



Efeito de fontes orgânicas e mineral de nitrogênio sobre produção de milho e propriedades químicas do solo sob sistema plantio direto

Eloi Erhard Scherer¹

Resumo – Em um experimento, conduzido por 4 anos no município de Chapecó, SC, foi avaliado o efeito de doses (zero, 60, 120 e 240kg/ha) e fontes de N (esterco líquido de suínos [ELS], composto de esterco de suínos [CES], esterco de aves [EA] e nitrato de amônio [NA]) na produtividade de milho no sistema plantio direto. Após 4 anos foram coletadas amostras de solo para a realização de análises químicas nas camadas de zero a 5, 5 a 10, 10 a 20, 20 a 30, 30 a 40cm de profundidade. Os resultados mostraram que o fornecimento de N através do ELS apresentou eficiência similar ao NA, e ambos apresentaram maior eficiência que o CES e EA. A resposta ao N de NA e de ELS apresentou efeito quadrático, sendo a produtividade máxima de grãos obtida, respectivamente, com a aplicação anual de 226 e 246kg/ha de N. A resposta à aplicação de N de EA e de CES foi linear. Maiores alterações nas propriedades do solo foram verificadas com a aplicação de EA e CES, com acúmulo de P, K, Cu e Zn nas camadas superficiais do solo, principalmente nos primeiros 5cm. As propriedades químicas do solo nas camadas de 20 a 30 e 30 a 40cm não foram afetadas. Para uma mesma quantidade de N aplicada, o esterco sólido manteve o pH do solo próximo ao valor original, enquanto o NA acarretou sua redução.

Termos para indexação: fontes de N, esterco sólido, composto, *Zea mays*.

Effect of organic and mineral nitrogen sources on corn yield and soil chemical properties in no-till system

Abstract – In a 4-year experiment in Western Santa Catarina, Southern Brazil, the effect of N levels (0, 60, 120 and 240kg/ha) and N sources (liquid swine manure [LSM], swine composite manure [SCM], poultry manure [PM] and ammonium nitrate [AN]) on corn yield in no-till system was investigated. After four years, soil samples were taken at depths of 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40cm. The results showed that N from LSM presents similar efficiency to N in AN and both present greater efficiency than N from SCM and PM. The maximum grain yield was estimated with annual application of 226 and 246kg of N/ha at AN and LSM, respectively. Corn response to SCM and PM applications was linear. Soil property changes were greater for solid manure applications (SCM and PM), and caused an accumulation of P, K, Cu and Zn in the top soil layer, mainly in the upper 5cm of the soil. Soil properties in the 20-40cm depth were unaffected by the applied treatments. Soil pH was maintained near the original soil level when N-based manure was applied, but was significantly reduced with the application of AN.

Index terms: nitrogen source, solid manure, organic composite, *Zea Mays*.

Introdução

A suinocultura em escala industrial trouxe como consequência a intensificação do processo produtivo e a geração de grandes quantidades de resíduos com alto potencial de poluição. A quase totalidade desses resíduos produzidos nos estabelecimentos de Santa Catarina continua sendo manejada na forma líquida e armazenada em esterqueiras

e lagoas de estabilização, com posterior utilização como fertilizante na agricultura (Perdomo et al., 2003). Essa condição, pela presença de grande quantidade de água, diminui a qualidade fertilizante, não sendo econômico seu transporte e uso em locais distantes de sua produção (Scherer, 2005).

Em função disso, tornou-se prioritário o desenvolvimento de sistemas alternativos de manejo dos

resíduos da suinocultura. Dois sistemas mereceram especial atenção: a produção de suínos em cama sobreposta, onde o esterco sofre compostagem *in situ* e a compostagem do esterco líquido em plataformas semiautomatizadas, instaladas junto aos sistemas de criação (Oliveira & Higarashi, 2006).

Estudos realizados por Oliveira (2004), Daiprá et al. (2005) e Kunz et al. (2008) utilizando diversos tipos de ►

Aceito para publicação em 8/12/10.

¹ Eng.-agr., Dr., Epagri/Centro de Pesquisas para Agricultura Familiar (Cepaf), C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, fone: (49) 3361-0638, e-mail: escherer@epagri.sc.gov.br.

cama e substratos têm indicado a viabilidade técnica da utilização desses dois sistemas de produção para compostagem do esterco de suínos. Porém, a eficiência agrônômica do composto resultante ainda não foi devidamente avaliada.

