) 135,0; Al trocável (cmol/L), 0,3; Ca trocável (cmol/L), 2,1; Mg (cmol/L), 1,2; saturação de bases da CTC (%), 54,2. A adubação e calagem utilizadas seguiram a Recomendação de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1995). Deste modo, foi aplicada a quantidade de 1 t ha⁻¹ de calcário (em 16/04/03) e 200 kg ha⁻¹ de adubo na fórmula 5-20-20 (21/04/03). Já em relação à adubação nitrogenada, foram utilizados 150 kg ha⁻¹ de N sob forma de uréia em cobertura. A adubação nitrogenada foi aplicada em dois momentos: metade da dose; ou seja, 75 kg ha⁻¹ de N aplicada na emissão da 4ª folha de azevém (24/05/03) e o restante no início do período de primavera (5/09/03). A área utilizada foi de aproximadamente 6 ha. Desse total, 1,7 ha foram destinados aos animais reguladores e 4,3 ha constituíram as unidades experimentais. O tamanho médio das unidades experimentais (UE) era de 0,26 ha. Os tratamentos experimentais consistiram de duas intensidades de pastejo (moderada - IPM e baixa - IPB), definidas por ofertas de forragem representando, respectivamente, 2,5 e 5,0 vezes o potencial de consumo dos animais, e dois métodos de pastejo (lotação contínua - LC e lotação rotacionada - LR).

O tempo de duração de vida da folha (TVF) do azevém foi utilizado para determinação dos ciclos de pastejo. Utilizou-se informações de experimentos na EEA/UFRGS, onde foi mensurado o TVF de 500 °C/folha no período de junho a agosto e 410 °C/folha de setembro a novembro (Pontes et al., 2003 e Freitas, 2004). Dividiu-se o TVF pela média de temperatura dos meses de junho a novembro, caracterizando então quatro ciclos de pastejo onde a oferta de forragem era ajustada (período I: 12/7a 15/8; período II: 16/8 a 16/9; período III: 17/9 a 9/10; período IV: 10/10 a 31/10). O período de ocupação foi definido como sendo de dois dias. Para a determinação dos sub-potreiros do método LR dividiu-se o comprimento das UE pelo número de dias do ciclo de pastejo.

Em ambos os métodos foram utilizados lotação variável por meio de animais reguladores segundo a técnica “put-and-take” (Mott & Lucas, 1952). Utilizaram-se cordeiros machos inteiros com idade média inicial de nove meses, provenientes de cruzamento entre as raças Texel e Ile de France. Para correta comparação entre métodos de pastejo, os períodos de ajuste da oferta obedeceram a TVF, ou seja, a duração do ciclo de pastejo definida na LR. O período de utilização da pastagem foi de 12/07/2003 a 02/11/2003.

Em 15/11/2003 procedeu-se uma aplicação de herbicida de princípio ativo *Glifosate* na dosagem de 5 L ha⁻¹ do produto comercial, e em 26/11//2003 semeou-se a soja (*Glycine max* cv. BRS 154) previamente inoculada com uma semeadora-adubadora de plantio direto da marca Vence Tudo com espaçamento entre fileiras de 40 cm e densidade de semeadura equivalente a 350.000 sementes ha⁻¹ ou 14 sementes m⁻¹. Procedeu-se uma adubação da ordem de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 5-20-20. O ciclo da soja se encerrou em 25/05/2004.

A resistência do solo à penetração foi determinada em 11/07/2003, 15/11/2003 e 04/08/2004 com auxílio de um penetrógrafo, o qual foi introduzido no perfil do solo

através de um cone com ângulo de 45° acoplado a uma haste metálica realizando leituras a cada 3 cm de profundidade. Foram realizadas cinco seqüências por unidade experimental, para compor a amostra, distanciadas a cada 10 cm. Os dados foram expressos em índice de cone, fazendo-se a média dos pontos de leitura do penetrógrafo nas camadas de solo estudadas, que foram de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm.

A umidade do solo foi determinada em três unidades experimentais, por ocasião da primeira amostragem, nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10, e 10 a 15 cm. Procurou-se realizar as avaliações subseqüentes com teores de umidade bastante próximos, para tornar possível a comparação dos dados entre as avaliações.

A determinação da taxa de infiltração de água no solo foi realizada através da técnica dos cilindros concêntricos, conforme metodologia descrita por Cauduro & Dorfman (1986). Foi coletada uma amostra por unidade experimental em 04/07/2003, 15/11/2003 e 22/06/2004. Os resultados foram expressos em taxa constante de infiltração (mm h^{-1}).

Para a avaliação da densidade e da porosidade foram coletadas, em todas as unidades experimentais, nas datas 19/03/2003, 05/11/2003 e 17/05/2004, uma amostra indeformada de solo em anéis metálicos, com dimensões médias de 24 mm de altura e 63 mm de diâmetro, nas profundidades de 0 a 2,5 e 2,5 a 5,0 cm. Para a determinação do diâmetro de poros (macro e microporosidade), foi utilizado o modelo capilar para o cálculo na tensão de 60 cm de coluna da água, em amostras de solo com estrutura natural (Bouma, 1973).

Para coleta das amostras dos atributos físicos do solo acima citados, foi pré-determinado um local dentro de cada unidade experimental, referenciado por uma estaca, a fim de evitar variabilidade do solo e a compactação causada pelo trânsito de máquinas agrícolas, e com isso possibilitar a comparação entre os períodos de avaliação.

A massa de raízes de azevém anual foi amostrada em 28/10/2003 coletando-se 3 pontos por transecta em 4 transectas estabelecidas em cada unidade experimental. Utilizou-se um amostrador do tipo trado, com 5 cm de diâmetro, amostrando-se as camadas de 0 – 2,5 ; 2,5 – 5,0 ; 5,0 – 10,0 e 10 – 20 cm. Uma vez coletadas as amostras foram trazidas em laboratório, lavadas e secas em estufa de ar com circulação forçada a 65 °C até peso constante, e então pesadas em balança de precisão.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados arranjos em esquema fatorial, com quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais. Os dados coletados foram analisados utilizando-se o pacote estatístico SAS versão 8.02 (2001). Análise de variância foi realizada a fim de obter informações sobre a diferença entre tratamentos em relação as variáveis. Quando a diferença foi significativa procedeu-se o teste F ao nível de 5%, através do Proc GLM.

Resultados e Discussão

O controle das ofertas de forragem por meio de lotação variável teve como consequência lotações médias da ordem 44 e 28 cordeiros ha⁻¹ (1.421 e 975 kg de PV ha⁻¹), respectivamente para os tratamentos de moderada e baixa intensidade de pastejo. Não foi observada interação ($P>0,05$) entre o método e a intensidade de pastejo para nenhum dos atributos físicos do solo avaliados, o que permitiu a realização de uma análise de cada par de fatores de forma isolada. Salienta-se que a área experimental utilizada no presente estudo já havia sido utilizada anteriormente por outros trabalhos envolvendo o pastejo com ovinos (até novembro de 2001), no sistema de semeadura direta de pastagens, o que pode ter interferido, em algum grau, nos atributos físicos do solo avaliados no presente estudo.

De forma geral, não se observou diferenças significativas dos atributos de solo nos diferentes níveis de intensidade de pastejo e entre os métodos de pastejo adotados (Tabela 1).

Para Duley (1939), a infiltração de água no solo é o atributo isolado que melhor avalia a qualidade estrutural do solo, especialmente no que se refere a distribuição de tamanho de poros e a desagregação pela ação mecânica das chuvas. A infiltração de água no solo foi maior ($P < 0,05$) na lotação rotacionada após o pastejo (período 2) em relação à lotação contínua nessa mesma época. A média da taxa de infiltração para o método de pastejo de lotação contínua foi de $52,4 \text{ mm h}^{-1}$, enquanto que no rotacionado esse valor atingiu $82,5 \text{ mm h}^{-1}$. Após o cultivo da soja (período 3), observaram-se maiores valores de infiltração de água no solo na área com menor intensidade de pastejo ($122,8 \text{ mm h}^{-1}$) em relação à área com moderada intensidade de pastejo ($84,9 \text{ mm h}^{-1}$) (Tabela 1).

Trabalhando com elevadas cargas animais, 15.000 e $16.200 \text{ kg de PV ha}^{-1}$, em dois curtos períodos de pastejo, 20 e 22 horas, respectivamente, Uhde et al. (1996) também não verificaram diferenças na densidade e na porosidade do solo, porém, verificaram diferença na taxa constante de infiltração de água no solo entre as áreas com e sem pastejo. Os autores atribuíram as diferenças ao dano estrutural da camada superficial do solo, causado pelo pisoteio animal, e que não foram detectados na avaliação da densidade e da porosidade do solo. O movimento de água no interior do solo se dá principalmente pelos macroporos, portanto, alterações nesse atributo do solo poderiam explicar as diferenças verificadas na taxa constante de infiltração de água no solo.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos fatores avaliados (intensidade e método de pastejo) sobre a macroporosidade do solo nas camadas de $0-2,5$ e $2,5-5,0 \text{ cm}$ de profundidade, nas três épocas avaliadas. Apesar das pequenas variações de macroporosidade entre as intensidades (período 3) e entre os métodos de pastejo (período

2), essas variações tiveram reflexo na taxa de infiltração de água no solo, promovendo diferenças ($P < 0,05$) entre os métodos e as intensidades pastejo nos períodos de avaliação 2 e 3, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Uhde et al. (1996).

Os níveis de intensidade e os métodos de pastejo não influenciaram a produção total de massa seca de raízes (Tabela 2), a exceção das camadas de 2,5-5,0 cm e 5,0-10,0 cm, na qual se observou maior produção de massa seca residual de raízes no tratamento com baixa intensidade de pastejo. Pelos resultados apresentados na Tabela 2, pode-se verificar que houve concentração do sistema radicular do azevém na camada de 0-2,5 cm, atingindo valores superiores a 5.000 kg de MS ha⁻¹ no tratamento com método contínuo de pastejo. É importante salientar que a avaliação das massas de raízes reflete a condição existente no final do ciclo da pastagem, o que pode ter influenciado nos resultados. O acompanhamento da dinâmica de crescimento da parte aérea do pasto indicou haver maior crescimento no início do período de utilização da pastagem para o tratamento de lotação contínua, sendo que o tratamento de lotação rotacionada apresenta maiores crescimentos na metade final do ciclo de utilização (Cauduro et al., 2005).

O crescimento das raízes das plantas no solo se dá preferencialmente pelos macroporos (Camargo & Alleoni, 1997). Portanto, em solos que têm a macroporosidade reduzida, seja pela pisoteio animal ou por tráfego de máquinas e equipamentos, o desenvolvimento radicular pode sofrer algum tipo de injúria, conforme salientado por Silva et al. (2000). Mello (2002) considera a redução na macroporosidade o principal efeito danoso do pisoteio animal sobre o solo. Com a diminuição da macroporosidade do solo há diminuição dos espaços de vazios do solo e um conseqüente aumento da densidade, o que pode desencadear aumento na resistência do solo à penetração de raízes.

Foram observados menores valores para o índice de cone ($P < 0,05$) na camada de solo de 0-10 cm de profundidade, na intensidade de pastejo baixa, após o período de

pastejo (período 2). Uma das explicações para diminuição na resistência do solo a penetração é o aumento de massa radicular de azevém nas camadas intermediárias de 2,5-5,0 cm e 5,0-10 cm, melhorando a qualidade estrutural do solo. Para os demais períodos avaliados não foram verificadas alterações significativas para esses atributos entre os níveis de intensidade de pastejo e os métodos de pastejo. Esses maiores valores de resistência à penetração, representados pelo índice de cone, na camada mais profunda do solo (10-20 cm) pode ser explicada, em parte, pelo fato que a densidade do solo aumenta naturalmente à medida que se aprofunda no perfil do solo, devido ao peso das camadas superiores. A densidade, por sua vez, tem relação direta com a resistência do solo à penetração (Secco, 2003). Esse aumento da densidade do solo com o aumento da profundidade é ilustrado pelos resultados de densidade apresentados na Tabela 1, comparando-se as profundidades de 0-2,5 cm e 2,5-5,0 cm. Os valores críticos de resistência à penetração do solo para o desenvolvimento de raízes variam com a cultura e o tipo de solo utilizado (Genro Júnior et al., 2004), mas muitos pesquisadores utilizam o nível de 2 MPa, estabelecido por Taylor et al. (1966), como o valor a partir do qual se têm restrições ao crescimento radicular no solo. Ao observar-se os valores de índice de cone na Tabela 1, pode-se verificar que estão próximos de 2 MPa nos dois níveis de intensidade de pastejo e nos dois métodos de pastejo.

Os valores de densidade do solo na intensidade de pastejo moderada tenderam a ser maiores do que na área submetida a baixa intensidade de pastejo nas duas primeiras avaliações (períodos 1 e 2) da camada de 0-2,5 cm. Na terceira avaliação, nessa mesma camada, a tendência anterior não se confirmou, o que pode ser devido em parte à variabilidade natural, que geralmente é grande quando se trabalha com atributos físicos do solo. Na camada de 2,5-5,0 cm, os valores de densidade nos dois níveis de intensidade de pastejo são bastante próximos (Tabela 1).

Estes resultados demonstram que o efeito do pisoteio animal sobre a densidade do solo, além de ser pequeno, e não significativo, se concentra na camada mais superficial do solo. Quanto ao método de pastejo, verificaram-se valores muito próximos de densidade nas duas camadas de solo avaliadas (0-2,5 e 2,5-5,0 cm de profundidade), nos dois métodos (contínuo e rotacionado) e nas três épocas em que foram realizadas as determinações. A partir desses resultados pode-se afirmar que o método de pastejo não teve influência sobre o atributo densidade do solo até a profundidade de 5 cm.

Relatos da literatura, envolvendo a presença de animais em áreas cultivadas, demonstram que o efeito do pisoteio no aumento da densidade, diminuição da macroporosidade e da porosidade total, quando ocorrem, se concentram na camada até 5 cm de profundidade (Trein et al. 1991; Moraes & Lustosa, 1997; Salton et al., 2002, Cassol, 2003). No entanto, esse aumento da densidade do solo nas camadas superficiais pode ser revertido pelas culturas de verão que vêm na seqüência do pastejo (Moraes & Lustosa, 1997).

A cultura da soja tem capacidade limitada de recuperar valores de densidade e porosidade observados em áreas não compactadas. Tal fato poder ser ilustrado por muitas áreas de lavoura de soja na Região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, onde se tem verificado a presença de camadas compactadas no solo mesmo em áreas sob sistema plantio direto. Se a cultura da soja tivesse a capacidade irrestrita de romper essas camadas compactadas, então ter-se-ia a solução de um problema que afeta muitos produtores desta região. A comparação entre áreas puramente de lavouras, com camadas compactadas, e áreas de lavouras com integração lavoura pecuária é válida pelo fato de que o efeito da compactação do solo sobre as plantas é o mesmo, independentemente do agente causador. As culturas têm uma capacidade intrínseca para penetrarem em camadas de solo compactadas (Cintra & Mielniczuk, 1983), o que faz com que o sistema radicular de

algumas espécies tenha a enorme capacidade de romper as camadas mais compactadas e outras não. Neste segundo grupo se enquadram grande parte das culturas comerciais, como a soja, por exemplo.

Cabe lembrar que a área experimental utilizada no presente trabalho já havia sido utilizada anteriormente com trabalhos envolvendo o pastejo com ovinos, o que pode ter promovido um rearranjo das partículas do solo. Desta forma, as cargas animais utilizadas, no presente estudo, não foram suficientemente altas para promover um novo rearranjo das partículas sólidas do solo, não alterando significativamente os valores de densidade e macroporosidade do solo.

Ao realizar-se uma análise conjunta dos três períodos em que foram realizadas avaliações dos atributos físicos do solo, verifica-se que houve uma maior macroporosidade ($P < 0,05$), em ambas as camadas avaliadas, no período 2 (após pastejo) em relação ao período 3 (após soja) (Tabela 3). Essa maior macroporosidade pode ser devida, ao menos em parte, à presença de uma considerável massa de raízes da pastagem de azevém (Tabela 2). Estes resultados demonstram, como citado anteriormente, a baixa capacidade do sistema radicular da cultura da soja em aumentar a porosidade do solo. Para os demais atributos não se verificaram diferenças significativas entre os períodos em que foram feitas as determinações.

Conclusões

1. O método de pastejo não afeta fundamentalmente a resistência do solo à penetração, a densidade do solo e a macroporosidade.
2. A intensidade de pastejo, na magnitude empregada, não afeta os atributos básicos de física do solo.

3. A intensidade de pastejo baixa altera a qualidade estrutural do solo, onde observa-se uma menor resistência do solo a penetração na camada superficial de 0 a 10 cm.

Agradecimentos

A Empresa Agropecuária Cerro Coroado pela concessão dos animais, aos integrantes do Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo, a CAPES e CNPq.

Referências

- BOUMA, J. Guide to the study of water movement in soil pedons above the watertable. Madison: University of Wisconsin, 1973. 194p.
- CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.
- CARVALHO, P.C.F. et al. O estado da arte em integração lavoura e pecuária. In: GOTTSCHALL, C.S. et al. Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia. X Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos. Anais... ULBRA, Porto Alegre, 2005. p.7-44.
- CASSOL, L.C. Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. 2003.143p. Dissertação (Doutorado em Agronomia - Ciência do solo) - Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.
- CAUDURO, F.A.; DORFMAN, R. Manual de ensaios de laboratórios e de irrigação e drenagem. Porto Alegre: PRONI : IPH-UFRGS, 1986, 216p.
- CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.7, n.2, p.197-201, 1983.
- CORREIA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de uma latossolo amarelo da Amazônia Central. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.30, n.1, p.107-114, 1995.

