RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA EM RESPOSTA AO NITROGÊNIO

Daniela Rita Deparis Pivatto[(1)], Laércio Ricardo Sartor[(2)], Itacir Eloi Sandini[(3)] Paulo César de Faccio Carvalho[(4)]

(1) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UTFPR, Dois Vizinhos-Paraná, Brasil. Email: dani.pivatto@hotmail.com.
(2) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Coordenação do Curso de Agronomia. Estrada para Boa Esperança, km 4, Comunidade São Cristovão, CEP: 85.660-000 - Dois Vizinhos, PR. Email: laerciosartor@hotmail.com.
(3) Universidade Estadual do Centro Oeste, Campus CEDETEG, Rua Camargo Varela de Sá, Vila Carli - CEP 85040-080, Guarapuava, PR. E-mail: isandini@hotmail.com.
(4) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia - Av. Bento Gonçalves, 7712, Bairro Agronomia, CEP 90160-180, Porto Alegre, RS e-mail: paulocfc@ufrgs.br

RESUMO - A fertilização nitrogenada feita na pastagem de inverno em sistemas de integração lavoura pecuária pode apresentar reflexos na produtividade e valor nutritivo do milho no verão. Este trabalho teve como objetivo verificar o rendimento de milho em um sistema de integração lavoura pecuária sob doses de nitrogênio na pastagem de inverno, com e sem pastejo, e doses de nitrogênio no milho em sucessão. O experimento foi implantado no ano de 2006, em Guarapuava, PR, com cultivo de aveia (*Avena* ssp.) mais azevém comum (*Lolium multiflorum*) no inverno e sucessão de milho e feijão no período estival durante os anos, sendo esse trabalho referente ao cultivo do milho no ano agrícola 2009/2010. Os tratamentos foram compostos de quatro níveis de nitrogênio na pastagem de inverno (0, 75, 150 e 225 kg ha^{-1}), com e sem pastejo, e cinco níveis de nitrogênio no verão (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha^{-1}). O rendimento de grãos foi influenciado pela adubação nitrogenada realizada na pastagem, caracterizando efeito residual do nitrogênio aplicado no inverno. Esse feito foi mais evidente em áreas com pastejo. Além de gerar maior renda à propriedade com a produção animal no inverno, o rendimento de grãos de milho, cultivado em sequencia, foi otimizado quando em pastejo com carga animal de 658 kg de peso vivo ha^{1}. Desmistificando que a entrada do animal no sistema necessariamente afeta negativamente a cultura sucessora.

Palavras-chave: aveia, azevém, nutrientes, proteína bruta, rendimento de grãos.

CORN YIELD UNDER WINTER AND SUMMER NITROGEN RATES ON A CROP LIVESTOCK SYSTEM, WITH OR WITHOUT GRAZING

ABSTRACT: Nitrogen fertilization in winter pastures in crop-livestock systems can provide corn yield and nutritive value gains in summer as well as generate more income by the animal production. The objective was to evaluate the corn crop production and nutritive value in integrated crop-livestock under nitrogen levels in winter pastures, with and without grazing, and nitrogen levels in corn. The experiment was established in 2006 at Guarapuava, PR, Brazil, and carried on cultivating oats (*Avena* spp.) and ryegrass (*Lolium multiflorum*) during winter and corn and beans in succession during the summer over the years, and this paper refers to the 2009/2010 corn crop. Treatments were composed of four nitrogen levels on winter pasture (0, 75, 150 and 225 kg ha^{-1}), with and without grazing, and five nitrogen levels in the summer (0, 75, 150, 225 and 300 kg ha^{-1}). Corn yield was influenced by nitrogen fertilization performed in the pasture, characterizing residual effect of nitrogen applied in winter being it more responsive when under grazing. Besides higher income to the property due to the livestock gains in winter, corn yield grown in sequence was optimized by 658 kg ha^{-1} when under grazing, demystifying that the animal affects the summer crop production.