Os esterco sólidos apresentam menor proporção de nutrientes na forma mineral, prontamente disponíveis às plantas, e têm menor efeito imediato do que os esterco líquidos (Scherer & Nesi, 2007). O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes adubos orgânicos no suprimento de nitrogênio para milho no sistema plantio direto e o impacto desses adubos sobre algumas propriedades do solo.

Material e métodos

O experimento foi realizado no período de agosto de 2003 a setembro de 2007, em Latossolo Vermelho Distroférrico, no município de Chapecó, SC. Por ocasião da implantação do experimento, o solo apresentou as seguintes propriedades nas camadas de zero a 10 e 10 a 20cm, respectivamente: pH em água = 5,4 e 5,5; índice SMP = 5,8 e 5,9; P = 19,6 e 16,2mg/dm³; K = 212 e 172mg/dm³; Al³⁺ = 0,1cmol_c/dm³ e zero/dm³; Ca²⁺ = 3,5 e 2,8cmol_c/dm³; Mg²⁺ = 1,3 e 1,2cmol_c/dm³; Cu = 3,6 e 3,5mg/dm³; Zn = 2,6 e 2,2mg/dm³; MO = 42 e 40g/dm³ e argila = 620 e 650g/kg.

O delineamento foi o de blocos inteiramente casualizados, com os tratamentos arranjos em fatorial, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de quatro doses de N: zero, 60, 120 e 240kg/ha, oriundos de quatro fontes: nitrato de amônio (NA), esterco líquido de suínos (ELS), composto de esterco de suínos (CES) e esterco de aves (EA).

Os tratamentos foram aplicados, anualmente, por ocasião da semeadura do milho. A distribuição dos adubos foi realizada manualmente, a lanço, sobre a superfície do solo, que

se encontrava coberto com palha de aveia, manejada com herbicida e rolo-faca em torno de 20 dias antes da semeadura do milho.

O ELS utilizado foi proveniente de sistema com criação de suínos em ciclo completo. O CES, por sua vez, foi coletado nos dois primeiros anos em pocilga com leito de maravalha (cama sobreposta), após terem sido criados quatro lotes de suínos de terminação e, nos demais anos, em uma plataforma de compostagem com substrato de maravalha. As principais características dos materiais utilizados são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidades de nutrientes adicionados ao solo pela aplicação anual de 240kg/ha de N de cada fonte de adubo (valores médios dos 4 anos)

Fonte	Quantidade	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Cu	Zn
..... kg/ha							
ELS	84,2m ³ /ha	140,6	123,0	80,0	28,6	3,2	4,8
CES	10,8t/ha ⁽¹⁾	320,2	237,6	315,4	76,6	2,8	5,0
EA	7,6t/ha ⁽¹⁾	288,8	244,8	426,4	93,4	1,2	1,8

⁽¹⁾ Calculado em base seca.

Nota: ELS = esterco líquido de suínos; CES = composto de esterco de suínos; EA = esterco de aves.

As parcelas mediam 5m × 5,4m (27m²) com 6 linhas de milho espaçadas de 0,90m e 5 plantas por metro linear, com área útil de 14,4m². A semeadura do milho (cultivar Pioneer 3069) foi realizada em outubro com semeadora para plantio direto, sem a adição de fertilizantes fosfatados e potássicos, pois o solo apresentava altos teores de P e K. Após a colheita do milho de cada ano, foi semeada aveia-preta para cobertura do solo e viabilização do sistema plantio direto.

Ao final do quarto ano, foram coletadas amostras de solo nas camadas de zero a 5, 5 a 10, 10 a 20, 20 a 30 e 30 a 40cm, que foram analisadas para P e K (Mehlich-1), Cu e Zn disponíveis, extraídos com solução de HCl 0,1N, pH em água na relação 1:1 e teor de matéria orgânica por combustão úmida, com uso de bicromato de sódio.

Os dados de produtividade de milho foram submetidos à análise de

variância e ajustadas equações de regressão para as doses de N. Para os dados de análise de solo foi usada análise de variância com comparação de médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro para discriminar diferenças entre fontes em cada uma das camadas amostradas.

Resultados e discussão

Produtividade de grãos

A análise estatística da produtividade de grãos de milho indicou que não houve interação entre

os fatores doses e fontes de nitrogênio, bem como entre esses e os anos de cultivo.

Na Tabela 2 são apresentadas as equações de regressão relativas ao efeito das fontes de adubo na produtividade de milho em cada ano. Os resultados apresentados referem-se somente a três das quatro safras, pois a produtividade da safra 2005/06 foi muito baixa, em consequência de uma longa estiagem.