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3.ed., Passo Fundo: SBCS – Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.
- DULEY, F.L. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, v.4, p.60-64, 1939.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa solos, 1999. 412 p.
- FONTANELI, R.S. et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagem anuais de inverno, em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n. 11, p.2129-2137, 2000.
- FREITAS, T. M. S. Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Ile de France em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em resposta a doses de nitrogênio. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.
- GENRO JUNIOR et al. Variabilidade natural da resistência à penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.28, p.477-484, 2004.
- MELLO, N.A. Degradação física dos solos sob integração lavoura pecuária. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002, Pato Branco. Anais... Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p. 43-60.
- MORAES, A.; LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, Maringá, 1997. Anais... Maringá: UEM, 1997. p.129-149.
- MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, State College. Proceedings... State College: Pennsylvania State College Press, 1952. p.1380-1385.
- MURPHY, W.M. et al. Cattle and sheep effects on soil organisms, fertility and compactation in a smooth-stalked meadowgrass-dominant white clover sward. Grass and Forage Science, v. 50, p. 191-194, 1995.
- PONTES, L.S.; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C.; SOARES; A.B. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 32, n.4, p. 814-820, 2003.
- SALTON, J.C. et al. Pastoreio de aveia e compactação do solo. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v.69, p.32-34, 2002.

- SAS INSTITUTE. SAS/STAT user's guide: statistics. 5 ed. 2001. 943 p. Version 8.02, Cary, NC, v. 2 2001.
- SECCO, D. Estados de compactação de dois latossolos sob plantio direto e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas. Santa Maria, 2003. 108p. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, 2003.
- SILVA, V.R. et al. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.24, n.1, p.191-199, 2000.
- TAYLOR, H.M. et al. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. Soil Science, v.102, p.18-22, 1966.
- TREIN, C.R. et al. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho após pastejo intenso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.15, n.1, p.105-111, 1991.
- UHDE, L.T. et al. Comportamento da sucessão trevo/milho, em área com e sem pastejo intensivo, sob diferentes métodos de preparo do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.20, n.3, 493-501, 1996.

Tabela 1. Infiltração de água no solo (mm h^{-1}), índice de cone (MPa) de 0-10 cm e de 10-20 cm de profundidade, densidade do solo (Mg m^{-3}) e macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) nas camadas de 0-2,5 e 2,5-5,0 cm de profundidade de um Argissolo Vermelho Distrófico manejado em sistema de integração lavoura pecuária, com diferentes intensidades e métodos de pastejo, em três períodos (1= antes do pastejo, 2= após pastejo e 3= após soja). EEA-UFRGS-2003/04.

Atributos Avaliados	Intensidade de Pastejo						Método de Pastejo						CV (%)
	Moderada			Baixa			Contínuo			Rotacionado			
	Período						Período						
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Taxa de infiltração	52,4	65,5	84,9	43,8	69,4	122,8*	44,1	52,4	103,2	52,0	82,5*	98,9	31,6
Ind. de Cone (0-10 cm)	2,0	1,8*	1,8	1,8	1,6	1,8	1,9	1,7	1,9	1,9	1,7	1,8	13,9
Ind. de Cone (10-20 cm)	2,0	1,9	2,0	1,8	1,9	2,0	1,9	1,9	2,0	1,9	1,9	2,0	14,8
Densidade (0-2,5 cm)	1,49	1,43	1,38	1,42	1,41	1,45	1,42	1,42	1,42	1,48	1,42	1,41	5,9
Densidade (2,5-5,0 cm)	1,58	1,55	1,58	1,57	1,58	1,56	1,55	1,58	1,57	1,60	1,58	1,58	3,5
Macroporosidade (0-2,5 cm)	0,13	0,14	0,11	0,12	0,13	0,10	0,13	0,14	0,10	0,12	0,11	0,11	25,8
Macroporosidade (2,5-5,0 cm)	0,10	0,12	0,07	0,09	0,11	0,09	0,10	0,11	0,09	0,10	0,07	0,08	26,3

*Compara as médias dos atributos dentro do mesmo nível de intensidade e do mesmo método de pastejo para o mesmo período de avaliação. Diferença significativa pelo Teste de Tukey a 5%.

Tabela 2. Massa seca residual de raízes de azevém (kg ha^{-1}) em um Argissolo Vermelho Distrófico manejado em sistema de integração lavoura pecuária, com diferentes intensidades e métodos de pastejo. EEA-UFRGS, 2003/04.

Tratamentos de pastejo		Profundidade, cm				Total
		0-2,5	2,5-5,0	5,0-10,0	10,0-20,0	
		..... \text{kg ha^{-1}				
Intensidade	Moderada	4.532,6	540,7	394,5	366,8	5.834,6
	Baixa	4.858,8	770,2*	531,0*	443,4	6.603,6
Método	Contínuo	5.006,5	649,0	485,4	409,2	6.550,2
	Rotacionado	4.384,9	662,0	440,2	400,9	5.888,0
CV (%)		17,6	22,5	21,9	22,9	16,7

*Diferença significativa pelo Teste de Tukey a 5%. Compara as médias dos atributos entre os níveis de intensidade de pastejo nas profundidades indicadas.

Tabela 3. Índice de cone (MPa), densidade do solo (Mg m^{-3}) e macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) nas camadas de 0-2,5 e 2,5-5,0 cm de um Argissolo Vermelho Distrófico manejado em sistema de integração lavoura pecuária em três períodos: antes do pastejo, após pastejo e após soja. EEA-UFRGS, 2003/04.

Atributos Avaliados	Períodos			CV (%)
	Antes do pastejo	Após pastejo	Após soja	
Ind. de cone (0-10 cm)	1,9	1,7	1,8	14,9
Ind. de cone (10-20 cm)	1,9	1,9	2,0	14,0
Densidade (0-2,5 cm)	1,45	1,42	1,42	5,9
Densidade (2,5-5,0 cm)	1,58	1,57	1,57	3,5
Macroporosidade (0-2,5 cm)	0,12 ab	0,14 a	0,11 b	24,3
Macroporosidade (2,5-5,0 cm)	0,10 ab	0,11 a	0,08 b	25,8

As letras comparam as médias entre os períodos avaliados. Diferença significativa pelo Teste de Tukey (5%).

CAPÍTULO 3

Rendimento de soja em sistema de integração lavoura pecuária: impacto de intensidades e métodos de pastejo aplicados na pastagem e de espaçamentos entre fileiras aplicados à soja*

Robson Lunardi ⁽¹⁾, Paulo César de Faccio Carvalho ⁽²⁾, Carlos Ricardo Trein ⁽²⁾, José Antonio Costa ⁽²⁾, Guilherme Fernandes Cauduro ⁽²⁾, Cristina Maria Pacheco Barbosa ⁽²⁾, Angelo Antônio Queirolo Aguinaga ⁽²⁾

⁽¹⁾ Rua Elias Alane 879, CEP 15993-032 Matão, SP. robson.lunardi@syngenta.com ⁽²⁾ Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. e-mail: paulocfc@ufrgs.br , trein@ufrgs.br , jamc@ufrgs.br , guicauduro@terra.com.br , crismpb@hotmail.com , aaaq@terra.com.br

Resumo – Sistemas integrados de lavoura pecuária em plantio direto, convivem com o paradigma do efeito negativo do animal no rendimento da cultura em sucessão. Procurou-se contribuir ao tema ao se estudar o efeito do manejo da pastagem no rendimento da lavoura, utilizando modelo de integração de azevém pastejado por cordeiros e a soja. O experimento foi conduzido na EEA/UFRGS em 2003/2004. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em um fatorial com duas intensidades de pastejo, baixa e moderada (oferta de forragem de 5,0 e 2,5 vezes o consumo potencial), dois métodos de pastejo, contínuo e rotacionado, e dois espaçamentos entre fileiras de soja, 20 e 40 cm, com quatro repetições. Uma área foi adicionada como testemunha sem pastejo. Avaliaram-se o rendimento e os componentes do rendimento da soja. A produção de soja foi superior nos tratamentos submetidos a pastejo ($P < 0,05$) em comparação aos não pastejados. Dentre os pastejados, o rendimento de soja foi superior ($P < 0,05$) na intensidade de pastejo baixa

* Redigido nas normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

em comparação com a intensidade moderada. A análise do rendimento concluiu ser a intensidade de pastejo utilizada no inverno o principal determinante do sucesso de sistemas integrados de lavoura pecuária.

Termos para indexação: *Lolium multiflorum*, *Glycine max*, lotação contínua, lotação rotacionada

Soybean yield in an animal-crop rotation system: impact of grazing intensities and grazing methods applied to pasture and spacing applied to soybean

Animal-crop rotation systems cohabit with the paradigm concerning the negative effect of the animals upon the crop in sequence. The effect of grassland management on drop yield was evaluated trying to contribute to this subject, by using an animal-crop rotation model with ryegrass grazed by lambs and soybean. The trial was conducted at EEA/UFRGS in 2003/2004. The experimental design was a randomized complete block arranged in a factorial with two grazing intensities, low and moderate (herbage allowance of 5.0 and 2.5 times the potential lamb intake), two grazing methods, continuous and rotational, and two soybean spacing, 20 and 40 cm, with four replicates. An area was added as no grazing paddocks. Soybean attributes were evaluated. Soybean yield was superior in grazed areas ($P < 0.05$) comparing to no grazed ones. Among the grazed treatments, soybean yield was superior ($P < 0.05$) at low grazing intensity comparing to moderate grazing intensity. The analysis of the yield concluded grazing intensity as the fundamental to succeed in animal-crop rotation systems.

Index terms: *Lolium multiflorum*, *Glycine max*, continuous grazing, rotational grazing

Introdução

Sistemas de integração lavoura pecuária em plantio direto convivem com o paradigma quanto ao alegado impacto negativo dos animais no rendimento das culturas em sucessão (Carvalho et al., 2005). Este é um argumento que, apesar de não encontrar sustentação em várias citações bibliográficas (e.g., Moraes & Lustosa, 1997), limita a adoção de tecnologia que se mostra fundamental para prover diversificação aos sistemas agrícolas, estabilidade e incremento de rentabilidade às propriedades rurais (Carvalho et al., 2005).

Moraes & Lustosa (1997) argumentam que esse paradigma seja uma herança de épocas em que predominavam o uso de agricultura convencional, aliada ao uso incorreto de lotações excessivas na rotação com a pecuária. Quando adequadamente manejada, a integração pode, inclusive, potencializar a produção da lavoura (Assmann, 2001). Fontaneli et al. (2000) concluíram que a introdução de pecuária em áreas agrícolas não foi negativa quando as pastagens foram adequadamente manejadas.

Carvalho et al. (2005) sugerem que a principal variável definidora do sucesso ou insucesso de sistemas integrados seja a taxa de lotação empregada, por seus efeitos diretos e indiretos sobre a quantidade de forragem e de nutrientes que ciclam no sistema. Quando em lotações elevadas, o pisoteio animal pode promover impactos negativos em atributos físicos do solo (Trein et al., 1991; Moraes & Lustosa, 1997). Ainda que esse impacto negativo seja, na maioria das vezes, superficial (Moraes & Lustosa, 1997), a intensidade de pastejo deve ser conduzida com muito critério.

Com relação ao impacto dos métodos de pastejo sobre o rendimento das lavouras em sucessão, nos sistemas de integração lavoura pecuária, pouco se sabe. O método de

pastejo escolhido para manejo da pastagem no ciclo da pecuária pode ser tão importante quanto a intensidade de pastejo definida. Enquanto o método de pastejo, em lotação contínua permite que os animais tenham distribuição aleatória em toda a área, a lotação rotacionada se caracteriza pelo controle maior do pastejo e por elevadas densidades instantâneas de animais por unidade de área.

A redução do espaçamento entre fileiras de soja, de 40 cm para 20 cm pode proporcionar melhor arranjo espacial com diminuição da competição intra-específica (Ventimiglia et al., 1999), aumentando o potencial de rendimento da cultura.

Procurando obter subsídios para o manejo do animal em áreas de integração lavoura pecuária, objetivou-se estudar um modelo de integração, onde a produção de soja e a terminação de cordeiros, foram associadas em rotação. Avaliou-se a influência do manejo da pastagem, em particular da intensidade e do método de pastejo empregado, e o espaçamento entre fileiras, no rendimento da cultura da soja em sucessão.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Argissolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 1999), levemente ondulado, sem limitações para cultivos. As coordenadas geográficas da EEA/UFRGS são 30°05'22" S de latitude e 51°39'08" W de longitude. O clima da região é subtropical úmido com verões quentes, tipo fundamental "Cfa" da classificação climática de Köppen. A temperatura média anual é de 19,3 °C, sendo janeiro o mês de temperatura média diária mais alta (24,6 °C) e julho o de mais baixa (13,6 °C). Há formação ocasional de geadas no período de maio a setembro, com maior incidência

nos meses de junho, julho e agosto. A precipitação média anual situa-se ao redor de 1.440 mm.

A semeadura da pastagem de azevém foi realizada em 21/04/2003, com semeadora-adubadora de plantio direto da marca comercial Semeato – SHM 13 – com espaçamento entre fileiras de 17 cm, após dessecação da área experimental com 5 L ha⁻¹ do produto comercial do herbicida de princípio ativo *Glifosate*. A quantidade de semente utilizada foi de 32 kg ha⁻¹ de azevém (*Lolium multiflorum* Lam) cultivar “Comum RS” (Medeiros & Nabinger, 2001).

As amostras de solo foram coletadas em março de 2003 na profundidade de 0 – 10 cm. A análise de solo revelou: argila (%), 19,0; pH (H₂O), 5,3; M.O. (%), 2,9; P (mg/L), 13,5; K (mg/L) 135,0; Al trocável (cmol/L), 0,3; Ca trocável (cmol/L), 2,1; Mg (cmol/L), 1,2; saturação de bases da CTC (%), 54,2. A adubação e calagem utilizadas seguiram a Recomendação de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC, 1995). Aplicou-se 1 t ha⁻¹ de calcário faixa C (em 16/04/03) e 200 kg ha⁻¹ de adubo na fórmula 5-20-20 (21/04/03). Também foram utilizados 150 kg de N ha⁻¹ sob forma de uréia em duas coberturas: metade da dose; aplicada na emissão da 4^a folha de azevém (24/05/03) e o restante no início do período de primavera (5/09/03). A área total utilizada foi de aproximadamente 6 ha. Desse total, 1,7 ha foram destinados aos animais reguladores e 4,3 ha constituíram as unidades experimentais.

Os tratamentos consistiram de duas intensidades de pastejo (moderada - IPM e baixa - IPB), definidas por ofertas de forragem representando, respectivamente, 2,5 e 5,0 vezes o potencial de consumo dos animais, e dois métodos de pastejo (lotação contínua - LC e lotação rotacionada - LR). Foi introduzido parcela subdividida com dois espaçamentos entre fileiras na soja de 20 e 40 cm. Uma área sem pastejo foi separada para servir como tratamento testemunha.

O tempo de duração de vida da folha (TVF) do azevém foi utilizado para determinação dos ciclos de pastejo. Utilizou-se informações de experimentos na EEA/UFRGS, onde foi mensurado o TVF de 500 °C/folha no período de junho a agosto e 410 °C/folha de setembro a novembro (Pontes et al., 2003 e Freitas, 2004). Dividiu-se o TVF pela média de temperatura dos meses de junho a novembro, caracterizando então quatro ciclos de pastejo onde a oferta de forragem era ajustada (período I: 12/7 a 15/8; II: 16/8 a 16/9; III: 17/9 a 9/10; IV: 10/10 a 31/10). O período de ocupação foi definido como sendo dois dias. Para a determinação dos sub-potreiros do método LR dividiu-se o comprimento das UE pelo número de dias do ciclo de pastejo.

Em ambos os métodos foram utilizadas lotação variável por meio de animais reguladores segundo a técnica “put-and-take” (Mott & Lucas, 1952). Utilizaram-se cordeiros machos inteiros, com idade média inicial de nove meses, provenientes de cruzamento entre as raças Texel e Ile de France. Para correta comparação entre métodos de pastejo, os períodos de ajuste da oferta obedeceram a TVF, ou seja, a duração do ciclo de pastejo definida na LR. O período de utilização da pastagem foi de 12/07/2003 a 02/11/2003.

Em 15/11/2003 procedeu-se aplicação de herbicida de princípio ativo *Glifosate* na dosagem de 5 L ha⁻¹ do produto comercial, e em 26/11/2003 semeou-se a cultivar de soja BRS 154, inoculada, com semeadora-adubadora de plantio direto da marca Vence Tudo. Neste momento, dois outros tratamentos foram sobrepostos sobre aqueles conduzidos no inverno, correspondendo a dois espaçamentos de plantio. O espaçamento de 20 cm apresentou densidade de semeadura equivalente a 7 sementes m⁻¹ e o de 40 cm, 14 sementes m⁻¹. Ambos objetivaram a densidade de 350.000 sementes ha⁻¹. Procedeu-se adubação de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 5-20-20.

Os tratos culturais foram: aplicação de herbicida Imazethapyr 1,5 L ha⁻¹ com calda de 100 L ha⁻¹ em 23/12/2003; aplicação de 0,5 L ha⁻¹ de herbicida Tethraloxydin com calda de 100 L ha⁻¹ em 24/12/2003; aplicação de mistura de tanque com herbicida Tethraloxydin 0,63 L ha⁻¹ + Imazethapyr 1 L ha⁻¹ + óleo Dash 0,5 L ha⁻¹ em 200 L ha⁻¹ de calda; aplicação de inseticida Clorpirifós 0,5 L ha⁻¹ de produto comercial em 200 L ha⁻¹ de calda; aplicação de inseticida Metamidafós 0,8 L ha⁻¹ de produto comercial em 200 L ha⁻¹ de calda.

Estudou-se a presença de plantas infestantes por meio de amostra destrutiva realizada em 19/12/2003. Após contagem do número de plantas infestantes, cortou-se quadrados de 50 x 50 cm, coletando-se 5 amostras por unidade experimental (UE), que foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C durante 48 h e pesadas, originando a variável massa de plantas infestantes ha⁻¹.

Em 10/02/2004 procedeu-se a coleta de amostras para avaliação do rendimento da soja, 4 amostras de 4,8 m² por UE, fazendo-se a contagem das plantas para obtenção da população. As amostras foram trilhadas em trilhadeira estacionária, limpas e secas para obtenção do rendimento de grãos corrigidos para 13 % de umidade. Os componentes do rendimento de soja: legumes por planta, grãos por legume e peso de 1.000 grãos, foram avaliados por meio de amostras destrutivas em 19/05/2004, 5 amostras de 1 m de fileira em cada UE, procurando-se amostrar a média de população encontrada nas amostragens anteriores.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados arrançados em fatorial, com quatro repetições, totalizando 40 UEs. Os dados coletados foram analisados utilizando-se o pacote estatístico SAS versão 8.02 (2001). Quando a diferença foi significativa procedeu-se o teste F ao nível de 5%, através do Proc GLM.