Keywords: crude protein, grain yield, nutrients, oat, ryegrass.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de integração entre lavoura e pecuária vêm sendo implementados e estudados, com intuito de tornar o ambiente produtivo sustentável (Balbinot Junior et al., 2009). Considerando que, na região subtropical do Brasil, no inverno, grande parte das áreas é utilizada com plantas de cobertura e/ou pousio. E nesse contexto o uso da integração lavoura-pecuária demonstra ser uma estratégia promissora, ao possibilitar a produção pecuária no período estival e manter rendimentos satisfatórios da lavoura em sucessão (Assmann, et al., 2003; Lunardi et al., 2008; Sandini et al., 2011).

Contudo, existe certa resistência ao sistema de integração lavoura pecuária. Especialmente por parte de produtores de grãos, entendendo que o animal, no sistema, afeta a produtividade de grãos devido à compactação do solo, da remoção de nutrientes ou diminuição da cobertura vegetal/matéria orgânica no solo. Sabe-se que o efeito do animal na física de solo depende exclusivamente da carga animal imposta (Carvalho et al., 2005), ao ser respeitado o manejo da pastagem (altura, massa de forragem ou oferta) respectivo a cada espécie forrageira e o efeito na física de solo não é prejudicial ao sistema.

Mesmo manejo que caracteriza a permanecia de cobertura vegetal sobre o solo após a retirada dos animais. Uma vez que, o sistema de integração lavoura pecuária tende a aumentar as concentrações de carbono orgânico no solo ao longo do tempo, pelo crescimento contínuo de plantas na área, rotação de culturas, incremento da massa produzida por tempo em decorrência do pastejo e maior ciclagem de nutrientes (Tracy & Zhang, 2008).

Na integração lavoura-pecuária, alguns estudos buscam demonstrar o efeito residual do N aplicado na pastagem no inverno sob a cultura sucessora (Assmann et al., 2003; Sandini et al., 2011). Nesse sentido, o N aplicado no inverno possibilita maiores rendimentos da pastagem e, consequentemente do produto animal, permanecendo no sistema e usado pela cultura sucessora (especialmente gramíneas). O que se caracteriza a ideologia de fertilização

do sistema de produção e não restritivo a apenas a cultura em questão. Permitindo menor entrada de insumos na propriedade com melhor aproveitamento dos nutrientes. O que caracteriza um sistema de produção dentro dos princípios da sustentabilidade.

Sendo assim, pela importância do nitrogênio na produtividade da pastagem e da lavoura mais a presença do animal no sistema, objetivou-se, nesse trabalho, avaliar efeito da aplicação de doses crescente de nitrogênio na pastagem e no milho, com e sem pastejo na pastagem de inverno de aveia + azevém no rendimento de milho, em um sistema de integração lavoura-pecuária, após quatro anos da sua implantação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzindo no Centro de Desenvolvimento Educacional e Tecnológico de Guarapuava ligado a Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) em Guarapuava, PR, Brasil, no ano agrícola de 2009/2010. A área experimental está localizada a 25 º 33 ’Sul e 51 º 29 ’Oeste e tem altitude média de 1095 m, na região fisiográfica denominada Terceiro Planalto Paranaense. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb (Maak, 1968). A precipitação anual varia de 1.400 a 1.800 (Iapar, 2010). O solo da área experimental é classificado como uma associação Latossolo Bruno álico relevo suave ondulado + Cambissolo álico Tb relevo ondulado de vertentes curtas, substrato de rochas do derrame de Trapp ambos com A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical (Embrapa, 2006).

O experimento vem sendo conduzido nos respectivos tratamentos desde o ano de 2006 com cultivo de aveia branca (*Avena sativa*), aveia preta comum (*Avena strigosa*) e Azevém comum (*Lolium multiflorum*) no inverno e sucessão de milho e feijão no período estival em sistema de plantio direto. Sendo o histórico da rotação de culturas exposto na tabela 1.

Tabela 1. Rotação de culturas de lavoura no verão e pastagem de inverno no sistema de integração lavoura pecuária nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009 em Guarapuava, Paraná, Brasil.