Nas três safras, a resposta da cultura aos tratamentos foi semelhante, observando-se efeito linear para as doses de N de adubos orgânicos sólidos (CES e EA) e efeito quadrático para doses de N de adubo mineral (NA) e esterco líquido (ELS). Isso mostra que o ELS e o NA foram mais eficientes que o CES e EA, que não diferiram entre si. O efeito do ELS sobre a produtividade de milho é relativamente bem documentado na literatura (Konzen et al., 1997; Scherer, 1998; Scherer & Nesi, 2007; Comin et

Tabela 2. Equações de regressão (funções ajustadas), coeficientes de determinação (R²) e ponto de máxima eficiência técnica (PMET) para produção de grãos de milho (w) em função da quantidade de N adicionada (x) pelas diversas fontes de adubo por ano de cultivo

Fonte	Função ajustada	R ²	PMET(kg/ha)
Ano agrícola 2003/04			
NA	$w = 3087 + 42,66x - 0,102x^2$	0,93**	209,1
ELS	$w = 2838 + 33,25x - 0,056x^2$	0,91**	296,9
CES	$w = 2989 + 15,96x$	0,90**	
EA	$w = 2898 + 13,35x$	0,86*	
Ano agrícola 2004/05			
NA	$w = 2747 + 24,91x - 0,057x^2$	0,95**	218,5
ELS	$w = 2777 + 21,36x - 0,046x^2$	0,96**	232,2
CES	$w = 2772 + 9,754x$	0,94**	
EA	$w = 2816 + 9,305x$	0,92**	
Ano agrícola 2006/07			
NA	$w = 3178 + 45,71x - 0,095x^2$	0,91**	238,1
ELS	$w = 3033 + 53,15x - 0,116x^2$	0,98**	229,1
CES	$w = 3035 + 13,83x$	0,98**	
EA	$w = 3230 + 15,38x$	0,89**	

Nota: NA = nitrato de amônio; ELS = esterco líquido de suínos; CES = composto de esterco de suínos; EA = esterco de aves.

* Significativo ao nível de 5%.

** Significativo ao nível de 1%.

al., 2007), atingindo, em alguns casos, a mesma eficiência (Scherer & Nesi, 2007) ou bastante próxima dos fertilizantes nitrogenados industriais (Ceretta et al., 2005; Konzen, 1997; Scherer, 1998). A maior eficiência do ELS em comparação aos esterco sólidos deve ser atribuída à maior proporção de N mineral que esse apresenta (Scherer & Nesi, 2007).

A máxima eficiência técnica (produtividade máxima) foi obtida com a aplicação de 209, 218 e 238kg de N como NA e 296, 232 e 229kg de N como ELS, respectivamente, nos anos agrícolas 2003/04, 2004/05 e 2006/07.

A análise conjunta dos três anos (Figura 1) mostrou efeito linear para os tratamentos com CES e EA e efeito quadrático para NA e ELS. Para cada quilograma de N aplicado, na forma de CES e EA, houve um incremento médio de 13,2 e 13,7kg/ha de grãos de milho, respectivamente. Isso mostra que o N dessas duas fontes apresenta

praticamente a mesma eficiência. Porém, em termos de quantidade de adubo, seria necessária a aplicação de 45kg/ha de CES e 32kg/ha de EA para atingir os mesmos incrementos em produtividade, ou seja, uma quantidade 40% maior (em base seca) de CES em comparação ao EA.

Na média dos anos, o ponto de máxima eficiência técnica (PMET) foi obtido com a aplicação anual de 226 e 246kg/ha de N como NA e ELS, respectivamente (Figura 1). Com base no teor médio de N no ELS (Tabela 1), haveria necessidade de se aplicar 86m³/ha desse resíduo para atingir a produtividade máxima; uma quantidade superior ao limite de 50m³/ha/ano estabelecido pela legislação ambiental de Santa Catarina.

Comparando a eficiência das fontes, os resultados mostram que, embora a aplicação de esterco sólido (CES e EA) tenha aumentado o fornecimento de N e a produtividade de grãos de milho em relação ao tratamento sem adubação, o seu efeito imediato na cultura manejada sob sistema plantio direto está muito aquém daquele observado com NA e ELS.

