

SEMEADURA DE MILHO COM DOIS MECANISMOS SULCADORES SOB DIFERENTES INTENSIDADES DE PASTEJO

ALCIR J. MODOLO¹, MARCIA F. FRANCHIN², EMERSON TROGELLO³, PAULO F. ADAMI⁴, MARINA SCARSI⁵, RICARDO CARNIELETTO⁶

RESUMO: A integração lavoura-pecuária pode ser definida como o sistema que integra duas atividades, visando a maximizar racionalmente o uso da terra e a minimizar os custos de produção. O trabalho teve como objetivo avaliar a semeadura de milho com dois mecanismos sulcadores, em área de pastagem submetida a diferentes manejos, no sistema de integração lavoura-pecuária. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, e os tratamentos foram compostos pela combinação de quatro intensidades de pastejo (0,25-0,05; 0,30-0,10; 0,35-0,15 m e sem pastejo, para as alturas de entrada e saída dos animais dos piquetes, respectivamente) e dois mecanismos sulcadores (haste e disco duplo). Foram avaliadas a densidade e a macroporosidade do solo no pós-pastejo, bem como a profundidade de semeadura, a área de solo mobilizada, a população de plantas e a produtividade de grãos da cultura do milho. As áreas com maior intensidade de pastejo proporcionaram aumento significativo na densidade do solo. A área de solo mobilizada foi de 0,0071 e 0,0103 m² para o disco duplo e a haste, respectivamente, tendo a haste apresentado maior profundidade de semeadura. Para o mecanismo sulcador tipo disco, a produtividade diminuiu linearmente com o aumento das intensidades de pastejo, sendo que a mesma foi amenizada quando da utilização da haste.

PALAVRAS-CHAVE: Integração lavoura-pecuária, densidade do solo, produtividade do milho.

CORN SOWING WITH TWO FURROWERS MECHANISMS IN DIFFERENT GRAZING INTENSITIES

ABSTRACT: Crop-livestock integration can be defined as a system that integrates both activities in order to maximize rational land use and minimize production costs. The work aimed to evaluate the sowing of maize with two furrowers mechanisms in a grazing area under different managements on integrated crop-livestock system. The experiment was carried out in a randomized block design with four replicates. The treatments consisted by four combination of grazing intensities (0.25-0.05; 0.30-0.10; 0.35-0.15 m and ungrazed, respectively to the pasture height at the entry and exit of animals from the paddocks) and two furrowers mechanisms (shoe and double disc). Bulk density and soil macroporosity were evaluated post graze, as well as sowing depth, area of mobilized soil, plant stand and corn yield. Areas with highest grazing intensity provided a significant increase in bulk density. The area of mobilized soil was 0.0071 and 0.0103 m² for the double disc and rod, respectively, having the rod presented greater sowing depth. For the furrower mechanism of double disc type, the yield decreased linearly with the increase of grazing intensity, and the same was mitigated when the rod was used.

KEYWORDS: Crop-livestock integration, bulk density, corn yield.

¹ Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPGAG, UTFPR/Pato Branco - PR, fone: (0xx46) 3220-2536, e-mail: alcir@utfpr.edu.br

² Eng. Agrônoma, Instrutora do SENAR - PR, e-mail: marciafranc@hotmail.com.

³ Doutorando no Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa - UFV/Viçosa - MG, e-mail: etrogello@yahoo.com.br.

⁴ Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPGAG, UTFPR/Pato Branco - PR, e-mail: paulo.adami@ifpr.edu.br.

⁵ Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPGAG, Área de concentração em Produção Vegetal, UTFPR/Pato Branco - PR, e-mail: marinascarsi@hotmail.com

⁶ Eng. Agrônomo, Sementes Guerra S.A., e-mail: carnieletto@guerrasementes.com.br.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 1-9-2011

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 4-7-2013

INTRODUÇÃO

De acordo com BALBINOT JR. et al. (2009), a busca por métodos sustentáveis de produção passam obrigatoriamente pela otimização do uso dos recursos disponíveis com respeito ao meio ambiente, sendo que a integração de atividades agrícolas com a pecuária desempenha um papel fundamental na busca deste objetivo, uma vez que permite a melhoria na qualidade do solo, redução no consumo de insumos e diversificação da renda.

Ao integrar agricultura e pecuária, o objetivo é oferecer condições para o aumento da produtividade, bem como possibilitar a recuperação de áreas degradadas, viabilizando econômica e ambientalmente as propriedades rurais (MELLO et al., 2004). A integração da produção pode proporcionar vantagens biológicas e econômicas em relação a sistemas isolados de produção (RUSSELLE et al., 2007; SULC & TRACY, 2007).