	.....2006.....	.....2007.....	.....2008.....	.....2009.....
Inverno	*L. multiflorum*	*Avena Sativa* + *L. multiflorum*	*A. strigosa* + *L. multiflorum*	*A. strigosa* + *L. multiflorum*
Verão	*P. vulgaris*	*Zea mays*	*P. vulgaris*	*Zea mays*

O solo apresentava variações nos atributos químicos de solo das áreas com pastejo para sem pastejo antes da implantação da pastagem em abril de 2009, sendo os valores na profundidade 0-15 cm: com pastejo: pH ($CaCl_2$): 5,27; Matéria Orgânica: 40,41 g dm^{-3}; P-Mehlich: 2,25 mg dm^{-3}; K^+: 0,30 $cmol_c$ dm^{-3}; Ca^{+2}: 3,76 $cmol_c$ dm^{-3}; Mg^{+2}: 2,63 $cmol_c$ dm^{-3}; Al^{+3}: 0,00 $cmol_c$ dm^{-3}; H+Al: 4,43 $cmol_c$ dm^{-3}. Sem pastejo: pH ($CaCl_2$): 5,20; Matéria Orgânica: 36,39 g dm^{-3}; P-Mehlich: 1,96 mg dm^{-3}; K^+: 0,32 $cmol_c$ dm^{-3}; Ca^{+2}: 3,04 $cmol_c$ dm^{-3}; Mg^{+2}: 2,74 $cmol_c$ dm^{-3}; Al^{+3}: 0,00 $cmol_c$ dm^{-3}; H+Al: 4,96 $cmol_c$ dm^{-3}.

O experimento foi disposto num delineamento de blocos ao acaso em parcela subsubdividida, com três repetições. Nas parcelas principais casualizou-se os níveis de nitrogênio na pastagem de inverno (NINV): 0, 75, 150 e 225 kg ha^{-1} (uréia com 45% de N). Em cada parcela principal (com 0,2 ha cada) foi isolado do pastejo uma área de 96 m^2, a qual constituiu a área sem pastejo, e o restante da parcela em pastejo com ovinos, alocando-se o

fator com e sem pastejo (PAST) em subparcelas. O terceiro fator, doses de nitrogênio em cobertura no milho (NVER): 0, 75, 150, 225 e 300 kg ha^{-1} (uréia com 45% de N) foi casualizado em subsubparcelas. A unidade experimental na subsubparcela apresentava uma área de 17,6 m^2 total (4 linhas x 0,8 m x 5,5 m).

A semeadura da pastagem foi realizada em abril de 2009 em semeadura direta, tendo como cultura antecessora o feijão. Foram utilizados 80 kg ha^{-1} de aveia branca (*Avena sativa* L.) cultivar 'FAPA 2' e 40 kg ha^{-1} de azevém comum (*Lolium multiflorum* Lam.), com espaçamento de 17 cm entre linhas. A adubação de base consistiu na aplicação de 250 kg ha^{-1} de 00-25-25 (N, P_2O_5, K_2O). A emergência das plântulas ocorreu oito dias após a semeadura. A aplicação dos tratamentos de inverno foi realizada 30 dias após a semeadura.

Nas áreas com pastejo foram usados ovinos da raça Ile de France em lotação contínua com taxa de lotação variável e mantida a altura média do dossel de plantas em 14 cm (Mott & Lucas, 1952). Os quais iniciaram o pastejo quando a altura da pastagem chegou a 30 cm e o período de pastejo correspondeu há 110 dias.