Resultados e Discussão

Para bem contextualizar a discussão, é necessário se destacar resultados obtidos no período de inverno, em razão de que os efeitos das formas de condução da pastagem de azevém (duas intensidades e dois métodos de pastejo) tornaram-se o substrato para implantação da soja.

A oferta real de forragem (ORF) não diferiu ($P>0,05$) entre os métodos de pastejo, havendo diferença entre as intensidades de pastejo ($P<0,05$). Além disso, não houve interação entre métodos e intensidades de pastejo ($P>0,05$), o que era condição básica para a correta comparação entre os tratamentos propostos durante o período de inverno. Sendo assim, os valores de ORF para as intensidades de pastejo baixa (IPB) e moderada (IPM) foram, respectivamente, de 18,3 % e 9,7 % do PV.

Ainda como caracterização do período de inverno é de se destacar que a área pastejada apresentou menor massa residual de forragem quando comparada à área sem pastejo ($P<0,05$) e que as intensidades de pastejo resultaram em massas residuais diferentes ($P<0,05$) sob o solo no momento da implantação da soja, conforme é observado na Tabela 1.

As intensidades de pastejo moderada e baixa determinaram uma biomassa no momento da semeadura da soja de 798 kg e 3.084 kg de MS ha⁻¹, respectivamente. A magnitude dos valores está de acordo com situações de pastejo com cordeiros que variam entre taxas de lotações elevadas e baixas (Pontes et al., 2004). Não houve efeito para método de pastejo ($P>0,05$).

A massa de forragem no plantio reflete o manejo do pastejo ao longo do ciclo de utilização da pastagem. Portanto, a maior massa de forragem ($P<0,05$) na situação sem pastejo (8.300 kg de MS ha⁻¹) é consequência da ausência de animais. Nas áreas em

pastejo, os tratamentos distintos de intensidade promoveram massas residuais diferentes, como reflexo das taxas de lotação empregadas, pois a relação entre a massa de forragem e a taxa de lotação é inversa (Cassol, 2003; Pontes et al., 2004). Cassol (2003) relatou que, numa integração de bovinos com soja, quando se conduz o pasto em diferentes alturas por meio de taxas de lotação, ao final do período de pastejo são criadas situações distintas de biomassa residual (aérea e radicular). Bassani (1996) observou que em pasto de aveia + azevém, em área pastejada e não pastejada, a massa de forragem média foi de 1.996 e 3.043 kg de MS ha⁻¹, respectivamente.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados da produção de soja. É importante considerar, para interpretação da magnitude dos valores encontrados, ter havido forte restrição hídrica para a soja no ano em questão, no período de 20/02/04 a 10/04/04, onde a chuva acumulada no período foi de 66 mm (Martorano et al., 2004), coincidindo com o período de floração e enchimento de grãos. Foram encontradas diferenças na produção de soja quando comparados os rendimentos da área pastejada x testemunha (área não pastejada) (P<0,001) e os rendimentos entre os tratamentos provenientes das intensidades de pastejo (P<0,05).

O rendimento médio da área pastejada foi de 1.384 kg ha⁻¹, e a testemunha sem pastejo rendeu 934 kg ha⁻¹. Um dos principais efeitos dos animais em sistemas sob pastejo são as particularidades da reciclagem dos nutrientes no sistema solo-planta-animal. O acúmulo de massa no tratamento sem pastejo (quatro vezes superior) possivelmente tenha imobilizado maior quantidade de nutrientes do que aquela imobilizada nas áreas pastejadas, a despeito da adubação realizada por ocasião do plantio da soja. Assmann (2001) avaliou a produtividade do milho, cultivado em seqüência a aveia + azevém + trevo branco, com doses de N utilizadas com lotação contínua ou sem pastejo. Concluiu que as áreas pastejadas exibiram maiores produtividades que áreas onde não houve a presença do

animal, pois a disponibilidade de N, expressa em N-NO_3 (mg kg^{-1} de solo), era maior em áreas com pastejo. Isso ilustra o fato de que a reciclagem dos nutrientes dentro do sistema solo-planta-animal parece apresentar dinâmica diferente em sistemas pastejados, em especial quanto ao N. A transferência de N da pastagem via urina e fezes dos animais para a cultura sucessora diminuiu os efeitos de imobilização do nutriente na palha, favorecendo a reciclagem do N no sistema.

Os resultados demonstraram haver diferenças significativas de rendimento de soja em relação à intensidade de pastejo ($P < 0,05$), sendo que a intensidade moderada resultou em rendimento de 1.208 kg ha^{-1} , inferior aos 1.559 kg ha^{-1} obtidos na intensidade baixa. As diferenças encontradas devem ter origem na maior taxa de lotação dos tratamentos de intensidade de moderada, onde a massa de forragem era menor. A maior lotação e seu impacto por meio da manutenção de um IAF baixo, que resulta em menor produção de biomassa, tanto da parte aérea, quanto das raízes, pode limitar a absorção de nutrientes, a infiltração, as trocas gasosas e o desenvolvimento das raízes (Bicki & Siemens, 1991), refletindo-se sobre a parte aérea e o rendimento de grãos (Canarache et al., 1984). Muito embora pudesse ser sugerido que o impacto das lotações mais elevadas no rendimento da soja pudesse ser ocasionado por respostas associadas ao impacto negativo dos animais nas características físicas do solo, comentado por Moraes & Lustosa (1997), Trein et al (1991) e Bertol et al. (2000), o acompanhamento da densidade do solo e da macroporosidade neste experimento revelou não haver efeito consistente da intensidade de pastejo sobre os atributos físicos do solo. Houve diferença quanto ao parâmetro taxa de infiltração de água no solo no final do ciclo da soja, revelando que tal diferença, favorável à intensidade de pastejo baixa, não obstante, foi observada apenas no final do ciclo da soja, e não no momento da saída dos animais. É possível que essas diferenças possam ocasionar os fenômenos acima descritos no ambiente radicular, com efeito no rendimento de grãos.

A produtividade de soja é resultante da combinação dos componentes de rendimento, número médio de plantas por área, legumes por área, grãos por legume e peso médio dos grãos. A densidade populacional de plantas de soja foi maior no espaçamento de 20 cm ($P < 0,05$), com 167.659 plantas ha^{-1} , (Tabela 3). Também foi observada uma maior população de plantas ($P < 0,05$) para o método de lotação rotacionada (169.629 plantas ha^{-1}) em relação à lotação contínua (155.892 plantas ha^{-1}). No entanto, análises de regressão demonstraram a não significância entre rendimento e a população de plantas, dentro de cada fator principal.

Dentre os componentes do rendimento, legumes por planta é o de maior importância (Thomas et al., 1998). A Tabela 4 demonstra que o número de legumes de soja por planta foi diferente entre a testemunha, os métodos e intensidades de pastejo ($P < 0,05$). Entretanto, somente a presença de animais e as intensidades de pastejo utilizadas refletiram em diferenças na produção de grãos de soja. Legumes por planta foi maior (45) para a área pastejada em relação a não pastejada (28), assim como, observou-se 51 e 39 legumes por planta para as intensidades de pastejo baixa e moderada, respectivamente. Dessa forma, os tratamentos que apresentaram maior número de legumes por planta, apresentaram também maiores rendimentos de grãos (Tabela 2).

Também foi observado, para o espaçamento de 20 cm, maior número de vagens por planta ($P < 0,05$), que refletiu em rendimento 9 % superior em relação aos tratamentos conduzidos sob espaçamento de 40 cm entre fileiras. Esta diferença no rendimento não foi diferente estatisticamente ($P > 0,05$), mas indica o mesmo resultado já alcançado por outros pesquisadores demonstrando que a redução do espaçamento entre fileiras, mantendo a mesma população, aumentou o rendimento de grãos, resultado da melhor distribuição espacial das plantas na área (Ventimiglia et al, 1999).

Como última consideração, em relação aos componentes de rendimento, é demonstrado na Tabela 5 que o peso de 1.000 grãos foi maior para a área pastejada no inverno, apresentando valores da ordem de 136 g. Sendo assim, a combinação dos fatores de maior número de legumes por planta e maior peso de grãos para os tratamentos com pastejo determinaram rendimento 32,5% superior.

Quanto a avaliação de plantas infestantes, foi observado que não houve diferenças no número de plantas m^{-2} , entre as intensidades e os métodos de pastejo e entre os espaçamentos entre fileiras de soja. A matéria seca de plantas infestantes m^{-2} , aumentou de 2,19 para 7,20 g m^{-2} , (Tabela 6), entre a intensidade de pastejo baixa e moderada, respectivamente, demonstrando controle mais efetivo das infestantes, devido a maior massa residual de azevém no tratamento com intensidade de pastejo baixa no momento da semeadura direta da soja, atrasando o desenvolvimento das mesmas por sombreamento.

Conclusões

1. A presença de cordeiros em pastagem de azevém em sistema de integração lavoura pecuária favorece o rendimento de soja.
2. A intensidade de pastejo baixa aplicada durante o inverno com cordeiros, propicia maior rendimento da soja, devido ao aumento do número de legumes por planta.
3. O método de pastejo não é determinante do rendimento da soja em sucessão a pastagem.

Agradecimentos

A Empresa Agropecuária Cerro Coroado pela concessão dos animais, aos integrantes do Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo, a CAPES e CNPq.

Referências

- ASSMANN, T.S. Rendimento de milho em áreas de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. Curitiba, 2001. 80p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2001.
- BASSANI, H.J. Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não pastejada. Santa Maria: UFSM, 1996. 90f. Dissertação (Mestrado), Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.
- BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-elefante anão cv. Mott. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.5, p.1047-1054, 2000.
- BICKI, T.J.; SIEMENS, J.C. Crop response to wheel traffic soil compaction. Transactions of the ASAE, Saint Joseph, v. 34, n.3, p.909-913, 1991.
- CANARACHE, A. et al. Effect of induced compaction by wheel traffic on soil physical properties and yield of maize in Romania. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v.4, n.2, p.199-213, 1984.
- CARVALHO, P. C. F. et al. O estado da arte em integração lavoura e pecuária. In: GOTTSCHALL, C.S. et al. Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia. X Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos. Anais... ULBRA, Porto Alegre, 2005. p.7-44.
- CASSOL, L.C. Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. Porto Alegre, 2003.143p. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do solo) Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- FONTANELI, R.S. et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagem anuais de inverno, em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n. 11, p.2129-2137, 2000.
- FREITAS, T. M. S de. Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Ile de France em pastagem de azevém anual (*Lolium*

- multiflorum* Lam.) em resposta a doses de nitrogênio. 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.
- LUSTOSA, S.B.C. Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema plantio direto. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1998. 84p. Dissertação(Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, 1998.
- MARTORANO, L. G. et al. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da soja na região subtropical do Brasil, determinados em lisímetro de pesagem. In: X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología, Mar del Plata, Argentina. 13 al 15 de octubre de 2004.
- MEDEIROS, R.B.; NABINGER, C. Rendimento de sementes e forragem de azevém anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 23, n° 2, p. 245-254, 2001.
- MORAES, A.; LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, Maringá, 1997. Anais... Maringá: UEM, 1997. p.129-149.
- MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, State College. Proceedings... State College: Pennsylvania State College Press, 1952. p.1380-1385.
- PONTES, L. S.; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C.; SOARES, A.B. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 32, n.4, p. 814-820, 2003.
- PONTES, L. S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C. de F. et al. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n.3, p. 529-537, 2004.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT user's guide: statistics. 5 ed. 2001. 943 p. Version 8.02, Cary, NC, v. 2, 2001.
- THOMAS, A.L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. Ciência Rural, Santa Maria, v.28, n.4, p.543-546, 1998.
- TREIN, C.R. et al. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho após pastejo intenso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.15, n.1, p.105-111, 1991.
- VENTIMIGLIA, L. A.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.2, p.195-199, 1999.

Tabela 1. Massa de forragem residual (kg de MS ha⁻¹) nas intensidades de pastejo de pasto de azevém no sistema de integração lavoura pecuária. EEA/UFGRS, 2003/04⁽¹⁾

	Intensidades de pastejo		
	Moderada	Baixa	S /Pastejo
Massa de forragem (kg de MS ha ⁻¹)	798 ± 260,2 b	3.084 ± 673,7 a	...
Média (kg de MS ha ⁻¹)	1.941 ± 466,9 b		8.300 ± 378,4 a

Coeficiente de variação (CV) = 15,71%

⁽¹⁾ Médias, com respectivo erro padrão, seguidas de letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de médias Lsmeans (SAS, 2001) a 5% de significância.

Tabela 2. Produção de grãos de soja (kg ha^{-1}) nas intensidades de pastejo em sistema de integração lavoura pecuária. EEA/UFRGS, 2003/04 ⁽¹⁾

Atributo avaliado	Intensidades de pastejo		
	Moderada	Baixa	S /Pastejo
Produção de soja (kg ha^{-1})	1.208 \pm 285 b	1.559 \pm 394 a	...
Média (kg ha^{-1})	1.383 \pm 339 a		934 \pm 375 b

Coefficiente de variação (CV) = 22,55%

⁽¹⁾ Médias, com respectivo erro padrão, seguidas de letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de médias Lsmeans (SAS, 2001) a 5% de significância.

Tabela 3. População de soja (plantas ha⁻¹) nos espaçamentos de 20 e 40 cm entre fileiras em semeadura direta em sistema de integração lavoura pecuária. EEA/UFRGS, 2003/04⁽¹⁾

Atributo avaliado	20 cm		40 cm	
	Com pastejo	Sem pastejo	Com pastejo	Sem pastejo
Plantas ha ⁻¹	181.021 ± 14.829	154.297 ± 7.670	144.499 ± 22.379	150.130 ± 17.479
Média	167.659 ± 11.249 a		147.315 ± 19.929 b	

Coefficiente de variação (CV) = 11,50%

⁽¹⁾ Médias, com respectivo erro padrão, seguidas de letras iguais na coluna não diferem significativamente pelo teste de médias Lsmeans (SAS, 2001) a 5% de significância

Tabela 4. Legumes por planta de soja nos métodos e intensidades de pastejo em sistema de integração lavoura pecuária. EEA/UFRGS, 2003/04 ⁽¹⁾

Método de pastejo	Intensidade de pastejo			Média
	Moderada	Baixa	Sem pastejo	
Contínuo	43 ± 6,9 b	57 ± 9,4 a	...	50 ± 8,1 A
Rotacionado	35 ± 8,7 a	44 ± 13,1 a	...	40 ± 10,9 B
Média	39 ± 7,8 b	51 ± 11,2 a	...	...
Média	45 ± 9,5 a		28 ± 11,1 b	...

Coefficiente de variação (CV) = 25,9 %

⁽¹⁾ Médias com respectivo erro padrão, seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas iguais na coluna, não diferem significativamente pelo teste de médias Lsmeans (SAS, 2001) a 5% de significância.

Tabela 5. Peso de 1000 grãos de soja (g) nos tratamentos impostos à pastagem de azevém em sistema de integração lavoura pecuária. EEA/ UFRGS, 2003/04 ⁽¹⁾

Atributo avaliado	Intensidades de pastejo		
	Moderada	Baixa	S /Pastejo
Peso de 1000 grãos (g)	135,0 ± 13,3 a	137,2 ± 12,1 a	
<u>Média (g)</u>	136,1 ± 12,7 a		112,5 ± 13,0 b

Coeficiente de variação (CV) = 10,02%

⁽¹⁾ Médias, com respectivo erro padrão, seguidas de letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de médias Lsmeans (SAS, 2001) a 5% de significância.

Tabela 6. Matéria seca de plantas infestantes (g m^{-2}) na soja nos métodos e intensidades de pastejo em sistema de integração lavoura pecuária. EEA/UFRGS, 2003/04 ⁽¹⁾

Método de pastejo	Intensidade de pastejo			Média
	Moderada	Baixa	Sem pastejo	
Contínuo	6,68 ± 0,99 a	2,26 ± 0,36 b	...	4,47 ± 0,68 A
Rotacionado	7,71 ± 0,89 a	2,11 ± 0,38 b	...	4,91 ± 0,64 A
Média	7,20 ± 0,94 a	2,19 ± 0,37 b	...	...
Média	4,70 ± 0,66 a		2,68 ± 0,48 b	...

Coefficiente de variação (CV) = 45,1 %

⁽¹⁾ Médias com respectivo erro padrão, seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas iguais na coluna, não diferem significativamente pelo teste de médias Lsmeans (SAS, 2001) a 5% de significância.

CAPÍTULO 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No sistema de integração lavoura pecuária, a chave do sucesso depende de um bom manejo da pastagem. Este determina o êxito do sistema de semeadura direta da cultura de verão subsequente, onde a quantidade de massa residual de forragem e o uso de intensidades de pastejo adequadas, independentemente do método de pastejo utilizado, são de importância fundamentais na manutenção das características físicas de solo. As características da cobertura vegetal determinam o grau do impacto das gotas da chuva, do casco do animal no solo, onde uma boa cobertura vegetal pode formar uma espécie de “colchão” de proteção evitando, desta forma, o chamado selamento superficial do solo.

No trabalho de avaliação das características físicas de solo houve diferenças significativas em alguns parâmetros analisados, como o índice de cone de 0 a 10 cm, a infiltração constante de água no solo e a quantidade de massa radicular de azevém. Esses resultados devem ser interpretados de forma global, pois não ocorreram variações na densidade e macroporosidade do solo demonstrando não haver impedimento físico, quanto a esses parâmetros, para o desenvolvimento e produção da pastagem de azevém e da cultura da soja subsequente. O pisoteio animal não provocou compactação do solo nas camadas superficiais analisadas, demonstrando que a menor produção da cultura da soja no tratamento de maior intensidade de pastejo foi ocasionada por um conjunto de fatores não detectados pela metodologia empregada. Consequentemente, não foi

possível, de forma consistente, associar o menor rendimento da soja à maior intensidade de pastejo por meio dos parâmetros de monitoramento escolhidos.

