



Scientia Agraria

ISSN: 1519-1125

sciagr@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná

Brasil

PAULETTI, Volnei; BARCELLOS, Milena; Vargas MOTTA, Antonio Carlos; MONTE SERRAT, Beatriz;
Rodrigues dos SANTOS, Ivo

PRODUTIVIDADE DE CULTURAS SOB DIFERENTES DOSES DE ESTERCO LÍQUIDO DE GADO
DE LEITE E DE ADUBO MINERAL

Scientia Agraria, vol. 9, núm. 2, 2008, pp. 199-205

Universidade Federal do Paraná

Paraná, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99516825009>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

PRODUTIVIDADE DE CULTURAS SOB DIFERENTES DOSES DE ESTERCO LÍQUIDO DE GADO DE LEITE E DE ADUBO MINERAL¹

CROP YIELD UNDER DIFFERENT RATES OF LIQUID DAIRY CATTLE MANURE AND MINERAL FERTILIZER

Volnei PAULETTI²
Milena BARCELLOS³
Antonio Carlos Vargas MOTTA⁴
Beatriz MONTE SERRAT⁴
Ivo Rodrigues dos SANTOS⁵

RESUMO

O Paraná possui o quinto maior rebanho bovino leiteiro do Brasil, que gera um grande volume de esterco líquido. Entretanto, existe carência local de estudos de longo prazo que avaliam a aplicação desse esterco como adubo em culturas anuais. Foi conduzido um experimento a campo durante seis anos, de 1997 a 2003, em um Latossolo Bruno, em Castro, Paraná. O objetivo foi determinar a resposta de culturas de inverno e de verão a diferentes doses de esterco líquido de gado de leite (0, 15, 30 e 45 m³ ha⁻¹) combinado com frações da adubação mineral de semeadura recomendada para produção de grãos (0, 50 e 100%). As culturas avaliadas foram cultivadas sob plantio direto na rotação soja/aveia preta/milho/trigo/feijão/aveia branca. A adubação mineral de semeadura não influenciou a produtividade de grãos de soja, feijão, milho e trigo, mas teve efeito residual sobre a produtividade de matéria seca da aveia preta e da aveia branca. A produtividade de grãos da soja e de matéria seca da aveia preta não foi alterada pela aplicação de esterco. Nas safras em que houve efeito da adubação orgânica com esterco líquido de gado de leite, as doses para as máximas produtividades de grãos foram de 28 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no feijão e 44 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no milho, e de matéria seca de aveia branca foi de 41 m³ ha⁻¹. O trigo apresentou resposta linear positiva à aplicação de doses de esterco.

Palavras-chave: adubação orgânica; bovinocultura leiteira; plantio direto; rotação de culturas.

ABSTRACT

The Paraná has the fifth large dairy cattle herd among the Brazilians States, generating high volume of liquid manure. However, there is lack of long term experiments in order to establish manure rate limits for row crops fertilization at the State. A research fields were conducted on a Haplohumox soil in Castro, Paraná State, from 1997 to 2003. The study aimed to determine the summer and winter crop yields response to different liquid dairy manure rates (0, 15, 30, 45 m³ ha⁻¹) combined with fractions of starter fertilization recommended for grain (0, 50 and 100%). The crop rotation used was soybean/black-oat/corn/wheat/dry-bean/white-oat, under no-tillage. The soybean, dry-bean, corn and wheat grain yields were not affected by starter fertilization, but the residual of this fertilization enhanced the dry matter production of black-oat and white-oat. There was no response to manure application for soybean and for black-oat dry matter. When was improve on yield by manure application, reaching maximum grain yield was obtained with 28 m³ ha⁻¹ to dry-beans and 44 m³ ha⁻¹ to corn and the maximum dry matter for white-oat was obtained with 41 m³ ha⁻¹. Manure application also provided linear yield increment for wheat.

Key-words: organic fertilizer, no-tillage, crop rotation, dairy cattle.

¹Parte da Dissertação de Mestrado do segundo autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná – UFPR.

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, pesquisador da Fundação ABC. Rodovia PR 151, km 288, CEP 84165-700, Castro, PR. E-mail: vpauletti@fundacaoabc.org.br. Autor para correspondência.

³Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFPR. Bolsista do CNPq. E-mail: milena_barcellos@yahoo.com.br

⁴Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná (UFPR). Rua dos Funcionários, 1540, CEP 80035-050, Curitiba (PR). mottaacv@ufr.br, bmserrat@ufr.br

INTRODUÇÃO

O Paraná é o quarto maior produtor de leite do Brasil e o quinto em número de vacas ordenhadas (SEAB/DERAL, 2007), sendo que a região de Ponta Grossa concentra 10,5% da produção estadual de leite (SILVA, 2007). Nessa região, a utilização do sistema de confinamento proporciona alta produção de esterco, que é utilizado na adubação das culturas.

Aumentos nas produtividades de grãos com o uso de estercos na adubação são relatados por vários autores (SCHERER, 2000; EGHBALL e POWER, 1999; KONZEN, 2003; SILVA et al., 2004), sendo que alguns aspectos relacionados com o uso destas fontes de nutrientes podem ser verificados apenas em experimentos de médio e longo prazo, devido à mudança gradual das propriedades do solo.

A resposta das culturas ao uso de esterco pode estar relacionada ao uso de adubação mineral visto que SUTTON et al. (1986), estudando o efeito do uso de doses de esterco líquido de gado de leite (112, 224 e 336 Mg ha⁻¹ com 955 g kg⁻¹ de umidade), não constatou diferença na produtividade de milho entre as doses utilizadas ou com adubação mineral, em cinco anos de uso. Mas as produtividades de grãos foram maiores que a testemunha em todos os anos avaliados. Já, JOKELA (1992) constatou que aplicação do equivalente a 9 Mg ha⁻¹ de matéria seca de esterco líquido de gado de leite resultou na ausência de resposta do milho ao uso de até 168 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N).

Acréscimo linear na produtividade de duas culturais de milho foi obtido por SILVA et al. (2004) com uso de até 40 Mg ha⁻¹ de esterco bovino em solo com baixo teor de potássio (K). Já, VITOSH et al. (1973) recomenda a quantidade 22,4 m³ ha⁻¹ ano de esterco de gado de leite com 730 g kg⁻¹ de umidade para produção de milho. EGHBALL e POWER (1999) sugerem que a dose de esterco de gado de corte deve ser baseada na quantidade de N necessária, visto que a produtividade de milho obtida nesta condição foi igual ou superior ao uso de adubo mineral.

Aplicação de esterco líquido de gado de leite (40 Mg ha⁻¹ com aproximadamente 800 g kg⁻¹ de umidade) proporcionou aumento na produtividade de trigo em três de quatro anos de avaliação, em relação à testemunha, mas não diferiu da adubação mineral com N e fósforo (P) (MATSU et al., 2003).

O uso contínuo de esterco em uma mesma área tende a aumentar a fertilidade do solo, especialmente dos níveis de fósforo (P) e N. Isto é mais rapidamente percebido quando se utiliza também a adubação mineral. O N presente nos estercos, supre parte ou toda a demanda das culturas implantadas, sendo que a complementação com formas minerais pode levar à contaminação de lençóis e cursos d'água. Por outro lado, excessos de K são incomuns em áreas de pecuária leiteira, principalmente quando estas são utilizadas para a produção de silagem de planta inteira, que exporta do local grande quantidade deste nutriente (PAULETTI, 2004). Entretanto, substituindo a

produção de silagem pela produção de grãos em áreas frequentemente adubadas com esterco, pode haver redução expressiva da necessidade de aplicação de adubos minerais, pois parte dos nutrientes retorna ao solo pelos resíduos culturais. Esta perspectiva aumenta com o uso do sistema plantio direto que proporciona redução da erosão, maior ciclagem de nutrientes, aumento da atividade biológica do solo e melhor aproveitamento de resíduos culturais (CERETTA et al., 2002). O próprio uso desse sistema promove uma tendência inicial de aumento da produtividade (RUEDELL, 1995), seguida de estabilização ao longo do tempo (PAULETTI et al., 2003), principalmente em culturas leguminosas, evidenciando o aumento gradual da fertilidade do solo. Apesar do amplo uso do plantio direto no Paraná, são poucos os estudos regionais sobre aplicação de esterco nesse sistema.

Nesse contexto, esse trabalho foi desenvolvido em área por longo tempo adubada com esterco e adubo mineral e sob produção de silagem na sucessão de culturas azevém/milho. O objetivo foi determinar a resposta da produção de grãos de soja, feijão, milho e trigo e de matéria seca de aveia preta e aveia branca, cultivadas em rotação sob plantio direto, a doses de esterco líquido de gado de leite em substituição à adubação de semeadura, em um Latossolo Bruno.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Capão Alto, administrada pela Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, no Município de Castro - Paraná, Primeiro Planalto Paranaense, latitude 24° 44' 23,5" S, longitude 49° 55' 37,9" W, e altitude 998 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é tipo Cfb, com temperaturas médias dos meses mais frios entre 13 e 14 °C, nos meses mais quentes entre 23 e 24 °C, e temperatura média anual entre 17 °C e 18 °C, sem estação seca definida. A pluviosidade anual varia entre 1400 e 1600 mm, sendo que na soma dos três meses mais secos ocorre precipitação entre 250 e 350 mm, e nos três meses mais chuvosos entre 400 e 500 mm (IAPAR, 2000).