Após 15 dias da saída dos animais realizou-se, então, dessecação da pastagem com herbicida glyphosate (900 g ha^{-1}) em 200 L ha de calda. A semeadura do híbrido de milho 30F53 foi efetuada 30 dias após a saída dos animais, em semeadura direta, com espaçamento de 0,8 m entre linhas. A emergência das plântulas ocorreu oito dias após a semeadura. Para a adubação, foram aplicados a lanço, antes da semeadura, 100kg ha^{-1} de P_2O_5 e 100 kg ha^{-1} de K_2O, sendo as fontes o superfosfatotriplo e o cloreto de potássio, respectivamente. O nitrogênio, em conformidade com os tratamentos estabelecidos, foi aplicado 1/3 da dose durante a semeadura e 2/3 em cobertura, sendo metade em V2 e o restante em V5. A fonte utilizada foi a uréia (45% de N). Efetuou-se o controle das plantas espontâneas por ocasião da dessecação, complementado pela aplicação de atrazine (3.500g ha^{-1}) mais óleo mineral (0,5L ha^{-1}), em pós emergência com 200L ha^{-1} de calda. Não foi efetuado controle de pragas e doenças.

A produtividade de milho foi determinada em área útil de 8m^2 (2 linhas x 0,8m x 5m) com correção para o teor de 130g kg^{-1} de umidade, sendo a colheita do milho efetuada em. Para avaliação do número de fileiras, grãos por fileira e por espiga, foram utilizadas dez espigas colhidas em sequência da segunda linha central de cada parcela, que após analisadas foram incorporadas a massa da parcela. A massa de mil grãos foi estimada a partir da pesagem de 300 grãos.

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de significancia de 5% de probabilidade. Foi utilizando o pacote estatístico *Statiscal Analysis System* (SAS, 2002) e, quando apresentaram significância, as médias de efeito qualitativo (PAST) foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para os resultados de efeito quantitativo (NINV e NVER) realizaram-se estudos de regressão considerando o maior grau significativo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável população de plantas não apresentou diferença significava ($P > 0,05$) para os fatores impostos, com média de 69.757 ±3.416 plantas ha^{-1}, o que caracteriza uniformidade no dossel de plantas. As possíveis variações encontradas para as variáveis correspondentes aos componentes de rendimento de grãos são, portanto, reflexos dos tratamentos impostos

(Tabela 2). Uma vez que a densidade populacional de plantas poderia influenciar nas variáveis em questão, devido à competição entre plantas (Amaral Filho et al., 2005).

Tabela 2 – Quadro da análise de variância em função de doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 kg ha^{-1}) no cultivo de aveia +azevém no inverno de 2009 (NINV) e de doses de nitrogênio (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha^{-1}) no milho no verão de 2009/2010 (NVER), com e sem pastejo da pastagem (PAST). Guarapuava, PR, 2009/2010.

	Rendimento de grãos	Massa de mil sementes	População de plantas
NINV	0,0001*	0,0259*	0,7510^{ns}
NVER	0,0001*	0,0255*	0,5665^{ns}
PAST	0,0001*	0,0484*	1,0000^{ns}
NINV*NVER	0,0001*	0,8658^{ns}	0,8339^{ns}
NINV*PAST	0,4842^{ns}	0,9051^{ns}	0,9801^{ns}
NVER*PAST	0,0004*	0,8407^{ns}	0,3740^{ns}
NINV*NVER*PAST	0,0418^{ns}	0,9945^{ns}	0,6029^{ns}
Cv	7,20	2,95	4,78

*Significativo pelo teste t a 5%.
^{ns} Não significativo pelo teste t a 5%

Foi observada influência (P=0,0418) da interação NINV*NVER*PAST para rendimento de grãos de milho gerando superfícies de resposta (Figura 1). Após quatro anos da implantação no sistema de integração lavoura pecuária, o pastejo no inverno com ovinos contribuiu consideravelmente no aumento do rendimento de grãos de milho em 658 kg ha^{-1} se comparado ao não uso do pastejo, com produtividade média de 10.164 ±152 kg ha^{-1} e 9.506 ±153 kg ha^{-1} para as áreas com e sem pastejo, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Assmann et al. (2003), onde o pastejo no inverno proporcionou maior rendimento de grãos de milho, quando aplicado N em pastagem de aveia branca e azevém. Também em sistema de integração lavoura pecuária, Lunardi et al. (2008) encontraram efeito positivo do pastejo do azevém no rendimento de soja, especialmente quando com menor carga animal.