As características físicas do solo deveriam ser analisadas não somente por meio de parâmetros quantitativos, mas também por parâmetros qualitativos, a fim de inferir na qualidade do espaço aéreo do solo e no nível de agregação de partículas que é proporcionado pelos microorganismos e pelo material orgânico presente no solo. Além disso, seria importante se inferir também sobre os efeitos de selamento superficial, parâmetro esse que tem influência direta na permeabilidade de água e na aeração do solo.

Nesta safra de 2003/2004 ocorreu uma estiagem prolongada, apêndice 15 coincidindo com o estágio de florescimento e enchimento de grãos na cultura da soja, diminuindo muito o potencial produtivo da cultura. Apesar disso, foi possível observar diferenças na produção da soja determinadas exclusivamente pelo efeito principal da intensidade de pastejo, o que demonstra claramente que o determinante do sucesso do sistema de integração lavoura pecuária não é o método de pastejo utilizado, e sim o manejo da intensidade de pastejo ou, em outras palavras, da taxa de lotação.

A diferença na produção da soja pode estar associada à qualidade estrutural superior do solo, formada ao longo do ciclo de pastejo no tratamento de intensidade de pastejo baixa. O aumento de massa radicular de azevém na profundidade de 2,5 a 10,0 cm pode ter influenciado direta e indiretamente a diminuição de resistência à penetração no solo (índice de cone de 0 - 10 cm), observada no período de saída dos cordeiros, e no aumento da infiltração de água

no solo ao final do ciclo da soja, demonstrando uma maior permeabilidade no perfil.

Essa diminuição na resistência à penetração do solo pode facilitar o estabelecimento e o crescimento radicular da soja, principalmente no estágio inicial, já que ao final da cultura da soja não se observaram diferenças neste parâmetro.

Quanto à taxa de infiltração no período de saída dos animais da área experimental, cabe salientar que ocorrem diferenças de ciclo na pastagem do azevém sob diferentes métodos de pastejo, onde em lotação contínua o azevém encontrava-se quase todo senescido, enquanto que em lotação rotacionada o azevém continha perfilhos em estágio vegetativo, rebrotando no final do ciclo de pastejo. Outra questão merecedora de destaque é que a avaliação na lotação rotacionada foi realizada após 15 a 18 dias de descanso, em função do posicionamento anterior da estaca para avaliação das características físicas de solo. Para evitar este confundimento entre métodos de pastejo, a avaliação de infiltração deveria ter sido feita em períodos diferentes, para avaliar a influência do método de pastejo.

A influência de maior ou menor nível de selamento superficial, observado visualmente, poderia ser um parâmetro importante a ser avaliado por meio do método de simulação de chuva artificial, onde se determina a infiltração e o escoamento superficial. Com isso poder-se-ia avaliar o possível impedimento do selamento superficial, ocasionado por intensidades de pastejo mais elevadas. No tipo de solo arenoso em questão, a influência do selamento superficial pode

ser mais importante que a própria compactação superficial para sistemas de integração lavoura pecuária.

O espaçamento entre fileiras na soja, de 20 e 40 cm, não apresentou diferenças estatísticas na produção, mesmo ocorrendo um aumento geral de 9 % para o tratamento 20 cm. Isto pode ser devido ao tamanho da área experimental, onde o nível de uniformidade de terreno deveria ser maior para avaliar este efeito.

Com o objetivo de se ter uma referência, uma área anexa ao experimento foi estabelecida para ser uma testemunha sem pastejo, que acabou não fazendo parte do delineamento fatorial por impedimentos de cunho estatístico. Apesar disso, é interessante constatar que o rendimento da área sem pastejo foi inferior quando comparado às áreas pastejadas. De qualquer forma, isto não é de fácil explicação. É possível que tenha havido uma influência do solo no local que não tenha sido detectada anteriormente, ou mesmo um excesso de palha nas condições específicas de ocorrência do plantio. O fato é que, para que se tivesse uma maior segurança, deveriam ser incluídas áreas sem pastejo, anexas a cada unidade experimental, de forma a compor o delineamento fatorial e verificar, de forma cabal, a ocorrência ou não deste fenômeno.

O emprego das técnicas de avaliação de atributos do solo para a comparação adequada entre métodos de pastejo mostrou-se difícil, pois, do ponto de vista espacial e temporal, os métodos diferem em relação ao efeito instantâneo do animal. Conseqüentemente, dependendo do local amostrado, os efeitos recentes de curto prazo do pastejo poderão ser bastante distintos entre os métodos. Por exemplo, uma amostragem no dia da saída dos animais nas áreas

sob lotação contínua poderia amostrar locais que os animais tivessem pastejado naquele mesmo dia. No entanto, no método com lotação rotacionada, dependendo do sub-potreiro amostrado, o número de dias sem pastejo no dia da saída dos animais poderia ser, neste experimento, de até 22 dias. Portanto, associado à problemática corrente de insuficiência de unidades amostrais, há sempre dificuldade em se estabelecer um procedimento que não incuta erros para adequada comparação entre métodos.

Um discernimento importante para o conceito geral dos resultados obtidos é que nada leva a crer, seja pelas observações empíricas, seja pelo apoio da literatura, que os resultados observados neste experimento estejam associados especificamente ao tipo de animal utilizado. Neste contexto, acredita-se que este experimento tenha contribuído para preencher uma importante lacuna de conhecimento com relação ao efeito dos métodos de pastejo em sistemas de integração lavoura pecuária. Foi demonstrada a preponderância do impacto da intensidade de pastejo sobre o método de pastejo no que diz respeito à produção de soja subsequente. Consequentemente, a escolha do método de condução do pastejo durante o inverno deverá se basear em razões outras que não tenham a ver com o impacto do método de pastejo no rendimento da lavoura em sucessão.

O modelo de integração deu também pistas importantes de que áreas sem pastejo no inverno não produzem mais do que as áreas com pastejo. Em outras palavras, não há justificativas para que os períodos e áreas entre lavouras de verão não sejam utilizadas por animais em pastejo. Por se tratar de um tipo de rotação pouco comum, e dada a escala espacial da mesma, acredita-

se que ela possa ser particularmente bem utilizada em pequenas propriedades, onde a terminação dos cordeiros pode ser feita em áreas relativamente diminutas quando comparadas àquelas necessárias para bovinos.

Por último, e uma vez que a intensidade de pastejo tenha se mostrado como variável fundamental no sistema, seria importante que as fileiras de pesquisa focassem a definição dos níveis adequados de biomassa residual para a lavoura de verão. Ao contrário dos sistemas que não têm a presença de animais, os sistemas integrados utilizam a forragem que se tornaria palha para a produção animal. Portanto, haveria que se deixar somente a quantidade mínima de biomassa necessária para a lavoura subsequente. No entanto, essa questão certamente não poderia ser abordada de forma tão simples. A natureza e a dinâmica da ciclagem de nutrientes em sistemas que envolvem a presença de animais, sabe-se, é muito diferente e pouco estudada, provavelmente afetando a definição dos níveis de biomassa necessários para a lavoura em sucessão. Reside aí, sem dúvida, uma necessidade de avanço para as pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEGRE, J. C.; LARA, P. D. Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas de suelos de la region tropical humeda de Peru. *Pasturas Tropicales*, Cali, v.13, p.18-23, 1991.

ALVES, S.J.; MORAES, A. Manejo de pastagens em sistema de integração lavoura-pecuária. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002, Pato Branco. Anais... Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p.103-108.

ASSMANN, A.L. et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.33, n.1, p.37-44, 2004.

ASSMANN, T.S. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.27, n.4, p. 675-683, 2003.

ASSMANN, T.S. Rendimento de milho em áreas de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. Curitiba : UFPR, 2001. 80 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

BASSANI, H.J. Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não pastejada. Santa Maria : UFSM, 1996. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) -Departamento de Solos, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

BELTRAME, L.F.S.; GONDIM, L.A.P.; TAYLOR, J.C. Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.5, p. 145-149, 1981.

BERTOL, I.; GOMES K.E.; DENARDIN, R.B.N.; MACHADO L.A.Z.; MARASCHIN G.E. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.5, p. 779-786, 1998.

BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-elefante anão cv. Mott. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.5, p.1047-1054, 2000.

BICKI, T.J.; SIEMENS, J.C. Crop response to wheel traffic soil compaction. Transactions of the ASAE, Saint Joseph, v. 34, n.3, p.909-913, 1991.

BLASER, R.E. Efecto del animal sobre la pastura. In: PALADINES, O.L. (ed.). Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas. Montevideo: IICA, 1966. p.1-29.

BONA FILHO, A. Integração lavoura x pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença de trevo branco, pastejo e nitrogênio. Curitiba : UFPR, 2002. 105 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Setor de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

BOUMA, J. Guide to the study of water movement in soil pedons above the watertable. Madison: University of Wisconsin, 1973. 194p.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.

CANARACHE, A. et al. Effect of induced compaction by wheel traffic on soil physical properties and yield of maize in Romania. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v.4, n.2, p.199-213, 1984.

CARVALHO, P. C. F. et al. O estado da arte em integração lavoura e pecuária. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 10., 2005, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ULBRA, 2005. p.7-44.

CARRASCO, P. J. Efeito da compactação sobre as propriedades físicas do solo, crescimento e rendimento do girassol. 1989. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

CASSOL, L.C. Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. 2003.143 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CAUDURO, F.A.; DORFMAN, R. Manual de ensaios de laboratórios e de irrigação e drenagem. Porto Alegre : IPH-UFRGS, 1986. 216 p.

CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.7, n.2, p.197-201, 1983.

COIMBRA, C.H. Avaliação da compactação de um latossolo Bruno utilizado em integração lavoura-pecuária. Curitiba : UFPR, 1998. 84 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.**

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3.ed. Passo Fundo: SBCS – Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.

CONAB. Terceiro levantamento de avaliação da safra 2004/2005: fevereiro de 2005. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/download/safra/3levantamentoPlantio.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2005. 14:20.

CORREIA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de uma latossolo amarelo da Amazônia Central. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.30, n.1, p.107-114, 1995.

DULEY, F.L. Surface factors affecting the rate of intake of water by soils. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, v.4, p.60-64, 1939.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FILHO, R.C.C.; QUADROS, F.L.F. Produção animal em misturas forrageiras de estação fria semeadas em uma pastagem natural. Ciência Rural, Santa Maria, v.25, n.2, p.289-293, 1995.

FLORES, J.P.C. Atributos de solo e rendimento de soja em um sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo em plantio direto com aplicação de calcário na superfície. 2004. 74 f. **Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.**

FONTANELI, R.S. et al. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagem anuais de inverno, em sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.11, p.2129-2137, 2000.

FREITAS, T. M. S de. Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Ile de France em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em resposta a doses de nitrogênio. 2003. 123 f. **Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.**

GENRO JUNIOR et al. Variabilidade natural da resistência à penetração de um Latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, p.477-484, 2004.

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

KOCHHANN, R. A. Alterações das características físicas, químicas e biológicas do solo sob sistema de plantio direto. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 1996, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo, 1996. p.17-25.

LARSON, W.E. et al. Compression of agricultural soils from eight soils orders. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.44, n.3, p.450-557, 1980.

LUSTOSA, S.B.C. Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema plantio direto. Curitiba : UFPR, 1998. 84 f. *Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo)* - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

MARTORANO, L. G. et al. Potencial da água e teor de clorofila em folhas de soja em resposta à sistemas de cultivo e irrigação. In: REUNIÓN ARGENTINA Y LATINOAMERICANA DE AGROMETEOROLOGÍA, 2004, Mar del Plata. *Resumos Expandidos...* Mar del Plata, 2004. 1 CD-Rom.

MEDEIROS, R.B.; NABINGER, C. Rendimento de sementes e forragem de azevém anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 245-254, 2001.

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

MORAES, A.; LESAMA, M.F.; ALVES, S.J. 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. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002, Pato Branco. Anais... Pato Branco: CEFET- PR, 2002. p. 3-42.

MORAES, A.; LUSTOSA, S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 1997. p.129-149.

MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, State College. Proceedings... State College: Pennsylvania State College Press, 1952. p.1380-1385.

MURPHY, W.M. et al. Cattle and sheep effects on soil organisms, fertility and compactation in a smooth-stalked meadowgrass-dominant white clover sward. Grass and Forage Science, Oxford, v. 50, p.191-194, 1995.

PANIGATTI, J.L. Las rotaciones agrícolas con pastura en la pampa húmeda de Argentina. Revista INIA de Investigaciones Agronómicas, Montevideo, v.1, n.2, p.215-225, 1992.

PONTES, L. S.; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C.; SOARES, A.B. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 32, n.4, p. 814-820, 2003.

PONTES, L. S.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C. de F. et al. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 33, n.3, p. 529-537, 2004.

SALTON, J.C. et al. Pastoreio de aveia e compactação do solo. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v.69, p.32-34, 2002.

SAS Institute. System for Information, versão 8.02. Cary, 2001. 1 CD-Rom

SECCO, D. Estados de compactação de dois latossolos sob plantio direto e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas. Santa Maria : UFSM, 2003. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) - Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

SILVA, A.P. et al. Evaluation soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v.70, n.1, p.83-90, 2003.

SILVA, V. R. et al. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.1, p.191-199, 2000.

SMITH, C.W. et al. Assessing the compaction susceptibility of South African forestry soils. II. Soil properties affecting compactibility and compressibility. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.43, n.3/4, p.335-354, 1997.

SOANE, B.D.; OUWERKERK, C. van. Soil compaction problems in world agriculture. In: SOANE, B. D.;OUWERKERK, C. van. *Soil compaction in crop production*. Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 1-21.

TAYLOR, H.M. et al. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. *Soil Science*, Amsterdam, v.102, p.18-22, 1966.

TAYLOR. H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.19, n.1, p.111-119, 1991.

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.28, n.4, p.543-546, 1998.

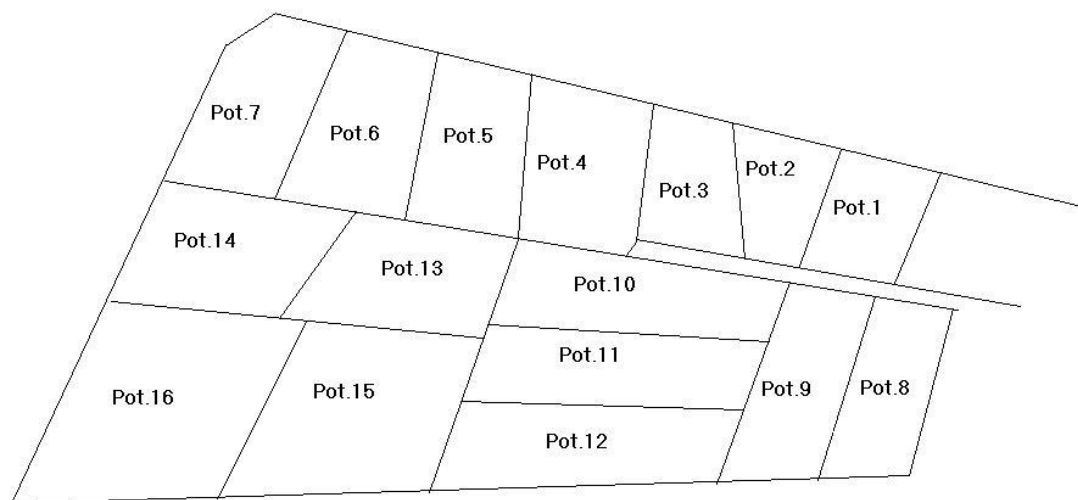
TREIN, C.R. et al. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia + trevo/milho após pastejo intenso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.15, n.1, p.105-111, 1991.

UHDE, L.T. et al. Comportamento da sucessão trevo/milho, em área com e sem pastejo intensivo, sob diferentes métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.20, n.3, 493-501, 1996.

VENTIMIGLIA, L. A.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.2, p.195-199, 1999.

APÊNDICES

Apêndice 1. Croquis da área experimental e disposição dos potreiros (unidades experimentais) nos tratamentos nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM). EEA/UFRGS,2003.



Tratamento	Potreiro	Repetição	Área (ha)
LCB	15	1	0,31
	12	2	0,25
	2	3	0,27
	16	4	0,41
LCM	5	1	0,26
	4	2	0,28
	1	3	0,27
	8	4	0,27
	14	1	0,23
LRB	7	2	0,27
	11	3	0,25
	13	4	0,24
	9	1	0,25
LRM	6	2	0,24
	10	3	0,27
	3	4	0,27

Apêndice 2. Análise de solo da área experimental. EEA/UFRGS, 2003.

Blocos	Argila	PH	Índice	P	K	M.O.	Al _{trocável}	Ca _{trocável}	Mg _{trocável}
	%	H ² O	SMP	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	%	cmol _c L ⁻¹	cmol _c L ⁻¹	cmol _c L ⁻¹
Bloco I	21	5,3	6,2	13	149	2,7	0,3	2,1	1,2
Bloco II	17	5,4	6,3	15	138	2,9	0,2	2,4	1,2
Bloco III	21	5,2	6,1	13	125	3	0,4	2	1,2
Bloco IV	17	5,2	6,1	13	128	2,9	0,4	2	1,2
Média	19,0	5,3	6,2	13,5	135,0	2,9	0,3	2,1	1,2

	Al + H	CTC	RELAÇÕES				
	cmol _c L ⁻¹	cmol _c L ⁻¹	% SAT da CTC	Bases	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
Bloco I	3	6,7	55	4,5	1,8	5	3,1
Bloco II	2,7	6,7	59	3	2	7	3,4
Bloco III	3,3	6,8	52	5,9	1,7	6	3,7
Bloco IV	3,3	6,8	52	5,9	1,7	6	3,7
Média	3,1	6,8	54,5	4,8	1,8	6,0	3,5

Apêndice 3. Infiltração constante de água no solo por repetição e período da fase de integração lavoura pecuária, onde período 1 (entrada dos animais na área experimental), período 2 (saída dos animais da área experimental), período 3 (final cultura da soja), e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, março de 2003 a maio de 2004.