O solo é caracterizado como Latossolo Bruno Distrófico típico A proeminente textura argilosa fase campo subtropical com relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2002). A área apresentou anteriormente ao período de estudo, 16 anos de adubação com esterco de gado leiteiro sob sucessão de culturas típica da região, sendo no verão, principalmente milho (*Zea mays*), e no inverno azevém (*Lolium multiflorum*), ambas para a produção de silagem de planta inteira. Tais fatores foram determinantes para a elevada fertilidade do solo encontrada no início do experimento (Tabela 1), de acordo com COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (2004).

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados com 3 repetições, com os seguintes fatores distribuídos em faixas: 4 doses

de adubo orgânico (0, 15, 30 e 45 m³ ha⁻¹) e 3 doses de adubo mineral (0, 50 e 100% da adubação de

semeadura), totalizando 12 tratamentos. O tamanho de cada parcela foi de 33,6 m² (4,8 m x 7,0 m).

TABELA 1 - Características químicas da área de estudo antes da instalação do experimento.

Camada (cm)	pH em CaCl ₂	H+Al	Al ⁺⁺⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	P*	MO		V
								----- cmol _c dm ⁻³ -----	mg dm ⁻³	
0-5	5,3	4,54	0,0	0,7	2,8	1,9	40,3		53,9	54
5-10	5,1	5,41	0,0	0,5	2,1	1,3	19,1		43,1	42
10-30	5,2	4,12	0,0	0,4	2,4	1,3	8,8		36,2	50
30-50	5,2	5,11	0,0	0,3	1,9	1,1	3,7		33,3	40
50-80	4,8	5,57	0,1	0,2	1,0	0,8	2,0		28,2	26

* P extraído por Mehlich I.

A adubação orgânica foi realizada entre um e sete dias antes da semeadura das culturas, com aplicação de esterco em superfície sem incorporação ao solo, proveniente de bovinocultura leiteira em sistema de confinamento, com a seguinte composição média: 6,8% de matéria seca, 19, 14, 42, 21 e 13 g kg⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg e 2600, 105 e 510 mg kg⁻¹ de Fe, Cu e Zn, respectivamente. As quantidades de nutrientes aplicadas no tratamento 100% da adubação mineral de semeadura foram de 20, 30, 0 e 20 kg ha⁻¹ de N, 40, 60, 40 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40, 60, 40 e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, no trigo, milho, soja e feijão, respectivamente. Para o fornecimento dos nutrientes foram utilizadas fórmulas comerciais contendo fontes solúveis de nutrientes. A adubação de semeadura foi feita em sulcos, depositando o adubo a aproximadamente 5 cm abaixo da semente no milho, soja e feijão e próximo à semente no trigo. A adubação de cobertura foi aplicada a lanço em todos os tratamentos nas doses de 45, 90 e 45 kg ha⁻¹ de N, para trigo, milho e feijão, respectivamente, entre os estádios das culturas de V2 e V4, utilizando a uréia como fonte. Nas aveias, utilizadas com objetivo de cobertura verde, não foi aplicado adubo mineral de semeadura e de cobertura e na soja, não foi feita adubação nitrogenada em cobertura. A adubação mineral foi utilizada segundo recomendação regional proposta pela Fundação ABC.

O experimento foi conduzido em sistema plantio direto, durante os seis anos agrícolas entre 1997 e 2003, sendo utilizada a rotação de culturas soja (FT Abyara)/aveia preta (Comum)/milho (AG 9012 em 1998 e DKB 214 em 2001)/trigo (OR1)/feijão (carioca comum)/aveia branca (Orla). As aveias e o trigo foram cultivados no inverno, e as demais no verão, portanto, foram utilizadas no experimento duas safras de cada cultura. Os espaçamentos entre

fileiras foram de 0,8; 0,4; 0,4 e 0,17 m para milho, feijão, soja e culturas de inverno (trigo e aveias), respectivamente. A semeadura e os controles de plantas daninhas, pragas, doenças e tratos culturais foram realizados conforme as recomendações regionais para cada cultura.