Em sistemas integrados de produção, o pastejo pode atuar de forma positiva ou negativa sobre o sistema produtivo, dependendo basicamente da pressão de pastejo utilizada. Assim, o desafio é encontrar um nível de oferta de forragem que atenda à demanda animal e que permita criar um ambiente propício à alta produtividade de grãos na cultura subsequente (TERRA LOPES et al., 2009).

A lotação excessiva e a baixa oferta de forragem em áreas de pastagem de inverno, aliadas ao intenso tráfego de máquinas e implementos agrícolas, em solo com umidade inadequada, têm sido uma das principais causas da compactação de solos agrícolas (ALBUQUERQUE et al., 2001).

A utilização de mecanismos sulcadores do tipo haste tem sido uma alternativa eficiente para romper a camada superficial compactada, gerada pelo sistema, uma vez que os mesmos são capazes de romper e operam com maior capacidade de aprofundamento e de mobilização do solo (BORDIGNON, 2005), melhorando o desenvolvimento radicular e vegetativo das culturas, quando comparados ao sulcador do tipo disco (GERMINO & BENEZ, 2006).

ANDREOLLA & GABRIEL FILHO (2006), trabalhando em áreas compactadas pelo sistema de integração lavoura-pecuária, com dois mecanismos sulcadores, observaram um incremento de profundidade de atuação do mecanismo sulcador tipo haste na ordem de 140%, em comparação ao mecanismo sulcador tipo disco duplo. Esta maior profundidade de atuação pode representar a quebra da camada compactada e a diferença básica da utilização de mecanismos sulcadores tipo haste e disco duplo. Resultados semelhantes foram observados por GERMINO & BENEZ (2006), KOAKOSKI et al. (2007) e TROGELLO et al. (2012), os quais afirmam que a haste proporciona maior capacidade de mobilização do solo, reduzindo a densidade e a resistência à penetração. Entretanto, LEVIEN et al. (2011), trabalhando com diferentes mecanismos sulcadores e sentidos de operação na semeadura, não observaram diferenças na área de solo mobilizada e na produtividade de grãos de milho.

Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a semeadura de milho com dois mecanismos sulcadores, em área de pastagem submetida a diferentes intensidades de pastejo, no sistema de integração lavoura-pecuária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de 07-05-2009 a 06-03-2010, em uma propriedade particular, localizada no Município de Coronel Vivida – PR, região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense, localizada nas coordenadas geográficas de referência 25° 07' latitude sul e 52° 41' longitude oeste, com altitude local de 780 metros. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico, de textura argilosa (6,47% de areia, 37,75% de silte e 55,77% de argila) (EMBRAPA, 2006). O clima é subtropical úmido do tipo (Cfa), conforme classificação de Köppen, e precipitação média anual de 1.800 mm.

Utilizou-se do esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas principais constituíram

as diferentes intensidades de pastejo (Sem Pastejo - SP; 0,35-0,15; 0,30-0,10 e 0,25-0,05 m), respectivamente, para as alturas de entrada e saída dos animais dos piquetes, e as subparcelas os, dois mecanismos sulcadores (haste e disco duplo), no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições.

A área foi subdividida em quatro blocos casualizados, totalizando 32 unidades experimentais, cada uma com área de 92 m² (4,0 x 23 m). As alturas remanescentes da pastagem (0,05; 0,10 e 0,15 m) foram obtidas mediante regulagem da oferta de forragem (aveia + azevém), obtidas com o manejo dos animais em cada parcela. Quando a pastagem atingia a altura de entrada de cada tratamento (momentos distintos), os animais (seis vacas por piquete) foram colocados nos piquetes (184 m²), onde permaneciam por um período variável de 5 a 10 horas, até rebaixarem a pastagem à altura desejada. As partes não pastejadas ou refugadas pelos animais, como pela presença de dejetos, eram roçadas a fim de uniformizar a altura da pastagem, conforme o tratamento.

Os mecanismos sulcadores utilizados foram do tipo haste, com formato parabólico, ângulo de ataque de 20°, espessura da ponteira de 0,022 m e sulcador do tipo discos duplos defasados, com 0,381 m (15") de diâmetro.