Tratamento	Repetição	Infiltração de água		
		Período 1 04/07/03	Período 2 15/11/03	Período 3 22/06/04
		..... mm h ⁻¹		
LCIPM	1	21,0	66	-
	2	78,0	52	82
	3	24,0	44	86
	4	88,0	42	114
Média		52,8	51,0	94,0
LCIPB	1	39,0	48	-
	2	16,0	70	108
	3	24,0	40	126
	4	63,0	57	-
Média		35,5	53,7	117,0
LRIPM	1	40,0	96	76
	2	42,0	72	76
	3	48,0	76	60
	4	78,0	76	100
Média		52,0	80,0	78,0
LRIPB	1	18,0	116	-
	2	64,0	70	110
	3	66,0	124	118
	4	60,0	30	152
Média		52,0	85,0	126,7

Apêndice 4. Densidade do solo na profundidade de 0 a 2,5 cm por repetição e período da fase de integração lavoura pecuária, onde período 1 (entrada dos animais na área experimental), período 2 (saída dos animais da área experimental), período 3 (final cultura da soja), e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, março de 2003 a maio de 2004.

Tratamento	Repetição	Densidade do Solo		
		Período 1 19/03/03	Período 2 05/11/03	Período 3 17/05/04
		..... Mg m ⁻³		
LCIPM	1	1,52	1,35	1,42
	2	1,40	1,47	1,35
	3	1,51	1,53	1,30
	4	1,46	1,42	1,42
Média		1,47	1,44	1,37
LCIPB	1	1,44	1,43	1,58
	2	1,29	1,32	1,49
	3	1,39	1,41	1,30
	4	1,38	1,42	1,49
Média		1,38	1,40	1,47
LRIPM	1	1,52	1,42	1,50
	2	1,56	1,38	1,46
	3	1,41	1,34	1,34
	4	1,51	1,52	1,27
Média		1,50	1,42	1,40
LRIPB	1	1,49	1,47	1,41
	2	1,45	1,36	1,39
	3	1,32	1,34	1,40
	4	1,56	1,49	1,53
Média		1,45	1,42	1,43

Apêndice 5. Densidade do solo na profundidade de 2,5 a 5,0 cm por repetição e período da fase de integração lavoura pecuária, onde período 1 (entrada dos animais na área experimental), período 2 (saída dos animais da área experimental), período 3 (final cultura da soja), e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, março de 2003 a maio de 2004.

Tratamento	Repetição	Densidade do Solo		
		Período 1 19/03/03	Período 2 05/11/03	Período 3 17/05/04
		..... Mg m ⁻³		
LCIPM	1	1,58	1,50	1,58
	2	1,51	1,57	1,64
	3	1,51	1,60	1,60
	4	1,62	1,52	1,54
Média		1,56	1,58	1,55
LCIPB	1	1,59	1,58	1,60
	2	1,53	1,55	1,56
	3	1,63	1,50	1,45
	4	1,46	1,58	1,58
Média		1,55	1,56	1,62
LRIPM	1	1,69	1,51	1,62
	2	1,57	1,51	1,63
	3	1,55	1,62	1,54
	4	1,62	1,59	1,48
Média		1,61	1,57	1,54
LRIPB	1	1,56	1,60	1,65
	2	1,59	1,61	1,50
	3	1,64	1,60	1,56
	4	1,59	1,61	1,62
Média		1,59	1,55	1,58

Apêndice 6. Macroporosidade do solo na profundidade de 0 a 2,5 cm por repetição e período da fase de integração lavoura pecuária, onde período 1 (entrada dos animais na área experimental), período 2 (saída dos animais da área experimental), período 3 (final cultura da soja), e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, março de 2003 a maio de 2004.

Tratamento	Repetição	Macroporosidade do Solo		
		Período 1 19/03/03	Período 2 05/11/03	Período 3 17/05/04
		..... m ³ m ⁻³		
LCIPM	1	11,90	15,14	9,05
	2	16,62	10,71	9,73
	3	8,71	10,99	11,52
	4	16,19	15,11	14,60
Média		13,35	12,99	11,22
LCIPB	1	7,59	11,40	5,86
	2	18,69	13,19	12,99
	3	11,79	13,44	9,87
	4	11,39	12,71	7,15
Média		12,36	12,69	8,97
LRIPM	1	12,80	13,24	7,99
	2	12,63	14,76	8,15
	3	17,84	15,29	9,81
	4	8,80	13,16	15,42
Média		13,02	14,11	10,34
LRIPB	1	11,88	12,92	9,54
	2	10,38	14,07	14,05
	3	12,62	18,31	16,39
	4	9,02	11,34	7,20
Média		10,97	14,16	11,80

Apêndice 7. Macroporosidade do solo na profundidade de 2,5 a 5,0 cm por repetição e período da fase de integração lavoura pecuária, onde período 1 (entrada dos animais na área experimental), período 2 (saída dos animais da área experimental), período 3 (final cultura da soja), e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, março de 2003 a maio de 2004.

Tratamento	Repetição	Macroporosidade do Solo		
		Período 1 19/03/03	Período 2 05/11/03	Período 3 17/05/04
		..... m ³ m ⁻³		
LCIPM	1	8,52	10,12	7,76
	2	11,44	13,03	4,82
	3	13,33	11,96	3,43
	4	9,17	12,55	13,80
Média		10,61	11,31	8,73
LCIPB	1	6,72	11,74	7,88
	2	9,64	10,60	11,64
	3	9,09	11,15	13,57
	4	10,23	9,99	5,94
Média		8,92	11,63	6,27
LRIPM	1	9,07	11,62	3,82
	2	12,40	11,97	3,84
	3	11,40	9,39	10,13
	4	6,96	12,70	9,89
Média		9,96	11,45	9,13
LRIPB	1	10,16	10,92	4,77
	2	9,60	11,25	11,00
	3	10,66	10,49	8,37
	4	6,79	12,74	7,80
Média		9,30	11,16	7,98

Apêndice 8. Índice de Cone na profundidade de 0 a 10 cm por repetição e período da fase de integração lavoura pecuária, onde período 1 (entrada dos animais na área experimental), período 2 (saída dos animais da área experimental), período 3 (final cultura da soja), e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, março de 2003 a maio de 2004.

Tratamento	Repetição	Índice de Cone		
		Período 1 11/07/03	Período 2 15/11/03	Período 3 04/08/04
		..... MPa		
LCIPM	1	2,97	1,97	3,07
	2	2,26	1,65	3,36
	3	1,34	2,04	2,98
	4	1,57	1,60	2,69
Média		2,03	1,82	3,02
LCIPB	1	1,51	1,84	3,02
	2	1,97	1,42	3,51
	3	1,93	1,76	3,08
	4	1,96	1,59	2,75
Média		1,84	1,65	3,09
LRIPM	1	2,05	1,81	3,12
	2	1,83	1,63	2,61
	3	2,02	1,92	3,10
	4	1,79	1,74	3,09
Média		1,92	1,78	2,98
LRIPB	1	1,46	1,49	3,11
	2	1,70	1,56	3,51
	3	2,17	1,62	3,01
	4	1,95	1,73	2,61
Média		1,82	1,60	3,06

Apêndice 9. Índice de Cone na profundidade de 10 a 20 cm por repetição e período da fase de integração lavoura pecuária, onde período 1 (entrada dos animais na área experimental), período 2 (saída dos animais da área experimental), período 3 (final cultura da soja), e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, março de 2003 a maio de 2004.

Tratamento	Repetição	Índice de Cone		
		Período 1 11/07/03	Período 2 15/11/03	Período 3 04/08/04
		..... MPa		
LCIPM	1	2,67	2,65	3,10
	2	2,07	1,43	3,50
	3	1,72	1,86	3,20
	4	1,89	1,64	2,80
Média		2,09	1,89	3,15
LCIPB	1	1,50	2,25	3,41
	2	1,90	1,83	3,82
	3	1,76	2,04	3,06
	4	1,99	1,49	3,01
Média		1,79	1,90	3,32
LRIPM	1	1,87	1,57	2,91
	2	1,89	1,72	2,68
	3	2,06	2,27	3,42
	4	1,91	1,80	3,33
Média		1,93	1,84	3,08
LRIPB	1	1,75	2,28	3,07
	2	1,75	1,52	3,95
	3	1,97	2,03	3,39
	4	1,84	2,02	2,51
Média		1,83	1,96	3,23

Apêndice 10. Massa radicular de azevém estratificada por profundidades, por repetição e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, 28/10/2003.

Tratamento	Repetição	Massa radicular			
		Profundidade 0 - 2,5 cm	Profundidade 2,5 - 5,0 cm	Profundidade 5,0 - 10 cm	Profundidade 10 - 20 cm
		..... Kg de MS ha ⁻¹			
LCIPM	1	4.105,84	568,26	470,33	517,95
	2	4.492,16	473,02	339,16	360,27
	3	4.478,68	465,84	424,96	353,98
	4	5.871,25	567,36	422,26	318,94
Média		4.736,98	518,62	414,18	387,79
LCIPB	1	5.291,77	511,66	457,75	371,50
	2	4.644,89	686,85	512,11	374,65
	3	4.972,82	732,67	605,09	461,79
	4	6.194,69	1186,38	651,81	514,80
Média		5.276,04	779,39	556,69	430,69
LRIPM	1	4.680,83	725,03	444,27	353,53
	2	3.602,71	487,40	341,85	276,27
	3	5.103,10	616,32	411,48	373,75
	4	3.926,15	422,71	301,87	379,59
Média		4.328,20	562,87	374,87	345,78
LRIPB	1	4.478,68	848,57	469,43	428,10
	2	3.216,39	565,56	295,13	339,61
	3	3.795,88	755,58	474,82	410,13
	4	6.275,55	874,62	782,98	646,42
Média		4.441,62	761,08	505,59	456,07

Apêndice 11. Massa residual de azevém, por repetição e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB) e sem pastejo (Testemunha). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, novembro 2003.

Tratamento	Repetição	Massa residual de azevém	
		..... Kg de MS ha ⁻¹	
LCIPM	1		1.026
	2		460
	3		480
	4		580
Média			637
LCIPB	1		3.300
	2		2.690
	3		2.210
	4		2.470
Média			2.668
LRIPM	1		790
	2		840
	3		1.340
	4		870
Média			960
LRIPB	1		2.980
	2		4.480
	3		3.970
	4		2.560
Média			3.498
Testemunha	1		7.900
	2		8.560
	3		8.060
	4		8.680
Média			8.300

Apêndice 12. Número e matéria seca de plantas indesejáveis, por repetição, espaçamento entre fileiras de soja e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB) e sem pastejo (Testemunha). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, 19/12/2004.

Tratamento	Repetição	Plantas indesejáveis		Matéria seca	
		Espaçamento soja 20 cm.....Plantas m ²	Espaçamento soja 40 cm.....Plantas m ²	Espaçamento soja 20 cm g m ²	Espaçamento soja 40 cm g m ²
LCIPM	1	69	88	4,90	7,92
	2	46	43	10,13	7,61
	3	47	71	5,48	7,93
	4	41	77	5,15	4,27
Média		51	70	6,42	6,93
LCIPB	1	35	94	1,28	4,34
	2	31	27	1,41	0,68
	3	40	29	2,50	2,19
	4	58	128	2,29	3,35
Média		41	70	1,87	2,64
LRIPM	1	34	74	10,0	9,5
	2	39	61	7,2	13,5
	3	13	30	2,8	4,1
	4	63	55	4,5	10,0
Média		37	55	6,10	9,27
LRIPB	1	35	23	4,76	2,31
	2	35	158	0,90	2,07
	3	33	81	1,84	1,95
	4	26	42	1,97	1,07
Média		32	76	2,37	1,85
Testemunha	1	45	85	4,18	2,74
	2	70	69	1,71	1,57
	3	30	51	1,60	1,96
	4	64	57	5,28	2,35
Média		52	66	3,19	2,15

Apêndice 13. População e produção de soja, por repetição, espaçamento entre fileiras de soja e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB) e sem pastejo (Testemunha). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, Safra 2003/2004.

Tratamento	Repetição	População		Produção	
		Espaçamento soja 20 cm.....Plantas ha ⁻¹	Espaçamento soja 40 cm	Espaçamento soja 20 cm	Espaçamento soja 40 cm Kg ha ⁻¹
LCIPM	1	166.667	170.833	1.134,5	1.865,2
	2	165.625	154.167	1.165,0	1.018,7
	3	179.688	134.896	1.194,3	1.411,8
	4	190.625	128.125	1.344,0	690,0
Média		175.651	147.005	1.209,5	1.246,4
LCIPB	1	165.625	142.708	1.254,2	1.341,5
	2	196.354	169.792	1.806,0	1.525,1
	3	216.667	128.646	1.402,1	1.579,8
	4	175.000	123.958	2.041,2	1.825,0
Média		188.411	141.276	1.625,9	1.567,8
LRIPM	1	158.333	153.125	981,9	1.255,5
	2	181.771	148.958	763,6	1.034,5
	3	168.750	191.667	1.417,9	1.093,6
	4	170.833	109.375	1.725,9	1.227,3
Média		169.922	150.781	1.222,3	1.152,7
LRIPB	1	184.896	161.979	932,5	808,7
	2	200.521	138.021	1.852,0	1.115,9
	3	184.896	150.000	1.810,1	1.538,3
	4	190.104	105.729	2.300,4	1.808,9
Média		190.104	138.932	1.723,7	1.317,9
Testemunha	1	148.438	132.813	1.125,6	278,7
	2	155.729	137.500	658,4	1.048,0
	3	164.583	163.021	907,7	758,0
	4	148.438	167.188	1.282,3	1.410,4
Média		154.297	150.130	993,5	873,8

Apêndice 14. Componentes do rendimento de soja, número de legumes por planta, número de grãos por legume e peso de 1000 grãos, por repetição, espaçamento entre fileiras de soja e nos tratamentos lotação contínua intensidade de pastejo moderada (LCIPM), lotação contínua intensidade de pastejo baixa (LCIPB), lotação rotacionada intensidade de pastejo moderada (LRIPM), lotação rotacionada intensidade de pastejo baixa (LRIPB) e sem pastejo (Testemunha). EEA-UFRGS, Eldorado do Sul, Safra 2003/2004.

Tratamento	Repetição	Componentes do rendimento					
		20 cm ...Legumes planta ⁻¹ ...	40 cm	20 cm.....Grãos legume ⁻¹	40 cm	20 cm Peso 1000 grãos (g)	40 cm
LCIPM	1	47	42	1,65	1,93	121	136
	2	44	30	1,74	1,55	130	123
	3	51	35	1,88	2,08	133	145
	4	43	54	2,04	1,95	150	137
Média		46	40	1,83	1,88	134	135
LCIPB	1	56	32	1,83	2,03	133	130
	2	61	64	1,71	1,72	157	142
	3	59	64	1,73	1,87	152	154
	4	60	61	1,99	2,02	136	129
Média		59	55	1,82	1,91	144	139
LRIPM	1	41	25	1,86	1,70	132	115
	2	46	35	1,83	1,91	148	128
	3	46	38	1,73	1,89	162	136
	4	21	31	1,78	1,71	118	146
Média		39	32	1,80	1,80	140	131
LRIPB	1	61	53	1,83	1,64	138	125
	2	39	40	1,79	1,72	126	148
	3	38	19	1,88	1,65	118	120
	4	53	49	1,87	1,70	139	148
Média		48	40	1,84	1,68	130	135
S/pastejo	1	41	21	1,73	1,58	122	95
	2	25	22	1,66	1,67	101	110
	3	40	41	2,05	1,84	131	109
	4	32	5	1,93	1,28	140	92
Média		34	22	1,84	1,59	123	102

Apêndice 15. Precipitação pluviométrica no período de 20/11/03 a 30/04/04 na Estação Experimental Agronômica em Eldorado do Sul - RS, fornecido pelo Departamento de Agrometeorologia – UFRGS.

DIA	Decêndios	Chuva normal (mm)	Chuva (mm)
20 - 30/11/03	N3	36	63,2
01 - 10/12/03	D1	34	63,2
11 - 20/12/03	D2	38	134,8
21 - 31/12/03	D3	24	5,1
01 - 10/01/04	J1	37	1,0
11 - 20/01/04	J2	43	51,0
21 - 31/01/04	J3	35	10,3
01 - 10/02/04	F1	45	55,8
11 - 20/02/04	F2	36	81,5
21 - 29/02/04	F3	27	3,9
01 - 10/03/04	M1	40	3,5
11 - 20/03/04	M2	24	66,2
21 - 31/03/04	M3	43	6,1
01 - 10/04/04	A1	29	0,3
11 - 20/04/04	A2	43	37,9
21 - 30/04/04	A3	30	79,6

Apêndice 16. Normas para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Submissão

Os originais submetidos à publicação devem ser enviados por via eletrônica (pab@sct.embrapa.br) acompanhados de mensagem com os seguintes dados: nome, formação profissional, grau acadêmico e endereço institucional e eletrônico dos autores; indicação do autor-correspondente; declaração da não submissão do trabalho à publicação em outro periódico. Cada autor deve enviar mensagem expressando sua concordância com a submissão do artigo.

Originais — O texto deve ser digitado no programa Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12.

Número de páginas — O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas; as notas científicas, 8; e as novas cultivares, 8, incluindo-se as tabelas e as figuras.

Ilustrações — O número de ilustrações (tabelas e figuras) deve ser limitado, sempre que possível, a no máximo seis no artigo científico, a dois em notas científicas, e a quatro em novas cultivares.

Número de referências bibliográficas — Devem ser, no máximo, 25 no artigo científico, e 15 em notas científicas e novas cultivares.

Primeira página — Deve conter título do artigo, nome(s) dos autor(es), endereços institucionais e eletrônicos, resumo e termos para indexação.

Apresentação do artigo científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português — Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências.

Artigos em inglês — Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References.

Artigos em espanhol — Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias.

Título

- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve ter, no máximo, 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- Deve ser claro e conciso, e representar o conteúdo e o objetivo do trabalho.
- Não deve conter nome científico, exceto o de espécie pouco conhecida; neste caso, apresentar somente o nome binário (gênero e espécie), grafado em itálico.
- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou inglês, respectivamente.
- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico entre parênteses, em forma de expoente, correspondente à respectiva chamada para nota de endereços.