A produtividade de grãos foi determinada na área útil da parcela, colhendo-se quatro linhas de 4 m nas culturas de verão, e nove linhas de 4 m no trigo. O peso dos grãos foi corrigido para 13 % de umidade e os valores foram convertidos para kg ha⁻¹. Nas aveias (branca e preta) foi determinado a produtividade de matéria seca, coletando-se dois locais de 1 m² por parcela. Após a determinação do peso verde, separou-se uma porção de aproximadamente 500 g do material que foi enviada para o laboratório para determinação da matéria seca, colocando-se em estufa por 72 h na temperatura de 65 °C. Considerando a matéria seca e o peso verde obtido na amostragem, calculou-se a matéria seca em kg ha⁻¹. Para as culturas de inverno foram determinadas as produtividades somente no primeiro ciclo de rotação (primeiros três anos). A segunda safra de trigo (2002) foi perdida por geada.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e em caso de variação significativa, utilizou-se o teste de Duncan para comparação de médias para as doses de adubo mineral, e análise de regressão para as doses de adubo orgânico, adotando-se o nível de significância de 5% (GOMES, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre adubação mineral e orgânica para produtividade de grãos de soja e feijão. A adubação mineral não influenciou as produtividades dessas culturas

(Tabela 2), que foram maiores que a média estadual no período de estudo, que foi de 2728 e 1179 kg ha⁻¹ para soja e feijão, respectivamente (SEAB/DERAL, 2004), mesmo na ausência de adubação de semeadura.

A adubação orgânica não alterou significativamente a produtividade da soja, mas influenciou a produtividade de feijão na safra 1999 (Figura 1), sendo que a dose estimada para obtenção da máxima produtividade foi de 28 m³ ha⁻¹. Com essa dose calculada de esterco, seriam obtidos 2798 kg ha⁻¹ de feijão na safra de 1999, representando um acréscimo de 15%, em relação à não aplicação de esterco. A resposta do feijão, possivelmente está relacionada à maior

dependência desta cultura em relação à adição de N, enquanto que na soja, este nutriente é suprido pela fixação biológica. Discordando dos resultados obtidos, KONZEN (2003) constatou aumento de produtividade próximo a 30% em soja, com a aplicação de esterco líquido de suínos em solos do Cerrado com baixa fertilidade. Adicionalmente, a influência da alta fertilidade do solo sobre a baixa resposta a aplicação de adubo, pode ser confirmada pelas altas produtividades obtidas no tratamento sem aplicação de adubação orgânica ou mineral de semeadura (Tabela 2 e Figura 1), mesmo na safra de feijão de 2002, cinco anos após o início do experimento.

TABELA 2 - Produtividade de grãos das culturas da soja, feijão, milho e trigo, e de matéria seca de aveia preta e aveia branca, por safra, em função da doses de adubo mineral de semeadura, sob sistema plantio direto, em Castro - PR.

Adubo	Soja			Feijão			Milho			Trigo			Aveia Preta	Aveia Branca		
	Mineral*			Safra												
%	1997	2000	1999	2002	1998	2001	1999	1998	2000	1999	1998	2000				
Produtividade - kg ha ⁻¹																
0	3882	a**	3707	a	2596	a	3775	a	9963	a	12113	a	4857	a	2089 b	2089 b
50	3855	a	3708	a	2614	a	3542	a	10237	a	12673	a	5544	a	2213 b	2213 b
100	3771	a	3590	a	2659	a	3489	a	10916	a	12929	a	5637	a	2646 a	2646 a

* Adubação com nitrogênio, fósforo e potássio na semeadura – porcentagem em relação à dose recomendada.

**Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

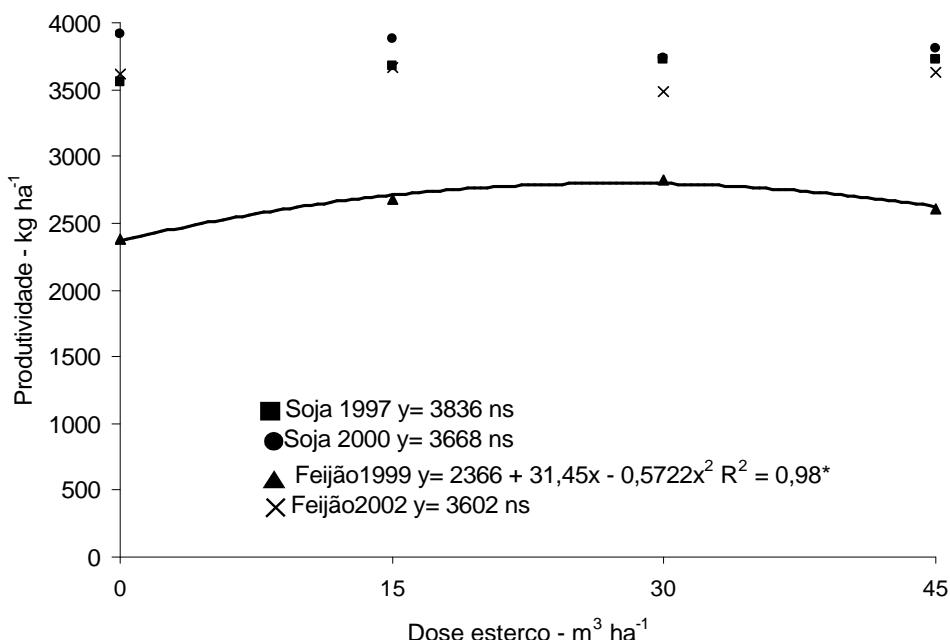


FIGURA 1 - Produtividade de grãos de soja e feijão sob sistema plantio direto, em função de doses de esterco

Outros fatores podem ter contribuído para as altas produtividades do feijão e da soja e baixa resposta dessas culturas à adubação, tais como: grande profundidade do solo, elevado teor de matéria orgânica e sistema de plantio utilizado, neste caso plantio direto. A análise química do solo (Tabela 1) indica que o solo utilizado apresenta teores médios de matéria orgânica (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC, 2004) até a profundidade de 50 cm proporcionando um grande estoque de carbono e nutrientes ligados a essa fração e alta capacidade de armazenar água (CANELLAS et al., 1999). Além disso, observa-se que o Al^{+3} tóxico estava praticamente ausente nas camadas analisadas, até 80 cm, o que favorece o crescimento radicular em profundidade, propiciando uma maior utilização de água e nutrientes pelas plantas. O crescimento radicular pode ter sido favorecido também pela presença de canais preferenciais de penetração de água e raízes no solo (STONE e SILVEIRA, 2001; COSTA et al., 2003), pois foi constatado grande número de orifícios na superfície das parcelas (bioporos) por ocasião da amostragem. Estudos na região demonstraram haver abundância de minhocas em solos sob plantio direto (TANCK et al., 2000; RESSETTI, 2004).

O acamamento na cultura da soja, apesar de não ter sido quantificado, foi observado

especialmente nas parcelas com as maiores doses de esterco e de adubo mineral, sugerindo que tenha interferido na resposta ao uso de adubo mineral e orgânico nas condições de solo de alta fertilidade e clima local.

Assim como para a soja e feijão, as produtividades obtidas para a cultura do milho nas safras 1998 e 2001, mesmo na ausência de adubação de semeadura (Tabela 2), superaram a média estadual dessas safras que foi de 4442 kg ha^{-1} (SEAB/DERAL, 2004), confirmando o alto potencial produtivo do solo. As produtividades de milho não foram influenciadas pela adubação mineral de semeadura (Tabela 2) ou pela interação entre adubação mineral e orgânica.

Adubação com esterco propiciou aumento na produtividade do milho, apenas na safra 2001 (Figura 2), sendo que a dose calculada para obtenção da máxima produtividade foi de 43,4 $m^3 ha^{-1} ano^{-1}$. Com a dose calculada para a máxima produtividade, seriam produzidos 13399 kg ha^{-1} de grãos, ou seja, um acréscimo de 16,3% em relação à não aplicação de esterco. Concordando com esses dados, SUTTON et al. (1986) aplicando esterco líquido de gado de leite na cultura do milho, não obtiveram aumento da produtividade do milho apenas no primeiro ano de cultivo, mostrando efeito para os demais anos avaliados.