A semeadura do milho foi realizada no dia 14-10-2009 com semeadora-adubadora de precisão de plantio direto, marca Baldan, modelo PPSOLO Directa 4000, com velocidade de 5,5 km h⁻¹. Utilizou-se do híbrido Pioneer 30R50, semeado no espaçamento de 0,83 m entre linhas e com população de 60.000 plantas ha⁻¹ ou 4,8 sementes m⁻¹. Para tracionar a semeadora-adubadora, utilizou-se de um trator John Deere, modelo 6110D, 4x2 TODA, com potência máxima de 57,4 kW (78 cv) no motor a 2.400 rpm, com rodados do tipo pneumático.

A adubação foi realizada conforme análise prévia do solo e segundo recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo, CQFS (2004). Utilizou-se de 300 kg ha⁻¹ da formulação (09-33-12). Na adubação de cobertura, foram utilizados 150 kg de N ha⁻¹ na forma de ureia, parcelado em duas aplicações, realizadas no dia 11 de novembro e 02 de dezembro de 2009. Os tratamentos culturais (controle de plantas daninhas e pragas) seguiram as recomendações técnicas descritas pela EMBRAPA (1996).

A determinação da matéria seca residual foi realizada de forma aleatória, utilizando-se de um quadrado de madeira de 0,25 m², com coleta de duas amostras por parcela experimental. As amostras foram cortadas rentes ao solo, embaladas em papel, identificadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até massa constante, e pesadas em balança de precisão. A densidade do solo no pós-pastejo dos animais foi mensurada na profundidade de 0-0,15 m, utilizando o método do anel volumétrico, segundo EMBRAPA (1997).

A profundidade de semeadura foi determinada aos vinte dias após a semeadura, em todas as parcelas experimentais, com a retirada de 10 plantas em cada linha de semeadura. Com o auxílio de uma tesoura de poda, cortou-se a parte aérea do milho, rente ao solo, e, com uma espátula, arrancou-se a parte enterrada ao solo, medindo-se o comprimento do epicótilo até a semente. A área de solo mobilizada na linha de semeadura foi determinada por meio de um perfilômetro, com réguas verticais graduadas em centímetros, dispostas a cada 0,02 m no sentido transversal à linha de semeadura, sendo a área de solo mobilizada obtida a partir da equação 1.

$$A_m = \sum(PN - PF) * e \quad (01)$$

em que,

A_m - área mobilizada (m²);

PN- perfil da superfície natural do solo para cada ponto do perfilômetro (m);

PF - perfil da superfície final do solo para cada ponto do perfilômetro (m), e

e - espaçamento entre as réguas verticais (m).

A população inicial de plantas foi avaliada aos vinte dias após a semeadura, contando as plantas emergidas em cinco metros por linha, nas três linhas centrais de cada unidade experimental.

A produtividade de grãos foi avaliada colhendo-se as espigas das três linhas centrais das subparcelas, sendo posteriormente debulhadas e pesadas em balança de precisão. Após, extrapolou-se a produção da área útil para um hectare, corrigindo-se a umidade para 13%.

Os resultados obtidos foram tabulados e submetidos às análises de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa Statgraphics Centurion XVI (StatPoint Technologies Inc, Warrenton - EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na Figura 1, que a massa seca residual da aveia + azevém, após o último pastejo, reduziu-se com o aumento da intensidade de pastejo, apresentando valores médios de 7.560; 1.821; 1.392 e 545 kg ha⁻¹, respectivamente, para os tratamentos Sem Pastejo, 0,35-0,15; 0,30-0,10 e 0,25-0,05 m.