Notas de endereços

São apresentadas abaixo dos nomes dos autores, devem conter o nome e o endereço postal completos da instituição, redigidos no idioma correspondente ao país, e o endereço eletrônico do(s) autor(es). Devem ser agrupadas pelo endereço da instituição. O endereço eletrônico de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- A palavra Resumo deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separada do texto por travessão.
- Deve ser conciso, com frases curtas, completas, e que apresentem conexão entre si. Deve ser inteligível por si próprio.
- Deve conter, resumidamente, o problema, o objetivo, o material e os métodos empregados na pesquisa, os resultados e a conclusão.
- O objetivo deve ser claro e conciso, e estar separado da descrição dos Materiais e Métodos.
- Não deve apresentar citações bibliográficas.
- Não deve conter abreviaturas.
- Deve ser redigido com o verbo no passado, na terceira pessoa. O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.
- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo-se os números, as preposições, as conjunções e os artigos.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e seguida de dois-pontos.
- Devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula, inclusive o primeiro termo.
- Devem conter, no mínimo, três e, no máximo, seis termos, considerando que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que estejam no título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a inicial, e em negrito.
- Deve fornecer, com clareza, a justificativa para a realização do trabalho, situando a importância do problema científico a ser solucionado, e apresentando sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- Citar trabalhos dos últimos 10 anos, principalmente de periódicos; se necessário, citar trabalhos clássicos diretamente relacionados ao tema.
- O último parágrafo da introdução deve expressar o objetivo, de forma clara e concisa.
- Deve ocupar, no máximo, duas páginas.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a inicial, e em negrito.
- Apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Apresentar a descrição dos tratamentos e variáveis em texto corrido e separados por ponto-e-vírgula.
- Na designação dos tratamentos e das variáveis, evitar, o quanto possível, as abreviações ou as siglas; quando necessário, dar o significado delas.
- Descrever os materiais e os métodos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Os métodos devem estar intimamente relacionados com o objetivo do trabalho.

- Evitar detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Fórmulas, expressões ou equações matemáticas devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte.
- Fazer referências à análise estatística utilizada e informar a respeito das transformações dos dados.
- Evitar os subtítulos sempre que possível; quando necessário, grafá-los em letras minúsculas, com a inicial maiúscula, e em negrito, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada na página e grafada, em negrito; o termo Resultados e o termo Discussão devem ser grafados em caixa alta e baixa e a conjunção “e”, em caixa baixa.
- Todos os dados apresentados devem ser discutidos a partir da citação de cada tabela ou figura.
- Tabelas e figuras são citadas seqüencialmente, em ordem numérica.
- O texto não deve rerepresentar os dados das tabelas e das figuras, mas discuti-los, isto é, compará-los com os resultados apresentados por outros autores.
- Evitar abreviar os tratamentos e as variáveis.
- Tabelas e figuras devem ser citadas no texto da seguinte forma: Tabela ou Figura, seguidas de espaço e do número correspondente.
- Se houver subtítulos, devem ser localizados na margem esquerda da página, grafados em negrito, com letra inicial maiúscula.
- Não discutir dados não apresentados e não citar trabalhos não publicados, resumos de congressos, comunicação pessoal e trabalho no prelo.
- Evitar auto-citação, por questões éticas e para melhor validação do trabalho.
- Não fazer especulações ou afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária uma nova chamada.
- Não apresentar dados simultaneamente em tabelas e em figuras.

- Restringir a discussão aos dados obtidos, e relacionar os novos achados com os conhecimentos anteriormente obtidos.
- Ocupar quatro páginas, no máximo.

Conclusões

- A palavra **Conclusões** deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a inicial, e em negrito.
- Usar frases curtas, sem comentários adicionais, elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados; devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser no máximo três, numeradas, utilizando-se o verbo no presente do indicativo.

Agradecimentos

- A palavra **Agradecimentos** deve ser centralizada na página e grafada com letras minúsculas, exceto a inicial, e em negrito.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "ao, aos, à ou às" (pessoas ou instituições).

Referências

- A palavra **Referências** deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a inicial, e em negrito.
- Devem conter fontes atuais (dos últimos 10 anos), principalmente de artigos de periódicos.
- Podem conter, excepcionalmente, trabalhos clássicos mais antigos, diretamente relacionados com o tema do estudo.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023, da ABNT
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem referenciar todos os autores de cada obra.
- Devem conter os títulos das obras e dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Não são aceitas referências de resumos, documentos no prelo ou qualquer outra fonte cujos dados não tenham sido publicados.
- Devem ser 25, no máximo.

- Exemplos:

- Eventos (considerados em parte)

ALBUQUERQUE, F.C.; DUARTE, M.L.R.; NUNES, A.M.L.; STEIN, R.L.B.; OLIVEIRA, R.P. Comportamento de germoplasma de pimenta-do-reino em áreas de ocorrência de fusariose no Estado do Pará. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém. Anais. Belém: Embrapa-CPATU/JICA, 1997. p. 269-276. (Embrapa-CPATU. Documentos, 89).

- Artigos de periódicos

BAK, P.; TANG, C.; WIESENFELD, K. Self-organized criticality. *Physical Review A*, v.38, p.364-374, 1988.

- Capítulos de livros

DIAS-FILHO, M.B. Pastagens cultivadas na Amazônia oriental brasileira: processos e causas de degradação e estratégias de recuperação. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Ed.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: UFV; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p.135-147.

- Livros

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 3.ed. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1998. 220p.

- Teses e dissertações

MACHADO, C.A.E. Padrões isoenzimáticos de superóxido dismutase de alguns genótipos de pessegueiro *Prunus persica* (L.) Batsch. 1984. 36p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Citações

Redação das citações dentro de parênteses:

- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula, e data.
- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&) seguidos de vírgula, e data.
- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e data.
- Citação de mais de uma obra: devem obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores, e devem ser separadas por ponto-e-vírgula.
- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: não repetir os nomes dos autores; as datas das obras são separadas por vírgula.

- Citação de citação: sobrenome do autor e data do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

Redação das citações fora de parênteses:

- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com as datas entre parênteses; são separadas por vírgula.

Tabelas

- Devem ser citadas no texto em ordem seqüencial numérica, com a inicial maiúscula, seguidas do número correspondente. As citações de tabela podem vir entre parênteses ou integrar o texto.
- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas, sem necessidade de recorrer ao texto para sua compreensão.
- Elementos essenciais: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Elementos complementares: notas de rodapé e fonte bibliográfica.
- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito, numerada consecutivamente com algarismo arábico, na ordem de sua ocorrência no texto.
- O título deve ser claro, conciso, mas completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas de rodapé da tabela.
- Apresentar as unidades de medida de todas as variáveis, utilizando o Sistema Internacional de Unidades. Nas colunas de dados, alinhar os valores numéricos pelo último algarismo; quando for de número decimal, pela vírgula (trabalhos em português e espanhol) ou pelo ponto (trabalhos em inglês), usando o recurso de tabulação decimal; alinhar a coluna indicadora pela esquerda.
- No corpo da tabela, nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia. A inexistência de dado numérico deve ser representada por: - (hífen) quando o fenômeno não ocorre; ... (três pontos) quando o dado é desconhecido, não implicando que o fenômeno exista ou não; 0 (zero) quando o fenômeno existe, porém sua expressão é menor que 1 na última casa decimal adotada.
- Usar fios horizontais para separar o título do cabeçalho, e o cabeçalho do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares.

Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

- Montar as tabelas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas a tecla de tabulação ou os recursos do menu Tabela.

Notas de rodapé das tabelas

- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar das referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto. Para indicação de significância, serão utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ^{ns} (Não-significativo); * e ** (Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias, usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- A citação das figuras no texto deve ser em ordem seqüencial numérica, podendo ser entre parênteses ou integrada ao texto; a palavra Figura deve ser escrita com inicial maiúscula, seguida do número arábico.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico e do ponto, em negrito.
- A figura deve ser auto-explicativa, para não haver necessidade de recorrer ao texto.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, seguidas das unidades, dentro de parênteses.
- Figuras não originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas. O crédito para o autor de fotos é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.
- Padronizar as unidades e o tamanho das letras em todas as figuras.

- Os pontos das curvas devem ser representados por símbolos simples, mas contrastantes, como círculo, quadrado, triângulo e losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometam o entendimento do gráfico.
- As figuras não podem possuir dados constantes de tabelas.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 cm ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas em disquete, no programa Word ou Excel para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Figuras criadas em outros programas devem ser inseridas em arquivo Word, usando-se o recurso "Copiar e Colar", devendo ser usada a fonte Symbol.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída na área da figura, no título ou entre o título e a figura.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de histogramas, utilizar preferencialmente barras brancas, pretas e com hachuras de fios verticais, horizontais ou diagonais, de 3/4 ponto de espessura.
- Não usar negrito nas figuras.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, devem ser coloridas.
- As figuras, na forma de fotografias, imagens ou desenhos, com 8,5 cm ou 17,5 cm de largura, devem ser escaneadas com 300 dpi e gravadas em arquivos TIF, separados do arquivo do texto.

OUTRAS INFORMAÇÕES

- Todos os manuscritos são revisados por, no mínimo, dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não poderão ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.
- Contatos com a secretaria da Revista podem ser feitos por telefone (61) 448-4231 e (61) 273-9616), fax: (61) 340-5483 ou e-mail: pab@sct.embrapa.br

Apêndice 17. Análises estatísticas

1 The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001
----- periodo=1 -----
-

The GLM Procedure
Class Level Information

Class	Level s	Val ues
peri odo	1	1
bl oco	4	1 2 3 4
MetPast	2	c r
IntPast	2	a b

Number of observations 16

2 The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001
----- periodo=1 -----
-

The GLM Procedure

Dependent Variable: Infiltr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	4805.375000	800.895833	2.04	0.1613
Error	9	3529.562500	392.173611		
Corrected Total	15	8334.937500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Infiltr Mean
0.576534	41.20338	19.80337	48.06250

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
peri odo	0	0.000000			
bl oco	3	3962.187500	1320.729167	3.37	0.0685
MetPast	1	248.062500	248.062500	0.63	0.4469
IntPast	1	297.562500	297.562500	0.76	0.4064
MetPast*IntPast	1	297.562500	297.562500	0.76	0.4064

3 The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001
----- periodo=1 -----
-

The GLM Procedure

Dependent Variable: IndCone10cm

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	18.9047375	3.1507896	0.14	0.9879
Error	9	209.9076562	23.3230729		
Corrected Total	15	228.8123937			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	IndCone10cm Mean
	0.082621	25.01549	4.829397	19.30563

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.0000000	.	.	.
bl oco	3	7.36521875	2.45507292	0.11	0.9549
MetPast	1	1.74900625	1.74900625	0.07	0.7904
IntPast	1	8.98500625	8.98500625	0.39	0.5502
MetPast*IntPast	1	0.80550625	0.80550625	0.03	0.8567

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

4

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: IndCone20cm

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	25.15225000	4.19204167	0.54	0.7679
Error	9	70.10992500	7.78999167		
Corrected Total	15	95.26217500			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	IndCone20cm Mean
	0.264032	14.42872	2.791056	19.34375

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.0000000	.	.	.
bl oco	3	2.83222500	0.94407500	0.12	0.9453
MetPast	1	1.36890000	1.36890000	0.18	0.6849
IntPast	1	16.72810000	16.72810000	2.15	0.1769
MetPast*IntPast	1	4.22302500	4.22302500	0.54	0.4803

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

5

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: Densidade0a25

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.04393750	0.00732292	1.22	0.3795
Error	9	0.05415625	0.00601736		
Corrected Total	15	0.09809375			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	Densidade0a25 Mean
	0.447913	5.347464	0.077572	1.450625

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.0000000	.	.	.
bl oco	3	0.00931875	0.00310625	0.52	0.6814

MetPast	1	0.01155625	0.01155625	1.92	0.1992
IntPast	1	0.02030625	0.02030625	3.37	0.0994
MetPast*IntPast	1	0.00275625	0.00275625	0.46	0.5156

6 The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: Densidade25a50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.01820000	0.00303333	0.87	0.5534
Error	9	0.03150000	0.00350000		
Corrected Total	15	0.04970000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Densidade25a50 Mean
0.366197	3.750288	0.059161	1.577500

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.00000000			
bloco	3	0.00885000	0.00295000	0.84	0.5041
MetPast	1	0.00902500	0.00902500	2.58	0.1428
IntPast	1	0.00022500	0.00022500	0.06	0.8055
MetPast*IntPast	1	0.00010000	0.00010000	0.03	0.8695

7 The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: Macrop0a25

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	73.3981375	12.2330229	1.16	0.4058
Error	9	95.3103062	10.5900340		
Corrected Total	15	168.7084438			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Macrop0a25 Mean
0.435059	26.18443	3.254233	12.42813

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.00000000			
bloco	3	60.11006875	20.03668958	1.89	0.2014
MetPast	1	2.98425625	2.98425625	0.28	0.6084
IntPast	1	9.19605625	9.19605625	0.87	0.3757
MetPast*IntPast	1	1.10775625	1.10775625	0.10	0.7538

8 The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	20.055	8	a
A	18.556	8	b

11

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone20cm

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

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	7.789992
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	3.1568

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	20.366	8	a
A	18.321	8	b

12

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade0a25

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

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.006017
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	0.0877

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	1.48625	8	a
A	1.41500	8	b

13

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade25a50

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.0035
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	0.0669

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	1.58125	8	a
A	1.57375	8	b

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

14

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop0a25

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	10.59003
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	3.6807

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	13.186	8	a
A	11.670	8	b

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

15

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop25a50

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	3.275358
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	2.0469

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	10.2863	8	a
A	9.1113	8	b

16

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----
-

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Infiltr

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	392.1736
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	22.398

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	52.000	8	r
A	44.125	8	c

17

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----
-

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone10cm

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	23.32307
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	5.4622

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	19.636	8	c
A	18.975	8	r

18

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----
 -

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone20cm

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	7.789992
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	3.1568

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	19.636	8	c
A	19.051	8	r

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

19

----- periodo=1 -----
 -

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade0a25

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.006017
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	0.0877

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	1.47750	8	r
A	1.42375	8	c

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

20

----- periodo=1 -----
 -

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade25a50

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.0035
Critical Value of Studentized Range	3.19906

Minimum Significant Difference 0.0669

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	1.60125	8	r
A	1.55375	8	c

21

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop0a25

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	10.59003
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	3.6807

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	12.860	8	c
A	11.996	8	r

22

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=1 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop25a50

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	3.275358
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	2.0469

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	9.7675	8	c
A	9.6300	8	r

23

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=2 -----
 -

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
periodo	1	2
bloco	4	1 2 3 4
MetPast	2	c r
IntPast	2	a b

Number of observations 16

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

24

----- periodo=2 -----
 -

The GLM Procedure

Dependent Variable: Infiltr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	6320.37500	1053.39583	2.20	0.1386
Error	9	4311.56250	479.06250		
Corrected Total	15	10631.93750			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Infiltr Mean
0.594471	32.45597	21.88750	67.43750

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.000000			
bloco	3	2625.187500	875.062500	1.83	0.2125
MetPast	1	3630.062500	3630.062500	7.58	0.0224
IntPast	1	60.062500	60.062500	0.13	0.7314
MetPast*IntPast	1	5.062500	5.062500	0.01	0.9204

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

25

----- periodo=2 -----
 -

The GLM Procedure

Dependent Variable: IndCone10cm

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	36.71875000	6.11979167	5.67	0.0108
Error	9	9.72062500	1.08006944		
Corrected Total	15	46.43937500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	IndCone10cm Mean
----------	-----------	----------	------------------

28

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=2 -----

-

The GLM Procedure

Dependent Variable: Densidade25a50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.01063750	0.00177292	0.89	0.5406
Error	9	0.01795625	0.00199514		
Corrected Total	15	0.02859375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Densidade25a50 Mean
0.372022	2.852981	0.044667	1.565625

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.00000000	.	.	.
bloco	3	0.00216875	0.00072292	0.36	0.7819
MetPast	1	0.00390625	0.00390625	1.96	0.1952
IntPast	1	0.00275625	0.00275625	1.38	0.2700
MetPast*IntPast	1	0.00180625	0.00180625	0.91	0.3662

29

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=2 -----

-

The GLM Procedure

Dependent Variable: Macrop0a25

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	17.79195000	2.96532500	0.66	0.6810
Error	9	40.14262500	4.46029167		
Corrected Total	15	57.93457500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Macrop0a25 Mean
0.307104	15.65995	2.111940	13.48625

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.00000000	.	.	.
bloco	3	10.84442500	3.61480833	0.81	0.5194
MetPast	1	6.76000000	6.76000000	1.52	0.2495
IntPast	1	0.06502500	0.06502500	0.01	0.9065
MetPast*IntPast	1	0.12250000	0.12250000	0.03	0.8720

30

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=2 -----

-

The GLM Procedure

Dependent Variable: Macrop25a50

Sum of

33

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	18.2250	8	a
B	16.4625	8	b

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=2 -----
-

The GLM Procedure
 Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone20cm
 NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	15.15889
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	4.4036

Means with the same letter are not significantly different.

34

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	19.563	8	b
A	18.938	8	a

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=2 -----
-

The GLM Procedure
 Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade0a25
 NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.006267
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	0.0895

Means with the same letter are not significantly different.

35

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	1.42875	8	a
A	1.40500	8	b

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=2 -----
-

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade25a50

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Al pha	0. 05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0. 001995
Critical Value of Studentized Range	3. 19906
Mini mum Si gni fi cant Di ffe rence	0. 0505

Means with the same letter are not si gni fi cantl y di ffe rence.

Tukey Groupi ng	Mean	N	Int Past
A	1. 57875	8	b
A	1. 55250	8	a

The SAS System 01: 53 Tuesday, June 5, 2001

36

----- periodo=2 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop0a25

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Al pha	0. 05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	4. 460292
Critical Value of Studentized Range	3. 19906
Mini mum Si gni fi cant Di ffe rence	2. 3887

Means with the same letter are not si gni fi cantl y di ffe rence.