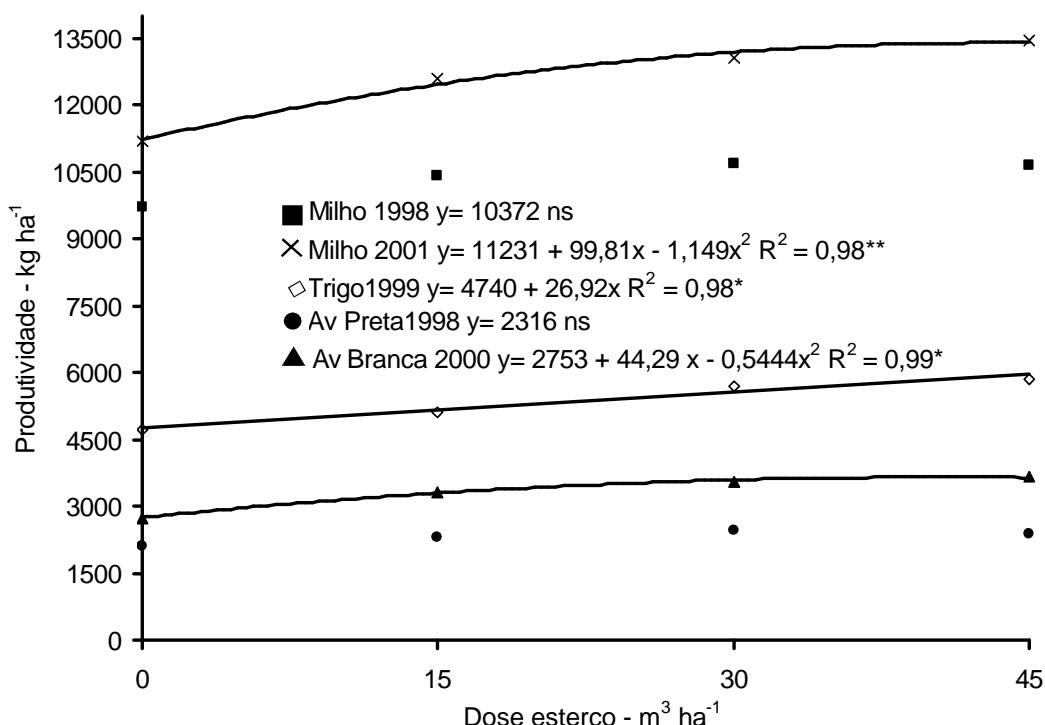


FIGURA 2 - Produtividade de grãos de milho e trigo e de matéria seca de aveia preta e aveia branca sob sistema de esterco líquido. ns = não significativo. * e ** indicam nível de significância de 5% e 1% respectivamente. Geralmente, a produtividade aumenta com a dose de esterco, com exceção da aveia branca.

O acréscimo máximo obtido na produtividade do milho com adição de esterco ficou muito abaixo dos observados por BEAUCHAMP (1983); SUTTON et al. (1986) e LUNKES et al. (2002). As prováveis explicações para ausência de resposta na safra de 1998 e baixa na de 2001, certamente são as mesmas condições de solo, com alta fertilidade, e do sistema de cultivo apresentadas anteriormente, que afetaram as culturas de soja e feijão. Ainda, os 90 kg ha⁻¹ de N utilizados no atual trabalho como adubação de cobertura no milho em todos os tratamentos, pode ter diminuído os efeitos do uso de esterco. JOKELA (1992) observou que com a aplicação de esterco de gado de leite, a resposta a N foi menor no milho.

Por outro lado, em função dos altos teores iniciais de P e médios de K no solo da área experimental, o acréscimo na produtividade do milho obtido com a aplicação do esterco, pode estar relacionado ao N adicional fornecido por este adubo, sugerindo que a dose total de N mineral utilizada no ensaio (120 kg ha⁻¹) pode não ter sido suficiente para a obtenção do potencial máximo da cultura. Para FONTOURA (2005), somente em cobertura seriam necessários 150 kg ha⁻¹ de N para se obter a produtividade de máxima eficiência econômica, enquanto que para PAULETTI e COSTA (2006), a dose total de N, considerando a adubação de semeadura e a de cobertura, é de aproximadamente 180 kg ha⁻¹.

Não foi observada interação entre os efeitos da adubação mineral de semeadura e orgânica sobre a produtividade das aveias branca e preta e do trigo. Tanto a aveia branca quanto a aveia preta, responderam à aplicação de 100% da adubação mineral de semeadura (Tabela 2), com aumentos de 31 e 24%, respectivamente. Embora essas culturas não tenham sido adubadas, a resposta corresponde ao efeito residual das adubações anteriores. Com a ausência de adubação mineral na semeadura nas culturas de inverno, as possibilidades de resposta em relação à adubação residual foram ampliadas, o que demonstra que a reposição de alguns nutrientes na própria cultura, deve ser mantida para que não haja decréscimos de produtividade de matéria seca. Maiores produtividades de matéria seca de culturas aumentam a cobertura do solo, a reciclagem de nutrientes e favorecem o controle de plantas daninhas, condições importantes para a manutenção do sistema plantio direto. Com estes resultados, percebe-se que a presença da adubação mineral foi importante para o crescimento das culturas, mas não foi importante para a produtividade de grãos, já que este parâmetro não foi influenciado pela adubação mineral em todas as culturas avaliadas (Tabela 2). Estes dados são concordantes aos obtidos em milho por SILVA et al. (1993),

MALLARINO et al. (1999) e KAISER et al. (2005), em experimentos com milho.