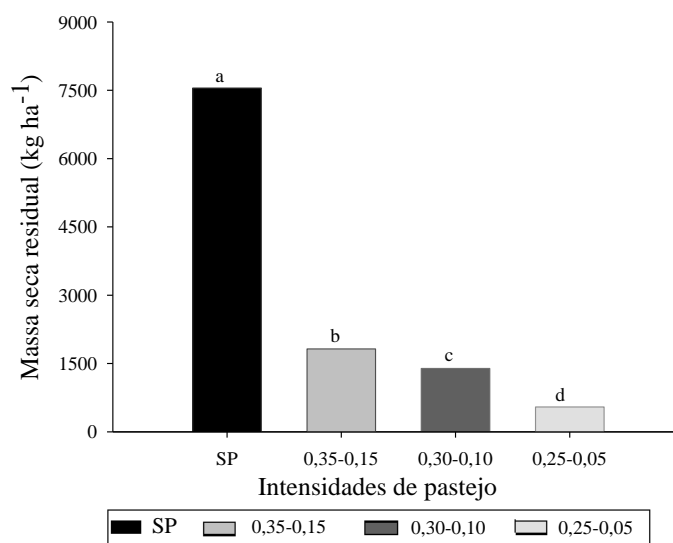


FIGURA 1. Matéria seca remanescente (kg ha⁻¹) de aveia + azevém nas intensidades de pastejo; Sem Pastejo; 0,35-0,15; 0,30-0,10 e 0,25-0,05 m, respectivamente, para as alturas de entrada e saída dos animais. **Remaining dry matter (kg ha⁻¹) of oat + ryegrass at the different grazing intensities: ungrazed, 0.35-0.15, 0.30-0.10 and 0.25-0.05 m, respectively to the pasture height at the entry and exit of animals.**

TERRA LOPES et al. (2009), trabalhando com alturas de pastagem de 0,10; 0,20; 0,30; 0,40 m e Sem Pastejo, observaram valores mais elevados que o presente trabalho, sendo que, já na altura de 0,10 m, os mesmos observaram massa seca residual de 1.860 kg ha⁻¹, 33,6% superior quando comparada à altura de 0,10 m do presente trabalho. Esta variação de valores deve-se à participação e à contribuição do azevém na biomassa residual. O azevém, por apresentar ciclo de desenvolvimento mais tardio, acaba por apresentar maior quantidade de biomassa residual.

Observou-se ainda que, em todos os tratamentos com a presença de animais (0,35-0,15; 0,30-0,10 e 0,25-0,05 m), a biomassa residual não foi suficiente e adequada para manter o aporte exigido pelo Sistema Plantio Direto (SPD). Considerando que, para o sucesso desse sistema, a adição anual de palha para a cobertura de solo não deve ser menor que 8,0 t ha⁻¹ (LOVATO et al., 2004; NICOLOSO et al., 2006), pode-se inferir que altas intensidades de pastejo podem comprometer o SPD.

Para os atributos físicos do solo, houve aumento significativo em sua densidade, enquanto a macroporosidade reduziu com o aumento da intensidade de pastejo (Tabela 1). Com o uso de altas intensidades de pastejo, tem-se menor quantidade disponível de forragem, fazendo com que o animal tenha de caminhar mais em busca de alimento, acarretando em maior número de impactos do casco no solo e, conseqüentemente, maior é a tendência de ocorrer o aumento da densidade e do

selamento superficial. Resultados semelhantes foram observados por PETEAN et al. (2009), em que a densidade de solo apresentou aumentos significativos, na camada superficial, em função do acréscimo das intensidades de pastejo.

TABELA 1. Valores médios de densidade do solo (g cm^{-3}) e da macroporosidade (g cm^{-3}) na profundidade de 0-0,15 m, em função das diferentes intensidades de pastejo (0,25-0,05; 0,30-0,1; 0,35-0,15 m e Sem Pastejo), respectivamente, para as alturas de entrada e saída dos animais. **Mean values of soil bulk density (g cm^{-3}) and macroporosity (g cm^{-3}) in 0-0.15 m of depth in relation to different grazing intensities (0.25-0.05, 0.30-0.10, 0.35-0.15 and ungrazed), respectively to the pasture height at the entry and exit of animals.**

Parâmetros avaliados	Intensidades de pastejo				C.V. (%)
	0,25-0,05	0,30-0,10	0,35-0,15	Sem Pastejo	
Densidade do solo	1,37 a	1,39 a	1,35 ab	1,28 b	2,46
Macroporosidade	9,89 b	10,59 ab	8,92 b	14,57 a	4,21

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

SALTON et al. (2008), trabalhando com diferentes intensidades de pastejo sobre os atributos físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo sob pastagem natural, manejada por 18 anos, concluíram que, em comparação a áreas não pastejadas, as diferentes intensidades de pastejo promoveram alteração nos atributos físicos da camada superficial do solo (0 a 0,08 m), promovendo aumento da densidade do solo e redução da macroporosidade, corroborando os resultados da presente pesquisa.

Do mesmo modo, LANZANOVA et al. (2007), estudando três intensidades de pastejo e sua influência sobre as culturas da soja e do milho em um Argissolo, observaram que ocorreu diferenças significativas nos valores de densidade do solo, na camada de 0,0 a 0,05 m, enquanto, para a macroporosidade, essas diferenças configuraram-se até a camada de 0,0 a 0,20 m, caracterizando, segundo os autores, uma compactação superficial.