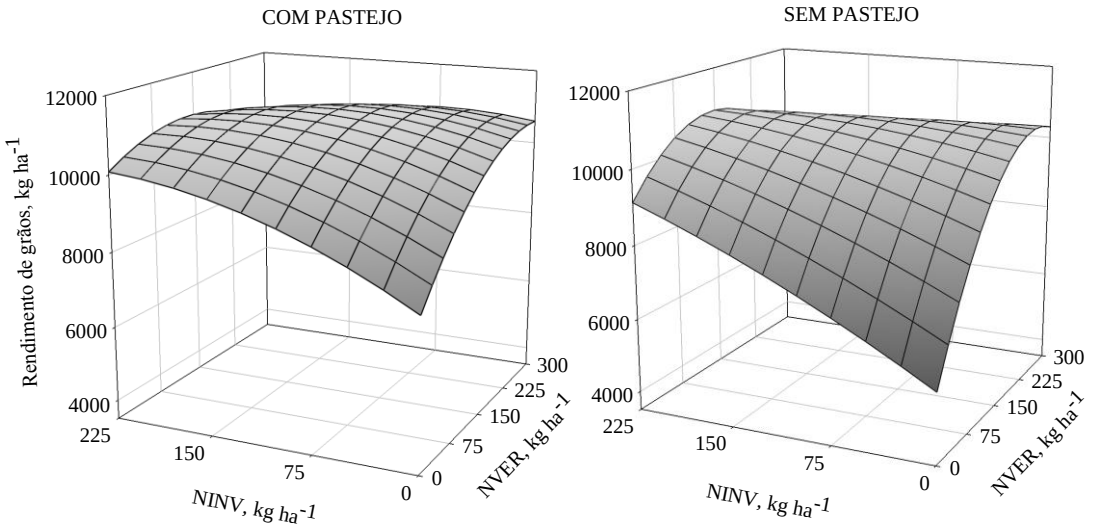
O animal no sistema, por meio das dejeções pode influenciar nos processos de mineralização/imobilização de N, facilitar a rápida decomposição de substratos (Singh et al., 1991) e aumentar a taxa de reciclagem de N resultante da deposição de urina e fezes (Bauer et al., 1987). A disponibilidade de nutrientes às plantas pode ser facilitada pelo pastejo, por meio da manutenção, na superfície do solo, de uma fração de nutrientes orgânicos facilmente mineralizáveis, onde são mais acessíveis também aos microorganismos (Archer & Smeins, 1991).

A presença do animal no sistema também pode resultar no aumento dos teores de nutrientes no solo, como potássio (Souto, 2006). A retenção de nutrientes no corpo do animal é relativamente pequena e os nutrientes que retornam ao solo, via fezes e urina, estão mais prontamente disponível para absorção pelas plantas (Haynes & Williams, 1993). O que justifica o aumento do rendimento de grãos observado quando com animais no sistema. Outro efeito da pastagem está em ciclar nutrientes, trazendo-os de camadas mais profundas para as mais superficiais do solo, disponibilizando para a cultura em sucessão (Ferreira et al., 2009).

Nesse mesmo trabalho, Sandini et al. (2011) observou, no ano de 2007, fitomassa seca residual (obtida após saída dos animais) de aproximadamente 12 t ha^{-1} com aplicação de 150 kg ha^{-1} de N e nas áreas com pastejo o resíduo foi de 2,7 t ha^{-1} com aplicação de 196 kg ha^{-1} de N. Nesse sentido o maior resíduo de fitomassa seca nas áreas sem pastejo, interfere negativamente no processo de imobilização/mineralização do N. Enquanto que nas áreas com pastejo os nutrientes possivelmente estejam mais facilmente disponíveis devido a fezes e urina deixadas pelos animais.