A produtividade de aveia preta não foi influenciada significativamente pela adubação orgânica, enquanto que na aveia branca a dose de esterco para obtenção da máxima produtividade de matéria seca foi de 40,7 m³ ha⁻¹ (Figura 2). Nessa dose, a produtividade de matéria seca calculada é 25 % maior em relação à não aplicação de esterco. Como a aveia-preta sucedeu a soja, e a aveia branca, o feijão, possivelmente a contribuição do feijão no fornecimento de N para a aveia branca foi menor que a contribuição da soja para a aveia preta, devido à menor produtividade e capacidade do feijão em fixar o N atmosférico, o que contribui para explicar a maior resposta da aveia branca ao esterco. As elevadas produtividades da soja no atual trabalho podem ter fornecido quantidades superiores a 80 kg de N ha⁻¹ ao sistema, através dos resíduos deixados via parte aérea (PAULETTI, 2004).

A cultura do trigo aumentou de forma linear a produtividade de grãos com o aumento da dose de esterco (Figura 2). Como não foi observado efeito da adubação mineral de semeadura (Tabela 2), possivelmente a adubação orgânica esteja contribuindo plenamente para atender as necessidades da cultura. Corroborando com os resultados desse trabalho, MATSUI et al. (2003) observaram aumento de produtividade de trigo com a aplicação de esterco líquido de gado de leite, em três de quatro anos avaliados. Considerando também o milho, pode-se inferir que as gramíneas em geral, são mais responsivas à aplicação de adubos orgânicos, mesmo sob condição de elevada fertilidade.

CONCLUSÕES

1) A adubação mineral de semeadura com nitrogênio, fósforo e potássio, não influenciou a produtividade de grãos de soja, feijão, milho e trigo, mas teve efeito residual sobre a produtividade de matéria seca da aveia preta e da aveia branca.

2) A adubação orgânica com esterco líquido de gado de leite não influenciou a produtividade de grãos de soja e de matéria seca de aveia preta.

3) Na safra em que houve efeito da adubação orgânica com esterco líquido de gado de leite, as doses para as máximas produtividades de grãos foram de 28 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no feijão e 44 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ no milho, e de matéria seca de aveia branca foi de 41 m³ ha⁻¹.

4) O trigo apresentou resposta linear positiva à aplicação de doses de esterco.

AGRADECIMENTOS

Ao colega da Fundação ABC Luiz Carlos Costa pela segurança na condução do experimento.

REFERÊNCIAS

1. BEAUCHAMP, E.G. Response of corn to nitrogen in preplant and sidedress applications of liquid dairy cattle manure. *Canadian Journal of Soil Science*, v. 63, p. 377-386, 1983.
2. CANELLAS, L.P.; SANTOS, G.A.; AMARAL S.N.M.B. Reações da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. *Ensaio de adubação fôrma líquida*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p. 73-75.