Na Figura 2, são apresentados os resultados de profundidade de deposição de sementes, em função das diferentes intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores utilizados, onde se observa a ocorrência de interação entre os tratamentos.

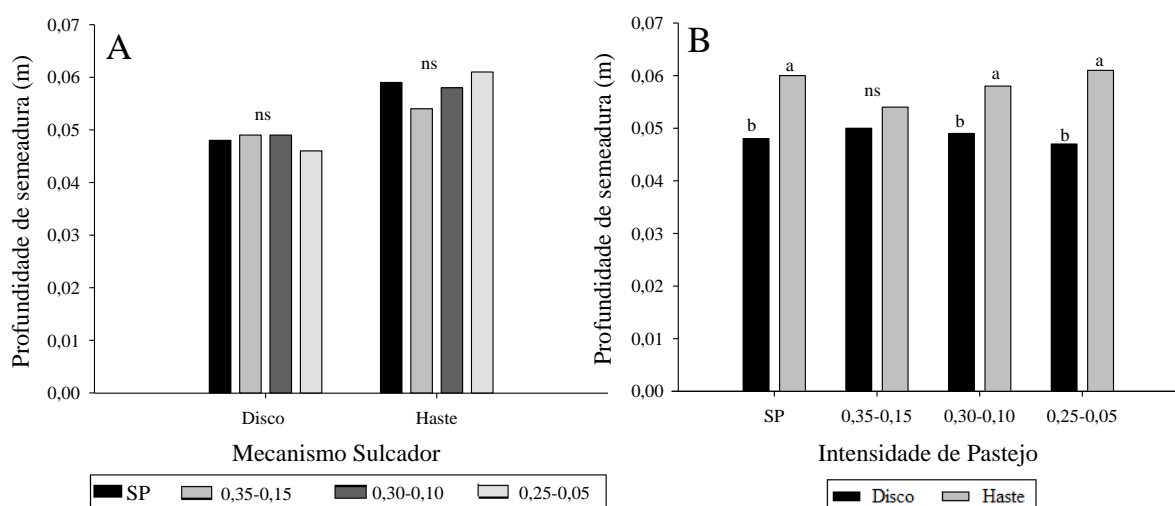


FIGURA 2. Profundidade de deposição de sementes (m) nas diferentes intensidades de pastejo, em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores, em função das intensidades de pastejo (B). **Seed deposition depths (m) at different grazing intensities in relation to the used seed drills (A) and at different seed drills in relation to the grazing intensities (B).**

Comparando as diferentes intensidades de pastejo com o mecanismo sulcador, não foram identificadas diferenças significativas (Figura 2A). No entanto, comparando os mecanismos sulcadores em função das diferentes intensidades de pastejo (Figura 2B), observa-se que, com exceção do tratamento 0,35-0,15 m, o sulcador tipo haste proporcionou maior profundidade de semeadura em relação ao disco duplo. Esta diferença acentua-se na intensidade de 0,25-0,05 m, onde a profundidade de deposição de sementes com disco foi de 0,047 m e na haste de 0,061 m, ou seja, 31,5% superior para o sulcador do tipo haste. Mesmo não apresentando diferenças significativas para a intensidade de pastejo, 0,35-0,15 m, observa-se que a haste deposita as sementes em maiores profundidades, devido a sua maior capacidade de romper o solo. ANDREOLLA & GABRIEL FILHO (2006), KOAKOSKI et al. (2007) e MION & BENEZ (2008), em seus respectivos trabalhos, também observaram maiores valores de profundidade de deposição de sementes para o mecanismo sulcador tipo haste, em comparação ao mecanismo tipo disco duplo.

Com relação à área de solo mobilizada, observam-se, na Tabela 2, diferenças significativas entre os mecanismos sulcadores, sendo que o uso do sulcador do tipo haste provocou aumento de 46,12% na área de solo mobilizada, quando comparado ao mecanismo tipo disco duplo. A maior área de solo mobilizada para o sulcador tipo haste pode ser atribuída à maior profundidade de trabalho obtida e pela maior largura da ponteira do sulcador (CONTE et al., 2009), e pela sua configuração, que segundo SILVA et al. (2006), visam a abrir o sulco para a deposição de fertilizantes e a romper camadas de solo mais adensadas, enquanto, o mecanismo sulcador tipo disco duplo, visa abrir o sulco de semeadura com o mínimo de mobilização do solo.