O uso do pastejo pode caracterizar uma maior produção de forragem e, consequentemente de raízes, aumentado a disponibilidade de nutrientes para a cultura sucessora pelo maior aporte de matéria orgânica no solo. Nesse trabalho, os teores de matéria orgânica foram superiores nas áreas com pastejo para às sem pastejo. Para Tracy & Zhang (2008), o sistema de integração lavoura pecuária pode aumentar as concentrações de carbono orgânico no solo ao longo do tempo devido ao crescimento contínuo de plantas para exploração vegetal, rotação de culturas, incremento da massa produzida por tempo em decorrência do pastejo e maior ciclagem de nutrientes. O animal pode vir a ser um fator desejado ao sistema quando feito correto manejo da pastagem, com melhores índices produtivos e uso eficiente de fertilizantes.

O efeito das doses de N foi mais pronunciado quando na presença do animal no sistema (Figura 1). Nesse tratamento, com menores doses de N, o rendimento de grãos foi superior. Além disso, observa-se efeito residual do nitrogênio aplicado no cultivo da pastagem de inverno (aveia branca + azevém). Com a aplicação de 225 kg ha^{-1} de N na pastagem e sem N no milho, o rendimento de grãos nas áreas com pastejo foi 10.077 kg ha^{-1}. Enquanto, sem a aplicação de N na pastagem e na dose de 225 kg ha^{-1} de N no milho obteve-se rendimento de grãos de 10.480 kg ha^{-1}. Esses resultados desmistificam paradigmas relacionados à extração de nutrientes por animais ou possíveis perdas de nutrientes do inverno ao verão.



$CP=7494,787575 + 20,364024*NINV + 22,02143*NVER - 0,039492*NINV^2 - 0,049459*NIN*NVER - 0,038896*NVER^2$ $R^2 = 0,81$ P = 0,0001

$SP=5390,856729 + 20,706601*NINV+ 40,390872*NVER - 0,0181*NINV^2 - 0,075998*NINV*NVER - 0,080036*NVER^2$ $R^2 = 0,90$ P= 0,0001

Figura 1 – Rendimento de grãos de milho (kg ha^{-1}) no sistema de integração lavoura pecuária em função de doses de nitrogênio (0, 75, 150 e 225 kg ha^{-1}) no cultivo de aveia +azevém no inverno de 2009 (NINV) e de doses de nitrogênio (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha^{-1}) no milho no verão de 2009/2010 (NVER), com e sem pastejo no inverno. Guarapuava, PR, 2009/2010.

Os resultados estão de acordo com Assmann et al. (2003), que também verificaram efeito residual do N aplicado no inverno no rendimento de grãos de milho em um sistema de integração lavoura pecuária, e mais pronunciados quando com pastejo. Com aplicação de 300 kg ha^{-1} de N no inverno, os autores registraram rendimento de grãos de milho, usando de 0 a 240 kg ha^{-1} de N no verão, de 10.006 kg ha^{-1}, atribuído a maiores quantidades de nitrato nessas áreas.

Analisando os dados de rendimento de grãos, ajustados a equação correspondente à superfície de resposta gerada (Figura 1), o ponto de máxima produtividade nas áreas com pastejo foi de 11.035 kg ha^{-1}, alcançado com aplicação de 125 kg ha^{-1} e 200 kg ha^{-1} de N no inverno e verão, respectivamente. Para as áreas sem pastejo o maior rendimento de grãos foi de 10.826 kg ha^{-1} obtido com aplicação de 225 kg ha^{-1} e 150 kg ha^{-1} de N no inverno e verão, respectivamente (Figura 1), sendo necessária maior quantidade de N nas áreas sem pastejo para alcançar as mesmas produtividades das áreas pastejadas.

O rendimento de grãos é muito influenciado pela disponibilidade de nitrogênio durante o desenvolvimento da cultura, o que pode ser caracterizado na avaliação dos componentes de rendimento. Quando não limitado por outros fatores edafoclimáticos a maior disponibilidade de N no sistema aumenta o potencial da planta em diferir maior número de grãos por espiga (Bortolini et al., 2001).