3. CERETTA, C. A.; BASSO, C.J.; FLECHA, A.M.T.; PAVINATO, P.S.; VIEIRA, F.C.B.; MAI, M.E.M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 163-171, 2002.
4. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre, 2004.
5. COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, p. 527-535, 2003.
6. EGHBALL, B.; POWER, J. Phosphorus and nitrogen-based manure and compost applications: corn production phosphorus. *Soil Science Society of America Journal*, v. 63, p. 895-901, 1999.
7. EMBRAPA. Caracterização dos solos do município de Castro. Elaborado por: Fasolo, P.J.; Carvalho, A.P.; Pötter, R.O.; Bognola, I.A.; Bhering, S.B.; Martorano, L.G., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 09).
8. FONTOURA, S.M.V. *Adubação nitrogenada na cultura do milho em Entre Rios, Guarapuava, Paraná*. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2005. 94 p.
9. GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 14. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000. 477 p.
10. IAPAR. *Cartas climáticas do estado do Paraná*. ed. 2000. Disponível em: <http://www.iapar.br/Sma/Cartas_Climaticas/Cartas_Climaticas.htm>. Acesso em: 20 ago 2003.
11. JOKELA, W.E. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. *Soil Science Society of America Journal*, v. 56, p.148-154, 1992.
12. KAISER, D.E.; MALLARINO, A.P.; BERMUDEZ, M. Corn grain yield, early growth, and early nutrient uptake as affected by broadcast and in-furrow starter fertilization. *Agronomy Journal*, v. 97, p. 620-62, 2005.
13. KONZEN, E.A. *Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. (Circular técnica, 31).
14. LUNKES, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; CHIAPINOTTO, I.C.; AMARAL, E.B.; GUIDINI, E. Dejetos de suínos em aplicação única e parcelada no milho em sistema de plantio direto: II – Dinâmica do nitrogênio no solo e produtividade de grãos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25, Rio de Janeiro. *Resumos expandidos*. Rio de Janeiro: 8 a 13 de setembro de 2002. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/ppgcs/congressos/Fertbio2002/15.pdf>>. Acesso em out 2004.
15. MALLARINO, A.P.; BORDOLI, J.M.; BORGES, R. Phosphorus and potassium effects on early growth and nutrient uptake of no-till corn and relationships with grain yield. *Agronomy Journal*, v. 91, n. 1., p. 37-45, 1999.
16. MATSI, T.; LITHOURGIDIS, A. S.; GAGIANAS, A. A. Effects of injected liquid cattle manure on growth and yield of winter wheat and soil characteristics. *Agronomy Journal*, v. 95, p. 592-596, 2003.
17. PAULETTI, V. *Nutrientes: teores e interpretações*. 2. ed. Castro, 2004. 86 p.
18. PAULETTI, V.; COSTA, L.C. *Calibração de doses de nitrogênio para milho, em plantio direto, na região dos Campos Gerais – Paraná*. Relatório interno de pesquisa, 2006. 36 p.
19. PAULETTI, V.; LIMA, M.R.; BARCIK, C.; BITTENCOURT, A. Rendimento de grãos de milho e soja em uma sucessão cultural de oito anos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de culturas. Santa Maria: *Ciência Rural*, v. 33, n. 3, p. 491-495, 2003.
20. RESSETTI, R.R. *Determinação da dose de alil isotiocianato em substituição à solução de formol na extração de oligochaeta edáficos*. Curitiba: 2004. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná.
21. RUEDELL, J. *Plantio direto na região de Cruz Alta*. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995. 134 p.
22. SCHERER, E.E. *Aproveitamento do esterco de suínos como fertilizante*. Chapecó: Epagri-Cepaf, 2000.
23. SEAB/DERAL. *Grãos, algodão e outras culturas – Paraná – Evolução da área colhida e da produção obtida – 95/96 a 02/03 (Atualizado em: abril/2004)*. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral/epcpr.xls>>. Acesso em: 11 ago 2004.
24. SEAB/DERAL. *Números da pecuária Paranaense, 2007*. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral/nppr.pdf>>. Acesso em: 09 abr 2007.
25. SILVA, D.J.; ALVARENGA, R.C.; ALVAREZ, V.H.; SOARES, P.C. Localização de fósforo e de cálcio no solo e seus efeitos sobre o desenvolvimento inicial do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 13, p. 203-209, 1993.
26. SILVA, J.; SILVA, P.S.L.; OLIVEIRA, M.; SILVA, K.M.B. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n. 2, p. 326-331, 2004.
27. SILVA, R.C.P. de A. *A pecuária paranaense em foco, 2003*. Disponível em <<http://www.pr.gov.br/seab/aspectos/aspectosdapecuaria141003.pdf>>. Acesso em: 09 abr 2007.
28. STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 395-401, 2001.
29. SUTTON, A.L.; NELSON, D.W.; KELLY, D.T.; HILL, D.L. Comparison of solid vs. Liquid manure applications on corn yield and soil composition. *Journal of Environmental Quality*, v. 15, n. 4, p. 370-375, 1986.
30. TANCK, B.; SANTOS, H.R.; DIONÍSIO, J.A. Influência de diferentes sistemas de uso e manejo do solo sobre a flutuação populacional de oligochaeta edáfico *Amynthas* spp. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 24, p. 409-415, 2000.
31. VITOSH, M. L., DAVIS, J.F., KNEZEK, B.D. Long-term effects of manure, fertilizer, and plow depth on chemical properties of soils and nutrient movement in a monoculture corn system. *Journal of Environmental Quality*, v. 2, n. 2, p. 296-299, 1973