Já com relação à população inicial de plantas (Tabela 2), não houve diferença significativa entre os tratamentos. Esse resultado demonstra que o milho não encontrou dificuldade para se estabelecer, mesmo nos tratamentos com maior pressão de pastejo. FLORES et al. (2007) e TERRA LOPES et al. (2009), trabalhando com alturas de manejo das pastagem, também não observaram diferenças quanto ao estande de plantas.

TABELA 2. Valores médios de área de solo mobilizada (m^2) e população inicial de plantas ($pl\ ha^{-1}$) em função da altura de manejo da pastagem. **Mean values of soil mobilized area (m^2) and initial plant stand ($pl\ ha^{-1}$) in relation to the height of pasture management.**

Intensidade de pastejo (A)	Área de solo mobilizada (m^2)	População de plantas ($pl\ ha^{-1}$)
SP	0,0098 a	55463 a
0,35-0,15	0,0074 a	56944 a
0,30-0,10	0,0091 a	55741 a
0,25-0,05	0,0086 a	57407 a
Sulcadores (S)		
Disco duplo	0,0071 b	56481 a
Haste	0,0103 a	56296 a
Teste F		
A	1,2052 ^{ns}	0,9018 ^{ns}
S	13,5984 ^{**}	0,0313 ^{ns}
A x S	0,8339 ^{ns}	1,8931 ^{ns}
C.V. (A) (%)	29,10	4,94
C.V. (S) (%)	28,75	5,25

Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ns – Não significativo. * e ** - Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Na Figura 3, são apresentados os valores médios da produtividade de grãos em função das intensidades de pastejo e mecanismos sulcadores, respectivamente, em que se verifica que houve interação entre os fatores sobre a produtividade de grãos.

Quando comparadas diferentes intensidades de pastejo em função do mecanismo sulcador tipo disco duplo (Figura 3A), observa-se que a produtividade do milho foi de 11.537; 11.026; 10.833 e

10.596 kg ha⁻¹, para os tratamentos Sem Pastejo; 0,35-0,15; 0,30-0,10 e 0,25-0,05 m, respectivamente.

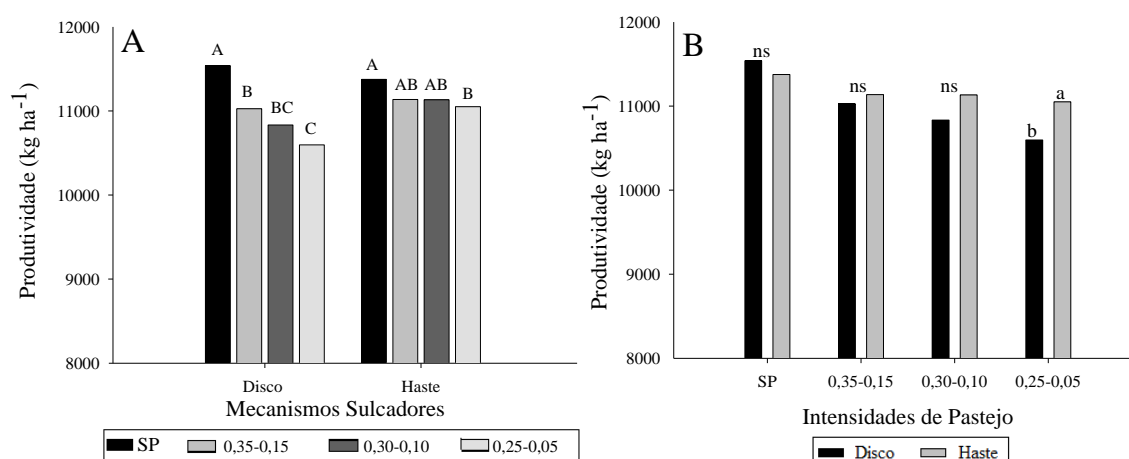


FIGURA 3. Produtividade do milho nas diferentes intensidades de pastejo, em função do mecanismo sulcador utilizado (A) e nos diferentes mecanismos sulcadores, em função das intensidades de pastejo (B). **Corn yield at different grazing intensities in relation to the used seed drills (A) and at different seed drills in relation to the grazing intensities (B).**

O tratamento Sem Pastejo foi significativamente superior a todos os demais, diferindo com produção de 940,8 kg ha⁻¹, ou 8,8% superior ao tratamento 0,25-0,05 m. As diferenças foram amenizadas com a redução das intensidades de pastejo, diminuindo para 510 (4,6%) e 702 kg ha⁻¹ (6,4%), respectivamente, para os tratamentos 0,35-0,15 e 0,30-0,10 m em relação ao tratamento Sem Pastejo.