A massa de mil grãos foi maior nas áreas com pastejo em relação às áreas sem pastejo, sendo respectivamente de 278 ±3,01 e 275 ±3,01 g. Contudo, com a aplicação de nitrogênio, tanto na pastagem de inverno, quanto na cultura de verão, o massa de mil grãos diminuiu com as maiores doses do fertilizante (Figura 2A e 2B). Esses resultados são distintos daqueles reportados por Silva et al. (2005a) e Lara Cabezas et al. (1997). Em contrapartida, o maior número de grãos por espiga, reflexo do maior número de grãos por fileira e do maior número de fileiras por espiga, com crescente uso da adubação nitrogenada, caracterizou as maiores respostas de rendimento de grãos.

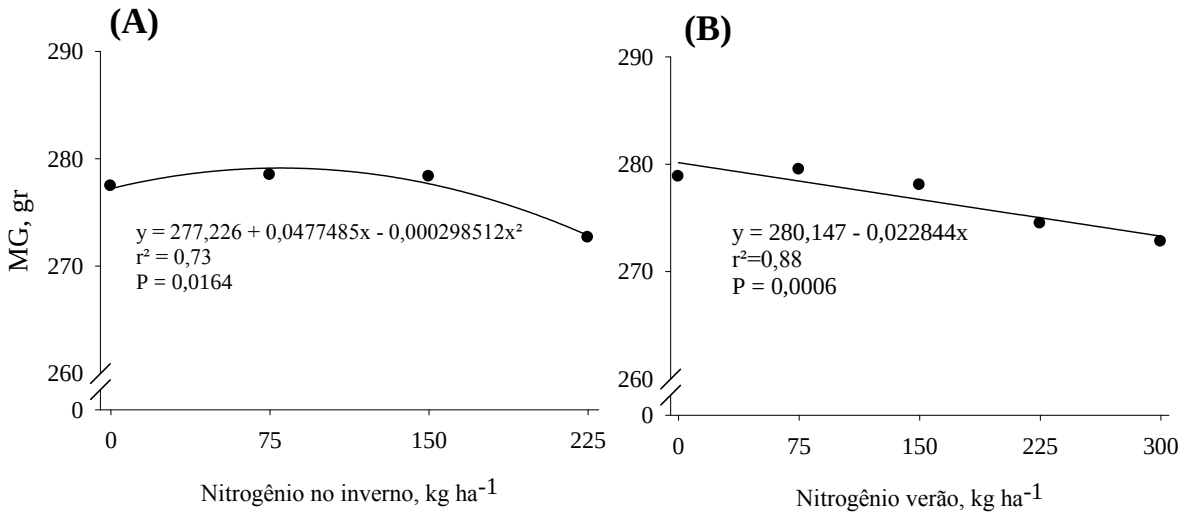


Figura 2 – Massa de mil grãos (MG, gr) em função de doses de nitrogênio na pastagem no inverno (Fig. A) e em função de doses de nitrogênio no milho no verão (Fig. B). Guarapuava, PR, 2009/2010.

Trabalhos demonstram melhores resultados de rendimento de grãos de milho quando o N é aplicado na fase inicial de crescimento (Silva et al., 2005a) em virtude da imobilização temporária do N pelos microorganismos. Sendo assim, a presença do animal favoreceu a ciclagem de nutrientes e o N possivelmente esteve mais disponível ao milho na fase inicial se comparada as áreas sem pastejo, considerando que o tipo e a quantidade de cobertura vegetal interferem consideravelmente na resposta a N da cultura em sucessão (Amado et al., 2002).

Plantas bem supridas em N apresentam melhor desenvolvimento de área foliar e sistema radicular, pois o N participa diretamente na divisão e expansão celular, bem como no processo de fotossíntese (Büll, 1993; Varvel et al., 1997). Suprimento de N que foi favorecido pela presença do animal.