Tukey Groupi ng	Mean	N	Int Past
A	13. 550	8	a
A	13. 423	8	b

The SAS System 01: 53 Tuesday, June 5, 2001

37

----- periodo=2 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop25a50

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Al pha	0. 05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	1. 671431
Critical Value of Studentized Range	3. 19906
Mini mum Si gni fi cant Di ffe rence	1. 4622

Means with the same letter are not si gni fi cantl y di ffe rence.


```

Tukey Grouping      Mean      N      Int
                   11.6675    8      a
                   11.1100    8      b
The SAS System      01:53 Tuesday, June 5, 2001
38
----- periodo=2 -----
-

```

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Infiltr

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

```

Alpha                      0.05
Error Degrees of Freedom    9
Error Mean Square           479.0625
Critical Value of Studentized Range 3.19906
Minimum Significant Difference 24.756

```

Means with the same letter are not significantly different.

```

Tukey Grouping      Mean      N      Met
                   82.50     8      r
                   52.38     8      c
The SAS System      01:53 Tuesday, June 5, 2001
39
----- periodo=2 -----
-

```

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone10cm

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

```

Alpha                      0.05
Error Degrees of Freedom    9
Error Mean Square           1.080069
Critical Value of Studentized Range 3.19906
Minimum Significant Difference 1.1754

```

Means with the same letter are not significantly different.

```

Tukey Grouping      Mean      N      Met
                   17.5875    8      c
                   17.1000    8      r
The SAS System      01:53 Tuesday, June 5, 2001
40
----- periodo=2 -----
-

```

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone20cm

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	15.15889
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	4.4036

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	19.275	8	r
A	19.225	8	c

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

41

----- periodo=2 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade0a25

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.006267
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	0.0895

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	1.41875	8	c
A	1.41500	8	r

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

42

----- periodo=2 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade25a50

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.001995
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	0.0505

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	1.58125	8	r
A	1.55000	8	c

43 The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=2 -----
-

The GLM Procedure
 Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop0a25
 NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	4.460292
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	2.3887

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	14.136	8	r
A	12.836	8	c

44 The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=2 -----
-

The GLM Procedure
 Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop25a50
 NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	1.671431
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	1.4622

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	11.3925	8	c
A	11.3850	8	r

45 The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----
-

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
periodo	1	3
bloco	4	1 2 3 4
MetPast	2	c r
IntPast	2	a b

Number of observations 16

Dependent Variables
With Equivalent
Missing Value
Patterns

Pattern	Obs
1	12
2	16

Dependent Variables With Equivalent Missing Value Patterns

Pattern	Dependent Variables
1	Infiltr
2	IndCone10cm IndCone20cm Densidade0a25 Densidade25a50 Macrop0a25 Macrop25a50

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

46

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----

-

The GLM Procedure

Dependent Variable: Infiltr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	5037.390351	839.565058	1.83	0.2619
Error	5	2293.276316	458.655263		
Corrected Total	11	7330.666667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Infiltr Mean
0.687167	21.27441	21.41624	100.6667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.000000			
bloco	3	287.390351	95.796784	0.21	0.8862
MetPast	1	120.009398	120.009398	0.26	0.6308
IntPast	1	3457.894855	3457.894855	7.54	0.0405
MetPast*IntPast	1	254.454777	254.454777	0.55	0.4899

47

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Infiltr

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	5
Error Mean Square	458.6553
Critical Value of Studentized Range	3.63535
Minimum Significant Difference	32.235
Harmonic Mean of Cell Sizes	5.833333

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	122.80	5	b
B	84.86	7	a

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

48

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Infiltr

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	5
Error Mean Square	458.6553
Critical Value of Studentized Range	3.63535
Minimum Significant Difference	32.235
Harmonic Mean of Cell Sizes	5.833333

NOTE: Cell sizes are not equal.

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	103.20	5	c
A	98.86	7	r

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

49

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: IndCone10cm

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

Model	6	12.88763750	2.14793958	0.55	0.7618
Error	9	35.34690625	3.92743403		
Corrected Total	15	48.23454375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	IndCone10cm Mean
0.267187	10.70832	1.981775	18.50688

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.00000000	.	.	.
bloco	3	6.86061875	2.28687292	0.58	0.6414
MetPast	1	5.58140625	5.58140625	1.42	0.2637
IntPast	1	0.35105625	0.35105625	0.09	0.7717
MetPast*IntPast	1	0.09455625	0.09455625	0.02	0.8801

50

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----
-

The GLM Procedure

Dependent Variable: IndCone20cm

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	10.40883750	1.73480625	0.44	0.8317
Error	9	35.08950625	3.89883403		
Corrected Total	15	45.49834375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	IndCone20cm Mean
0.228774	9.710984	1.974547	20.33313

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.00000000	.	.	.
bloco	3	9.17631875	3.05877292	0.78	0.5320
MetPast	1	0.77880625	0.77880625	0.20	0.6655
IntPast	1	0.04730625	0.04730625	0.01	0.9147
MetPast*IntPast	1	0.40640625	0.40640625	0.10	0.7542

51

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----
-

The GLM Procedure

Dependent Variable: Densidade0a25

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.03573750	0.00595625	0.64	0.6962
Error	9	0.08345625	0.00927292		
Corrected Total	15	0.11919375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Densidade0a25 Mean
0.299827	6.802365	0.096296	1.415625

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.0000000	.	.	.
bloco	3	0.01526875	0.00508958	0.55	0.6614
MetPast	1	0.00015625	0.00015625	0.02	0.8996
IntPast	1	0.01755625	0.01755625	1.89	0.2021
MetPast*IntPast	1	0.00275625	0.00275625	0.30	0.5989

52

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: Densidade25a50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.01908750	0.00318125	0.89	0.5396
Error	9	0.03215625	0.00357292		
Corrected Total	15	0.05124375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Densidade25a50 Mean
0.372484	3.802712	0.059774	1.571875

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.0000000	.	.	.
bloco	3	0.01486875	0.00495625	1.39	0.3085
MetPast	1	0.00015625	0.00015625	0.04	0.8390
IntPast	1	0.00075625	0.00075625	0.21	0.6564
MetPast*IntPast	1	0.00330625	0.00330625	0.93	0.3612

53

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Dependent Variable: Macrop0a25

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	27.6386000	4.6064333	0.32	0.9080
Error	9	127.7587000	14.1954111		
Corrected Total	15	155.3973000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Macrop0a25 Mean
0.177858	35.60293	3.767680	10.58250

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.0000000	.	.	.
bloco	3	9.44345000	3.14781667	0.22	0.8789
MetPast	1	3.78302500	3.78302500	0.27	0.6181
IntPast	1	0.64802500	0.64802500	0.05	0.8356
MetPast*IntPast	1	13.76410000	13.76410000	0.97	0.3505

54

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----
 -

The GLM Procedure

Dependent Variable: Macrop25a50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	37.4782000	6.2463667	0.41	0.8571
Error	9	138.2327750	15.3591972		
Corrected Total	15	175.7109750			

R-Square Coeff Var Root MSE Macrop25a50 Mean
 0.213295 48.81309 3.919081 8.028750

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	0	0.0000000	.	.42	.7443
bl oco	3	19.27067500	6.42355833	0.35	0.5709
MetPast	1	5.31302500	5.31302500	0.74	0.4122
IntPast	1	11.35690000	11.35690000	0.10	0.7589
MetPast*IntPast	1	1.53760000	1.53760000		

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

55

----- periodo=3 -----
 -

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone10cm

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

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 9
 Error Mean Square 3.927434
 Critical Value of Studentized Range 3.19906
 Minimum Significant Difference 2.2415

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	18.6550	8	b
A	18.3588	8	a

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

56

----- periodo=3 -----
 -

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone20cm

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

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	3.898834
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	2.2333

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	20.3875	8	a
A	20.2788	8	b

57

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade0a25

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

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.009273
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	0.1089

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	1.44875	8	b
A	1.38250	8	a

58

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade25a50

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

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.003573
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	0.0676

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	1.57875	8	a
A	1.56500	8	b

59

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----
-

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop0a25

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	14.19541
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	4.2614

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	10.784	8	a
A	10.381	8	b

60

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----
-

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop25a50

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	15.3592
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	4.4326

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	8.871	8	b
A	7.186	8	a

61

The SAS System

01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----
-

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone10cm

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	3.927434
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	2.2415

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	19.0975	8	c
A	17.9163	8	r

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

62

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone20cm

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	3.898834
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	2.2333

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	20.5538	8	r
A	20.1125	8	c

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

63

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade0a25

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.009273
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	0.1089

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	1.41875	8	c
A			

64

A 1.41250 8 r

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade25a50

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

Alpha		0.05
Error Degrees of Freedom		9
Error Mean Square		0.003573
Critical Value of Studentized Range		3.19906
Minimum Significant Difference		0.0676

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	1.57500	8	r
A	1.56875	8	c

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop0a25

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

Alpha		0.05
Error Degrees of Freedom		9
Error Mean Square		14.19541
Critical Value of Studentized Range		3.19906
Minimum Significant Difference		4.2614

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	11.069	8	r
A	10.096	8	c

The SAS System 01:53 Tuesday, June 5, 2001

----- periodo=3 -----

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Macrop25a50

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

Al pha	0. 05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	15. 3592
Critical Value of Studentized Range	3. 19906
Minimum Significant Difference	4. 4326

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	8. 605	8	c
A	7. 453	8	r

The SAS System

06: 57 Tuesday, June 5, 2001 343

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
periodo	3	1 2 3
bloco	4	1 2 3 4
MetPast	2	c r
IntPast	2	a b

Number of observations 48

Dependent Variables
With Equivalent
Missing Value
Patterns

Pattern	Obs
1	44
2	48

Dependent Variables With Equivalent Missing Value Patterns

Pattern Dependent Variables

1	Infil tr
2	IndCone10cm IndCone20cm Densidade0a25 Densidade25a50 Macrop0a25 Macrop25a50

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

344

The SAS System

06: 57 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: Infil tr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	26151. 84087	3268. 98011	5. 95	<. 0001
Error	35	19223. 06822	549. 23052		
Corrected Total	43	45374. 90909			

R-Square Coeff Var Root MSE Infiltr Mean
 0.576350 33.74245 23.43567 69.45455

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	2	18845.33912	9422.66956	17.16	<.0001
bloco	3	3645.73374	1215.24458	2.21	0.1040
MetPast	1	1803.91307	1803.91307	3.28	0.0785
IntPast	1	817.53526	817.53526	1.49	0.2306
MetPast*IntPast	1	792.05199	792.05199	1.44	0.2379

345

The SAS System 06:57 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Infiltr

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate.

Alpha 0.05
 Error Degrees of Freedom 35
 Error Mean Square 549.2305
 Critical Value of Studentized Range 3.46097

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by ***.

periodo Comparison	Difference Between Means	Simultaneous 95% Confidence Limits
3 - 2	33.229	11.327 55.131 ***
3 - 1	52.604	30.702 74.506 ***
2 - 3	-33.229	-55.131 -11.327 ***
2 - 1	19.375	-0.903 39.653
1 - 3	-52.604	-74.506 -30.702 ***
1 - 2	-19.375	-39.653 0.903

346

The SAS System 06:57 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: IndCone10cm

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	59.5618125	7.4452266	0.98	0.4630
Error	39	295.0701792	7.5659020		
Corrected Total	47	354.6319917			

R-Square Coeff Var Root MSE IndCone10cm Mean
 0.167954 14.96087 2.750618 18.38542

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	2	31.14567917	15.57283958	2.06	0.1413
bloco	3	9.36755833	3.12251944	0.41	0.7448
MetPast	1	7.23853333	7.23853333	0.96	0.3340
IntPast	1	11.72163333	11.72163333	1.55	0.2207
MetPast*IntPast	1	0.08840833	0.08840833	0.01	0.9145

347

The SAS System 06:57 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: IndCone20cm

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	36.9016250	4.6127031	0.61	0.7662
Error	39	296.3232229	7.5980314		
Corrected Total	47	333.2248479			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	IndCone20cm Mean
0.110741	14.03325	2.756453	19.64229

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	2	11.52432917	5.76216458	0.76	0.4752
bloco	3	20.05212292	6.68404097	0.88	0.4600
MetPast	1	0.01171875	0.01171875	0.00	0.9689
IntPast	1	3.11610208	3.11610208	0.41	0.5257
MetPast*IntPast	1	2.19735208	2.19735208	0.29	0.5938

The SAS System 06:57 Tuesday, June 5, 2001

348

The GLM Procedure

Dependent Variable: Densidade0a25

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.01832917	0.00229115	0.32	0.9522
Error	39	0.27651875	0.00709022		
Corrected Total	47	0.29484792			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Densidade0a25 Mean
0.062165	5.897806	0.084203	1.427708

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	2	0.01261667	0.00630833	0.89	0.4189
bloco	3	0.00130625	0.00043542	0.06	0.9798
MetPast	1	0.00255208	0.00255208	0.36	0.5520
IntPast	1	0.00110208	0.00110208	0.16	0.6955
MetPast*IntPast	1	0.00075208	0.00075208	0.11	0.7464

The SAS System 06:57 Tuesday, June 5, 2001

349

The GLM Procedure

Dependent Variable: Densidade25a50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	0.01409583	0.00176198	0.59	0.7804
Error	39	0.11657083	0.00298900		
Corrected Total	47	0.13066667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Densidade25a50 Mean
0.107876	3.478582	0.054672	1.571667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	2	0.00112917	0.00056458	0.19	0.8286
bloco	3	0.00060000	0.00020000	0.07	0.9771
MetPast	1	0.00963333	0.00963333	3.22	0.0804
IntPast	1	0.00003333	0.00003333	0.01	0.9164
MetPast*IntPast	1	0.00270000	0.00270000	0.90	0.3477

The SAS System 06:57 Tuesday, June 5, 2001

350

The GLM Procedure

Dependent Variable: Macrop0a25

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	110.2310250	13.7788781	1.58	0.1637
Error	39	340.9171563	8.7414655		
Corrected Total	47	451.1481813			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Macrop0a25 Mean
0.244334	24.30288	2.956597	12.16563

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	2	69.10786250	34.55393125	3.95	0.0273
bloco	3	29.87918958	9.95972986	1.14	0.3452
MetPast	1	2.64610208	2.64610208	0.30	0.5853
IntPast	1	5.58285208	5.58285208	0.64	0.4290
MetPast*IntPast	1	3.01501875	3.01501875	0.34	0.5604

351

The SAS System 06:57 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: Macrop25a50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	94.9424333	11.8678042	1.90	0.0882
Error	39	243.9125583	6.2541682		
Corrected Total	47	338.8549917			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Macrop25a50 Mean
0.280186	25.76740	2.500833	9.705417

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
periodo	2	90.31786667	45.15893333	7.22	0.0021
bloco	3	2.17667500	0.72558333	0.12	0.9502
MetPast	1	2.24467500	2.24467500	0.36	0.5526
IntPast	1	0.00300833	0.00300833	0.00	0.9826
MetPast*IntPast	1	0.20020833	0.20020833	0.03	0.8589

352

The SAS System 06:57 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone10cm

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

Type II error rate than REGWQ.

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	39
Error Mean Square	7.565902
Critical Value of Studentized Range	3.44546
Minimum Significant Difference	2.3693

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	periodo
A	19.3056	16	1
A			
A	18.5069	16	3
A			
A	17.3438	16	2

The SAS System 06:57 Tuesday, June 5, 2001

353

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for IndCone20cm

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	39
Error Mean Square	7.598031
Critical Value of Studentized Range	3.44546
Minimum Significant Difference	2.3743

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	periodo
A	20.3331	16	3
A			
A	19.3438	16	1
A			
A	19.2500	16	2

The SAS System 06:57 Tuesday, June 5, 2001

354

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for Densidade0a25

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	39
Error Mean Square	0.00709
Critical Value of Studentized Range	3.44546
Minimum Significant Difference	0.0725

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	periodo
A	1.45063	16	1
A			
A	1.41687	16	2
A			

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	periodo
A	11.3888	16	2
B A	9.6988	16	1
B B	8.0288	16	3

17:14 Monday, June 4, 2001

1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloco	4	1 2 3 4
MetPast	2	c r
IntPast	2	a b

Number of observations 16

17:14 Monday, June 4, 2001

2

The GLM Procedure

Dependent Variable: MS_0a25

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	5843809.24	973968.21	1.43	0.3035
Error	9	6150305.24	683367.25		
Corrected Total	15	11994114.48			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MS Mean
0.487223	17.60458	826.6603	4695.712

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	3	3691353.817	1230451.272	1.80	0.2171
MetPast	1	1545552.456	1545552.456	2.26	0.1669
IntPast	1	425739.938	425739.938	0.62	0.4502
MetPast*IntPast	1	181163.025	181163.025	0.27	0.6190

17:14 Monday, June 4, 2001

3

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MS

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	683367.2
Critical Value of Studentized Range	3.19906

Minimum Significant Difference 934.98

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	4858.8	8	b
A	4532.6	8	a

17:14 Monday, June 4, 2001

4

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MS

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGW0.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	683367.2
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	934.98

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	5006.5	8	c
A	4384.9		

24

The SAS System 19:36 Tuesday, July 10, 2001

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloco	4	1 2 3 4
MetPast	2	c r
IntPast	2	a b

Number of observations 16

25

The SAS System 19:36 Tuesday, July 10, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: MS 25a50

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	390791.0642	65131.8440	3.00	0.0678

Error	9	195532.9253	21725.8806
Corrected Total	15	586323.9895	

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MS Mean
0.666510	22.48656	147.3970	655.4894

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bl oco	3	175535.9699	58511.9900	2.69	0.1089
MetPast	1	672.7539	672.7539	0.03	0.8642
IntPast	1	210669.5252	210669.5252	9.70	0.0124
MetPast*IntPast	1	3912.8153	3912.8153	0.18	0.6813

26

The SAS System 19:36 Tuesday, July 10, 2001

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MS

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

Type II error rate than REGWQ.

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	21725.88
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	166.71

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	770.24	8	b
B	540.74	8	a

27

The SAS System 19:36 Tuesday, July 10, 2001

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MS

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

Type II error rate than REGWQ.