Essas diferenças são menos expressivas quando se faz o uso do mecanismo sulcador do tipo haste, uma vez que, apesar de haver diferenças significativas entre os tratamentos Sem Pastejo e 0,25-0,05 m, a diferença de produtividade dos tratamentos é da ordem de 324 kg ha⁻¹ (2,9%). Observa-se também que, para o mecanismo sulcador tipo haste, a produtividade do milho não diferiu entre o tratamento Sem Pastejo e os tratamentos 0,35-0,15 e 0,30-0,10 m, com produtividades de 11.375; 11.136 e 11.133 kg ha⁻¹, respectivamente.

CASTRO et al. (2009), ao avaliarem o efeito da presença e da ausência do pastoreio bovino em resteva de milho, na produtividade da soja e nos atributos físicos do solo, concluíram que o pastejo causa redução na produtividade da cultura subsequente. Para NICOLOSO et al. (2006), a utilização de altas intensidades de pastoreio sobre as pastagens de inverno limita a produtividade das culturas da soja e do milho em sucessão. No entanto, FLORES et al. (2007) e TERRA LOPES et al. (2009) concluíram que não houve influência do pastoreio animal no estabelecimento e na produtividade de grãos de soja, mesmo quando ocorreu alteração dos atributos físicos do solo verificados nas áreas pastejadas, em diferentes alturas, e também naquelas não pastejadas.

LUNARDI et al. (2008), trabalhando com duas intensidades de pastejo, concluíram que a presença de pastoreio favoreceu a produtividade da cultura da soja, principalmente pelo fato de estimular o maior número de legumes por planta.

Comparando os mecanismos sulcadores em função das diferentes intensidades de pastejo (Figura 3B), pode-se observar que houve diferença significativa apenas para a intensidade de pastejo 0,25-0,05 m, em que o uso da haste (11.050 kg ha⁻¹) foi mais eficiente que o uso do disco (10.596 kg ha⁻¹). Para as demais intensidades de pastejo, não houve diferença significativa na produtividade de grãos de milho em função dos mecanismos sulcadores utilizados.

LEVIEN et al. (2011) e TROGELLO et al. (2012), trabalhando com dois mecanismos

sulcadores (haste e disco), não observaram diferenças de produtividade de grãos de milho. Entretanto, ARF et al. (2008), trabalhando com mecanismos de abertura de sulcos (disco e haste) na cultura do feijão, observaram incremento médio, em dois anos, de 9,9% na produtividade de grãos, quando da utilização do mecanismo tipo haste. Os autores atribuem este fato à maior capacidade de rompimento do solo por parte do sulcador tipo haste, melhorando a qualidade física dos solos.

Com exceção da intensidade de pastejo 0,25-0,05 m, observa-se, nos demais, que o sulcador tipo disco teve desempenho similar ao tipo haste, devendo ser priorizado seu uso, pois o mesmo remove menos o solo (GERMINO & BENEZ, 2006), consome menos combustível e aumenta a eficiência operacional. Desta forma, é importante considerar que o manejo da pastagem através da intensidade de pastejo é o fator que define a utilização do sulcador do tipo disco ou haste, ou seja, se a pastagem for bem manejada, pode-se optar pela utilização do mecanismo sulcador tipo disco, uma vez que seu uso não afeta negativamente a produtividade da cultura do milho; caso contrário, deve-se optar pelo uso de haste.

CONCLUSÃO

Altas intensidades de pastejo afetam de forma negativa as propriedades físicas do solo, elevando a densidade e reduzindo a macroporosidade.