Após quatro anos de implantação do sistema de integração lavoura-pecuária, observa-se que o rendimento de grãos de milho são melhorados com aplicação de N e o pastejo com ovinos na pastagem, em rotação lavoura-pecuária. Isso desmistifica o paradigma, segundo o qual o animal prejudicaria a lavoura em sucessão. Pelo contrário, os animais em pastejo potencializam o aproveitamento do N no sistema, reduzindo as quantidades de fertilizantes, benefícios que são buscados em um sistema de produção sustentável.

4. CONCLUSÕES

O rendimento de grãos é influenciado pela adubação nitrogenada realizada na pastagem, caracterizando efeito residual do nitrogênio. Essas respostas são maiores nas áreas que são pastejadas no inverno.

O rendimento de grãos de milho cultivado em sequência é incrementado em 658 kg ha^{-1} quando com pastejo no inverno, desmitificando que entrada do animal no sistema afete negativamente a cultura sucessora. Pelo contrário, a integração com a produção animal incrementa a renda do sistema.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p. 241-248, 2002.

AMARAL FILHO, J.P.R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, p.467-473, 2005.

ARCHER, S.; SMEINS, F.E. Ecosystem-level processes. In: HEITSCHIMIDT, R.K.; STUTH, J.W., eds. Grazing management: an ecological perspective. Portland, Timber Press, 1991. p.109-139.

ASSMANN, T.S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A.; ASSMANN, A.L.; KOEHLER, H.S.; SANDINI, I.E. 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, v.27, p.675-683, 2003.

BALBINOT JUNIOR, MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A. & DIECKOW, JIntegração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. Ciência Rural, 39:1925:1933, 2009.

BAUER, A.; COLE, C.V.; BLACK, A.L. Soil property comparisons in virgin grassland between grazed and nongrazed management systems. Soil Science Society of America Journal, v.51, p.176-182, 1987.

BORTOLINI, C.G.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E.L. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p.1101-1106, 2001

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H., eds. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, POTAFOS, 1993. p.63-146.

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... Canoas: ULBRA, 2005. p.7-44.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Humberto Gonçalves dos Santos, 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006

FERRIRA, E.V.O.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; COSTA, S.E.V.G.A.; CAO, E.G. Concentração do potássio do solo em sistema de integração lavoura pecuária em plantio direto submetido a intensidades de pastejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.1675-1684, 2009.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and fertility in the grazed pasture ecosystem. Advance in Agronomy, v.49, p.119-199, 1993.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná, [2010]. Disponível em: http://www.iapar.br/modules/canteudo.htm> Acesso em: 08/11/2011.

LARA CABEZAS, W.A.R.; KONDÕRFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH3 na cultura de milho: I efeito da irrigação e substituição parcial da ureia por sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.481-487, 1997.

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

MAAK, R. Geografia física do estado do Paraná. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968. 350p.

MOTT, G. E.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. Proc. 6º Intl Grassld. Cong, p.1380, 1952.

SANDINI, I.E.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M.K.; NOVAKOWISKI, J.H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. Ciencia rural, v.41, p.1315-1322, 2011.

SAS INSTITUTE. SAS: User’s guide: statistics. Version 8.2. 6. ed. Cary: SAS Institute Inc., 2002.

SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; COSER, R.P.S.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E.L.; SILVA, A.A. Grain yield and kernel crude protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dressing. **Scientia Agricola,** v.62, p.487 492, 2005.

SILVA, E.C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G.L.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo vermelho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, p.353-362, 2005a.

SINGH, R.S.; RAGHUBANSHI, A.S.; SINGH, J.S. Nitrogen mineralization in dry tropical savanna: Effects of burning and grazing. Soil biology and biochemistry, v.23, p.269-273, 1991.

SOUTO, M.S. Pastagem de aveia e azevém na integração lavoura-pecuária: Produção de leite e características do solo. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2006. 80p. (Tese de Mestrado).

TRACY, B.F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated croplivestock system in Illinois. Crop Science, v.48, p.1211-1218, 2008.

VARVEL, G.E.; SCHPERS, J.S.; FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. Soil Science Society of America Journal, v.61, p.1233-1239, 1997.