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	21725.88
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	166.71

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	661.97	8	r
A			
A	649.01	8	c

13

17: 14 Monday, June 4, 2001

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloco	4	1 2 3 4
MetPast	2	c r
IntPast	2	a b

Number of observations 16

14

17: 14 Monday, June 4, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: MS 50a100

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	158334.3405	26389.0567	2.56	0.0993
Error	9	92834.1237	10314.9026		
Corrected Total	15	251168.4642			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MS Mean
0.630391	21.94370	101.5623	462.8313

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloco	3	75364.00303	25121.33434	2.44	0.1317
MetPast	1	8173.96810	8173.96810	0.79	0.3965
IntPast	1	74657.36522	74657.36522	7.24	0.0248
MetPast*IntPast	1	139.00410	139.00410	0.01	0.9101

15

17: 14 Monday, June 4, 2001

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MS

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

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	10314.9
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	114.87

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	531.14	8	b
B	394.52	8	a

16

17: 14 Monday, June 4, 2001

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MS

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

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	10314.9
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	114.87

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	485.43	8	c
A	440.23	8	r

17

17: 14 Monday, June 4, 2001

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloco	4	1 2 3 4
MetPast	2	c r
IntPast	2	a b

Number of observations 16

18

17: 14 Monday, June 4, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: MS 100a200

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	48261.7413	8043.6236	0.93	0.5170
Error	9	77792.7120	8643.6347		
Corrected Total	15	126054.4534			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MS Mean
0.382864	22.95131	92.97115	405.0800

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	-------------	-------------	---------	--------

bl oco	3	19981.34015	6660.44672	0.77	0.5389
MetPast	1	276.22440	276.22440	0.03	0.8621
IntPast	1	23464.11240	23464.11240	2.71	0.1338
MetPast*IntPast	1	4540.06440	4540.06440	0.53	0.4870

17: 14 Monday, June 4, 2001

19

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MS

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	8643.635
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	105.15

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Int Past
A	443.38	8	b
A	366.79	8	a

17: 14 Monday, June 4, 2001

20

The GLM Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MS

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

Al pha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	8643.635
Critical Value of Studentized Range	3.19906
Minimum Significant Difference	105.15

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	Met Past
A	409.24	8	c
A	400.93	8	r

The SAS System

08: 28 Tuesday, June 5, 2001

9

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Level s	Val ues
Trat	10	20CI Pa 20CI Pb 20RI Pa 20RI Pb 20Test 40CI Pa 40CI Pb 40RI Pa 40RI Pb 40Test

10
 Number of observations 40
 The SAS System 08: 28 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: Prod

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	2687161.962	298573.551	2.04	0.0688
Error	30	4382321.139	146077.371		
Corrected Total	39	7069483.102			

R-Square 0.380107
 Coeff Var 29.55106
 Root MSE 382.2007
 Prod Mean 1293.357

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	9	2687161.962	298573.551	2.04	0.0688

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	9	2687161.962	298573.551	2.04	0.0688

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pastejado x Test	1	1294089.105	1294089.105	8.86	0.0057
Esp 20 x Esp 40	1	151883.441	151883.441	1.04	0.3160
Cont x Rot	1	27116.547	27116.547	0.19	0.6697
IPa x IPb	1	986253.946	986253.946	6.75	0.0144
Conta x Contb	1	544337.773	544337.773	3.73	0.0631
Rota x Rotb	1	444445.556	444445.556	3.04	0.0913

11
 The SAS System 08: 28 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Level of Trat	N	-----Prod----- Mean	Std Dev
20CI Pa	4	1209.46500	92.968683
20CI Pb	4	1625.87750	362.026497
20RI Pa	4	1222.31250	432.074538
20RI Pb	4	1723.74500	572.261257
20Test	4	993.48750	271.090406
40CI Pa	4	1246.44000	507.182309
40CI Pb	4	1567.82000	199.435636
40RI Pa	4	1152.71500	105.817469
40RI Pb	4	1317.95000	443.360544
40Test	4	873.75750	478.154386

12
 The SAS System 08: 28 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure
 Least Squares Means

Trat	Prod LSMEAN	LSMEAN Number
20CI Pa	1209.46500	1
20CI Pb	1625.87750	2
20RI Pa	1222.31250	3
20RI Pb	1723.74500	4
20Test	993.48750	5
40CI Pa	1246.44000	6

40CI Pb	1567.82000	7
40RI Pa	1152.71500	8
40RI Pb	1317.95000	9
40Test	873.75750	10

Least Squares Means for effect Trat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Prod

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10										
1		0.1338	0.9624	0.0667	0.4305	0.8921	0.1949	0.8351	0.6910	
0.2238	2		0.1458	0.7198	0.0261	0.1706	0.8314	0.0902	0.2636	
0.0092	3	0.9624		0.0734	0.4039	0.9295	0.2109	0.7985	0.7259	
0.2070	4	0.0667	0.7198		0.0112	0.0876	0.5683	0.0430	0.1437	
0.0037	5	0.4305	0.0261	0.4039		0.3568	0.0419	0.5602	0.2393	
0.6609	6	0.8921	0.1706	0.9295	0.0876		0.2437	0.7312	0.7931	
0.1781	7	0.1949	0.8314	0.2109	0.5683	0.0419		0.1350	0.3626	
0.0154	8	0.8351	0.0902	0.7985	0.0430	0.5602	0.7312		0.5455	
0.3102	9	0.6910	0.2636	0.7259	0.1437	0.2393	0.7931	0.3626		
0.1107	10	0.2238	0.0092	0.2070	0.0037	0.6609	0.1781	0.0154	0.3102	0.1107

NOTE: To ensure overall α protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

13

The SAS System 08:56 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Trat	10	20CI Pa 20CI Pb 20RI Pa 20RI Pb 20Test 40CI Pa 40CI Pb 40RI Pa 40RI Pb 40Test

Number of observations 40

14

The SAS System 08:56 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: Vagem_pl

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	4296.125000	477.347222	4.08	0.0017
Error	30	3509.250000	116.975000		
Corrected Total	39	7805.375000			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	Vagem_pl Mean		
	0.550406	25.98318	10.81550	41.62500		
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
Trat	9	4296.125000	477.347222	4.08	0.0017	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
Trat	9	4296.125000	477.347222	4.08	0.0017	
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
Pastejado x Test	1	1755.625000	1755.625000	15.01	0.0005	
Esp 20 x Esp 40	1	511.225000	511.225000	4.37	0.0451	
Cont x Rot	1	882.000000	882.000000	7.54	0.0101	
IPa x IPb	1	1012.500000	1012.500000	8.66	0.0062	
Conta x Contb	1	770.062500	770.062500	6.58	0.0155	
Rota x Rotb	1	297.562500	297.562500	2.54	0.1212	

15 The SAS System 08:56 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: Grao_vagem

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.32301250	0.03589028	1.59	0.1625
Error	30	0.67602500	0.02253417		
Corrected Total	39	0.99903750			

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	Grao_vagem Mean		
	0.323324	8.345454	0.150114	1.798750		
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
Trat	9	0.32301250	0.03589028	1.59	0.1625	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
Trat	9	0.32301250	0.03589028	1.59	0.1625	
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
Pastejado x Test	1	0.06601562	0.06601562	2.93	0.0973	
Esp 20 x Esp 40	1	0.02862250	0.02862250	1.27	0.2687	
Cont x Rot	1	0.04727813	0.04727813	2.10	0.1579	
IPa x IPb	1	0.00195313	0.00195313	0.09	0.7705	
Conta x Contb	1	0.00040000	0.00040000	0.02	0.8949	
Rota x Rotb	1	0.00680625	0.00680625	0.30	0.5867	

16 The SAS System 08:56 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure

Dependent Variable: Peso_1000

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	5165.62500	573.95833	3.31	0.0064

Error	30	5197.75000	173.25833
Corrected Total	39	10363.37500	

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Peso_1000 Mean
0.498450	10.01923	13.16276	131.3750

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	9	5165.625000	573.958333	3.31	0.0064

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	9	5165.625000	573.958333	3.31	0.0064

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pastejado x Test	1	3562.656250	3562.656250	20.56	<.0001
Esp 20 x Esp 40	1	354.025000	354.025000	2.04	0.1632
Cont x Rot	1	116.281250	116.281250	0.67	0.4191
IPa x IPb	1	38.281250	38.281250	0.22	0.6417
Conta x Contb	1	210.250000	210.250000	1.21	0.2794
Rota x Rotb	1	33.062500	33.062500	0.19	0.6654

The SAS System 08:56 Tuesday, June 5, 2001

17

The GLM Procedure

Level of		-----Vagem_pl-----		-----Grao_vagem-----		-----Peso_1000-----	
Trat	N	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev	Mean	Std
20CI Pa	4	46.2500000	3.5939764	1.82750000	0.17036725	133.500000	
12.1243557							
20CI Pb	4	59.0000000	2.1602469	1.81500000	0.12793227	144.500000	
11.7898261							
20RI Pa	4	38.5000000	11.9023807	1.80000000	0.05715476	140.000000	
19.1136949							
20RI Pb	4	47.7500000	11.1766125	1.84250000	0.04112988	130.250000	
10.0788558							
20Test	4	34.5000000	7.5055535	1.84250000	0.17951323	123.500000	
16.7032931							
40CI Pa	4	40.2500000	10.4043260	1.87750000	0.22823599	135.250000	
9.1058589							
40CI Pb	4	55.2500000	15.5643824	1.91000000	0.14628739	138.750000	
11.7579760							
40RI Pa	4	32.2500000	5.6199051	1.80250000	0.11295279	131.250000	
13.0989821							
40RI Pb	4	40.2500000	15.1739909	1.67750000	0.03862210	135.250000	
14.8632657							
40Test	4	22.2500000	14.7280911	1.59250000	0.23457408	101.500000	
9.3273791							

The SAS System 08:56 Tuesday, June 5, 2001

18

The GLM Procedure
Least Squares Means

Trat	Vagem_pl LSMEAN	LSMEAN Number
20CI Pa	46.2500000	1
20CI Pb	59.0000000	2
20RI Pa	38.5000000	3
20RI Pb	47.7500000	4
20Test	34.5000000	5
40CI Pa	40.2500000	6
40CI Pb	55.2500000	7
40RI Pa	32.2500000	8

40RI Pb 40. 2500000 9
40Test 22. 2500000 10

Least Squares Means for effect Trat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Vagem_pl

i / j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0. 1059	0. 3190	0. 8458	0. 1349	0. 4389	0. 2485	0. 0771	0. 4389	0. 0038
2	0. 1059		0. 0118	0. 1517	0. 0032	0. 0203	0. 6275	0. 0015	0. 0203	<. 0001
3	0. 3190	0. 0118		0. 2359	0. 6048	0. 0364	0. 4202	0. 8206	0. 8206	0. 0420
4	0. 8458	0. 1517	0. 2359		0. 0934	0. 3346	0. 3346	0. 0517	0. 3346	0. 0023
5	0. 1349	0. 0032	0. 6048	0. 0934		0. 4580	0. 0109	0. 7706	0. 4580	0. 1197
6	0. 4389	0. 0203	0. 8206	0. 3346	0. 4580		0. 0592	0. 3039	1. 0000	0. 0253
7	0. 2485	0. 6275	0. 0364	0. 3346	0. 0109	0. 0592		0. 0053	0. 0592	0. 0002
8	0. 0771	0. 0015	0. 4202	0. 0517	0. 7706	0. 3039	0. 0053		0. 3039	0. 2009
9	0. 4389	0. 0203	0. 8206	0. 3346	0. 4580	1. 0000	0. 0592	0. 3039		0. 0253
10	0. 0038	<. 0001	0. 0420	0. 0023	0. 1197	0. 0253	0. 0002	0. 2009	0. 0253	

Trat	Grao_vagem LSMEAN	LSMEAN Number
20CI Pa	1. 82750000	1
20CI Pb	1. 81500000	2
20RI Pa	1. 80000000	3
20RI Pb	1. 84250000	4
20Test	1. 84250000	5
40CI Pa	1. 87750000	6
40CI Pb	1. 91000000	7
40RI Pa	1. 80250000	8
40RI Pb	1. 67750000	9
40Test	1. 59250000	10

19

The SAS System

08:56 Tuesday, June 5, 2001

The GLM Procedure
Least Squares Means

Least Squares Means for effect Trat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Grao_vagem

i / j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0. 9070	0. 7973	0. 8886	0. 8886	0. 6410	0. 4431	0. 8154	0. 1679	0. 0346
2	0. 9070		0. 8886	0. 7973	0. 7973	0. 5604	0. 3779	0. 9070	0. 2051	0. 0446
3	0. 7973	0. 8886		0. 6917	0. 6917	0. 4710	0. 3083	0. 9814	0. 2576	0. 0600
4	0. 8886	0. 7973	0. 6917		1. 0000	0. 7439	0. 5297	0. 7089	0. 1306	0. 0252
5	0. 8886	0. 7973	0. 6917	1. 0000		0. 7439	0. 5297	0. 7089	0. 1306	0. 0252
6	0. 6410	0. 5604	0. 4710	0. 7439	0. 7439		0. 7616	0. 4853	0. 0693	0. 0117
7	0. 4431	0. 3779	0. 3083	0. 5297	0. 5297	0. 7616		0. 3193	0. 0364	0. 0055
8	0. 8154	0. 9070	0. 9814	0. 7089	0. 7089	0. 4853	0. 3193		0. 2482	0. 0571
9	0. 1679	0. 2051	0. 2576	0. 1306	0. 1306	0. 0693	0. 0364	0. 2482		0. 4296
10	0. 0346	0. 0446	0. 0600	0. 0252	0. 0252	0. 0117	0. 0055	0. 0571	0. 4296	

Trat	Peso_1000 LSMEAN	LSMEAN Number
20CI Pa	133. 500000	1
20CI Pb	144. 500000	2
20RI Pa	140. 000000	3
20RI Pb	130. 250000	4
20Test	123. 500000	5
40CI Pa	135. 250000	6
40CI Pb	138. 750000	7
40RI Pa	131. 250000	8
40RI Pb	135. 250000	9
40Test	101. 500000	10

Least Squares Means for effect Trat
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: Peso_1000

i / j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.2466	0.4903	0.7294	0.2912	0.8521	0.5769	0.8106	0.8521	0.0017
2	0.2466		0.6323	0.1362	0.0315	0.3283	0.5414	0.1649	0.3283	<.0001
3	0.4903	0.6323		0.3032	0.0864	0.6135	0.8941	0.3547	0.6135	0.0003
4	0.7294	0.1362	0.3032		0.4739	0.5951	0.3684	0.9152	0.5951	0.0043
5	0.2912	0.0315	0.0864	0.4739		0.2165	0.1118	0.4116	0.2165	0.0248
6	0.8521	0.3283	0.6135	0.5951	0.2165		0.7095	0.6704	1.0000	0.0011
7	0.5769	0.5414	0.8941	0.3684	0.1118	0.7095		0.4267	0.7095	0.0004
8	0.8106	0.1649	0.3547	0.9152	0.4116	0.6704	0.4267		0.6704	0.0033
9	0.8521	0.3283	0.6135	0.5951	0.2165	1.0000	0.7095	0.6704		0.0011
10	0.0017	<.0001	0.0003	0.0043	0.0248	0.0011	0.0004	0.0033	0.0011	

The SAS System 08:56 Tuesday, June 5, 2001

20

The GLM Procedure
Least Squares Means

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

The SAS System 17:27 Saturday, July 28, 2001

1

The GLM Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
Trat	10	20CI Pa 20CI Pb 20RI Pa 20RI Pb 20Test 40CI Pa 40CI Pb 40RI Pa 40RI Pb
40Test		

Number of observations 40

The SAS System 17:27 Saturday, July 28, 2001

2

The GLM Procedure

Dependent Variable: Pl antas_m2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	3044.78400	338.30933	0.95	0.4960
Error	30	10646.48000	354.88267		
Corrected Total	39	13691.26400			

R-Square Coeff Var Root MSE Pl antas_m2 Mean
0.222389 45.19753 18.83833 41.68000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	9	3044.784000	338.309333	0.95	0.4960

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	9	3044.784000	338.309333	0.95	0.4960

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pastejado x Test	1	0.5290000	0.5290000	0.00	0.9695
Esp 20 x Esp 40	1	41.6160000	41.6160000	0.12	0.7344
Cont x Rot	1	990.1250000	990.1250000	2.79	0.1053
Conta x Contb	1	888.0400000	888.0400000	2.50	0.1242
Rota x Rotb	1	39.6900000	39.6900000	0.11	0.7404

The SAS System 17:27 Saturday, July 28, 2001

3

The GLM Procedure

Dependent Variable: Peso_m2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	254.8260725	28.3140081	6.45	<.0001
Error	30	131.7546250	4.3918208		
Corrected Total	39	386.5806975			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Peso_m2 Mean
0.659180	48.93846	2.095667	4.282250

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	9	254.8260725	28.3140081	6.45	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	9	254.8260725	28.3140081	6.45	<.0001

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pastejado x Test	1	25.8727225	25.8727225	5.89	0.0214
Esp 20 x Esp 40	1	3.3235225	3.3235225	0.76	0.3913
Cont x Rot	1	1.5488000	1.5488000	0.35	0.5571
Conta x Contb	1	78.1014063	78.1014063	17.78	0.0002
Rota x Rotb	1	125.0483063	125.0483063	28.47	<.0001

The SAS System 17:27 Saturday, July 28, 2001

4

The GLM Procedure

Level of Trat	N	-----PI antas_m2-----		-----Peso_m2-----	
		Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
20CI Pa	4	50.8000000	12.2681159	6.41500000	2.48803135
20CI Pb	4	40.9000000	11.8090361	1.87000000	0.61454590
20RI Pa	4	37.4000000	20.5121102	6.12500000	3.15528657
20RI Pb	4	32.1000000	4.3984846	2.36750000	1.66471970
20Test	4	52.3000000	18.4213644	3.19250000	1.83181831
40CI Pa	4	58.7000000	36.1616740	6.93250000	1.78120512
40CI Pb	4	38.8000000	23.6800901	2.64000000	1.57461106
40RI Pa	4	38.1000000	9.0236726	9.27500000	3.88190245
40RI Pb	4	37.1000000	22.2575830	1.85000000	0.54110997
40Test	4	30.6000000	5.8469365	2.15500000	0.50348784