A utilização do mecanismo sulcador tipo haste proporciona maior produtividade de grãos de milho em áreas com maior intensidade de pastejo, bem como maior área de solo mobilizada. O mecanismo sulcador tipo disco duplo pode ser utilizado nas áreas com manejo controlado de animais e altura de corte da pastagem, não afetando a produtividade de grãos das culturas subsequentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, Fundação Araucária, CAPES, IAPAR e à UTFPR, pela ajuda financeira e apoio de infraestrutura para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v.25, n.3, p.717-23, jul./set. 2001.
- ANDREOLLA, V.R.M.; GABRIEL FILHO, A. Demanda de potência de uma semeadora com dois tipos de sulcadores em áreas compactadas pelo pisoteio de animais no sistema integração lavoura-pecuária. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.3, p.768-76, set/dez. 2006.
- ARF, O.; AFONSO, R.J.; JÚNIOR, A.R.; SILVA, M.G.; BUZETTIM, S. Mecanismos de abertura do sulco e adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro em sistema plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v.67, n.2, p.499-506, abr./jun. 2008.
- BALBINOT JR.; A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.6, p.1.925-1.933, set. 2009.
- BORDIGNON, J. *Projeto, construção e desenvolvimento de transdutores para medição de esforços em semeadoras-adubadoras*. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2005.
- CASTRO, A.; JUNG, R.; CHAVES, D. Produtividade da soja em área de palhada de milho com e sem pastejo. *Agrarian*, Dourados, v.2, n.6, p.93-103, out./dez. 2009.
- CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R.; XAVIER, A.A.P.; DEBIASI, H. Demanda de tração, mobilização de solo na linha de semeadura e rendimento da soja, em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.44, n.10, p.1.254-1.261, out. 2009.

CQFS. Comissão de Química e Fertilidade Do Solo. *Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. Porto Alegre, 2004. 394p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Recomendações técnicas para o cultivo do milho*. 2.ed. Brasília, 1996. 204p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*, Brasília, 2006. 286p.

FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C.; CARVALHO, P.C.F.; LEITE, J.G.D.B.; FRAGA, T.I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.771-780, jul./ago. 2007.

GERMINO, R.; BENEZ, S.H. Ensaio comparativo em dois modelos de hastes sulcadoras para semeadoras-adubadoras de plantio direto. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, v.21, n.3, p.85-92, abr./jun. 2006.

KOAKOSKI, A.; SOUZA, C.M.A.; RAFULL, L.Z.L.; SOUZA, L.C.F.; REIS, E.F. Desempenho de semeadora-adubadora utilizando-se de dois mecanismos rompedores e de três pressões da roda compactadora. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.5, p.725-731, maio. 2007.

LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L.F.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.1131-40, set./out. 2007.

LEVIEN, R.; FURLANI, C.E.A.; GAMERO, C.A.; CONTE, O.; CAVICHIOLI, F.A. Semeadura direta de milho com dois tipos de sulcadores de adubo, em nível e no sentido do declive do terreno. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.6, p.1.003-1.010, jun. 2011.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v.28, n.1, p.175-187, jan./fev. 2004.

LUNARDI, R.; CARVALHO, P.C.F.; TREIN, C.R.; COSTA, J.A.; CAUDURO, G.F.; BARBOSA, C.M.P.; AGUINAGA, A.A.Q. Rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária: efeito de métodos e intensidades de pastejo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.3, p.795-801, mai./jun. 2008.

MELLO, L.M.M.; YANO, É.H.; NARIMATSU, K.C.P.; TAKAHASHI, C.M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.121-129, jan./abr. 2004.

MION, R.L.; BENEZ, S.H. Esforços em ferramentas rompedoras de solo de semeadoras de plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.5, p.1.594-1.600, set./out. 2008.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.6, p.1.799-1.805, Nov./dez. 2006.

PETEAN, L. P.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; ALVEZ, S.J. Altura de pastejo de aveia e azevém e qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob integração lavoura-pecuária. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.30, n.1, p.1.009-1.016, ago. 2009.

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

SALTON, J.C.; MELLO, N.A. de; MATSUOKA, M.; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos de um Argissolo sob pastagem natural após 18 anos sob diferentes níveis de oferta de forragem. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v.7, n.2, p.107-118, jul./dez. 2008.

SILVA, P.R.A.; BENEZ, S.H.; NUNES, G.C.; SEKI, A.S.; MHAL, D.; RODRIGUES, J.G.L. Força de tração na barra e consumo de combustível de uma semeadora-adubadora de plantio direto em função do mecanismo sulcador. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. 1 CD-ROM.

SULC, R.M.; TRACY, B.F. Integrated crop-livestock systems in the U.S. corn belt. *Agronomy Journal*, Madison, v.99, n.2, p.335-45, march/april. 2007.

TERRA LOPES, M.L.; CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D.T.; AGUINAGA, A.A.Q.; FLORES, J.P.C.; MORAES, A. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia-preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.5, p.1.499-1.506, ago. 2009.

TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E.M.; SCARSI, M.; SGARBOSSA, M. Desenvolvimento inicial e produtividade da cultura do milho no sistema de integração lavoura-pecuária. *Revista Ceres*, Viçosa-MG, v.59, n.2, p.286-291, mar./abr. 2012.