Propriedades do solo

Na Figura 2A são apresentados os teores de fósforo (P) nas diversas camadas do solo, após quatro aplicações de adubos minerais (NA) e orgânicos (ELS, CES e EA) para o suprimento de 240kg/ha de N à cultura do milho. Observa-se que a adição dos adubos orgânicos resultou em acúmulo de P na camada ▶

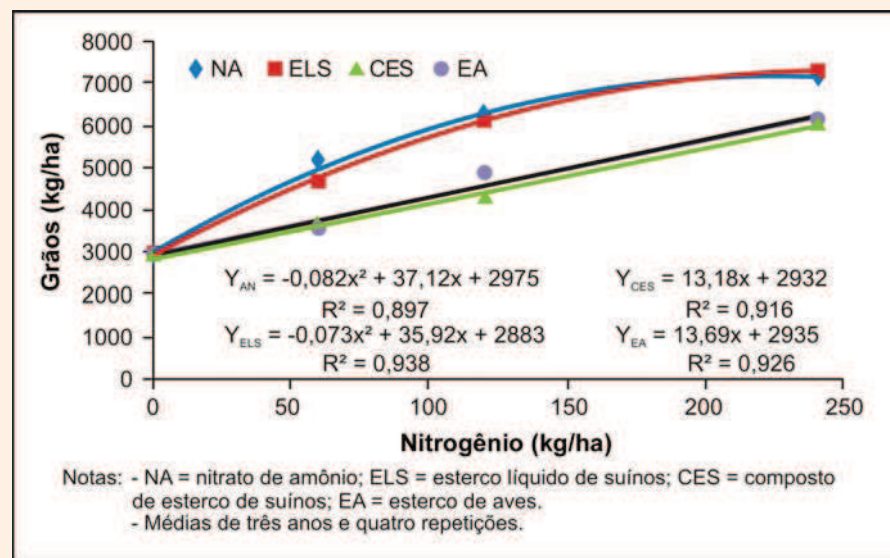


Figura 1. Produção de grãos de milho em função de doses e fontes de nitrogênio

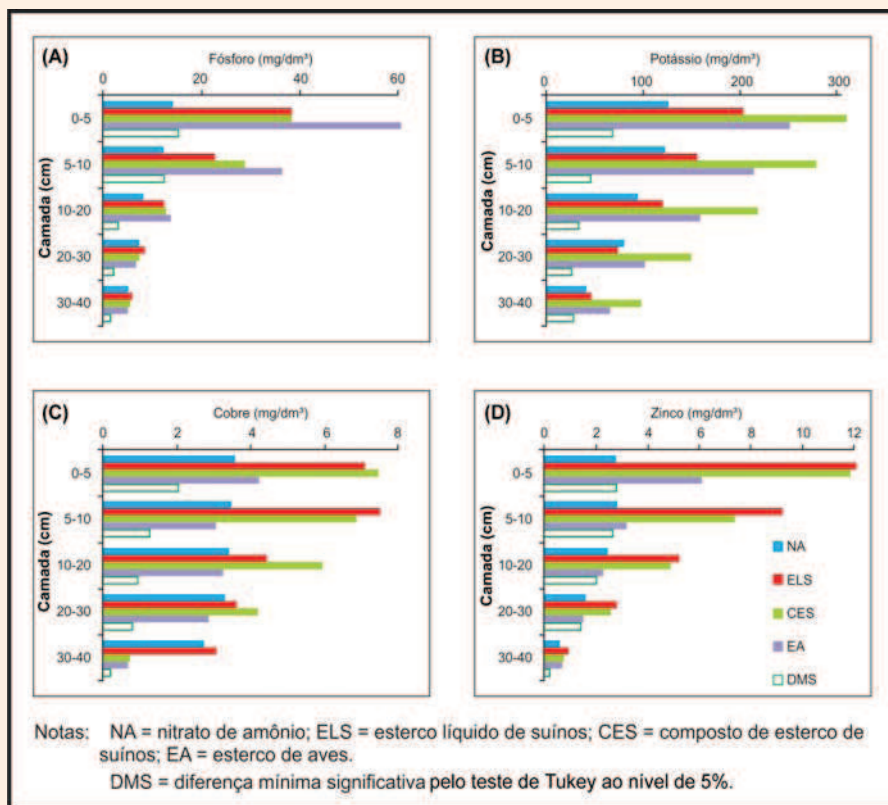


Figura 2. Teores de fósforo (A), de potássio (B), de cobre (C) e de zinco (D) em diferentes camadas do solo após 4 anos de aplicação anual de 240kg/ha de N de diversas fontes

superficial do solo. Maiores teores desse nutriente foram encontrados quando da utilização de EA e CES, dois adubos que apresentam em sua composição proporcionalmente maiores teores de P em relação ao N (Tabela 1).

O acúmulo de P na superfície do solo pode potencializar as suas transferências por escoamento superficial e causar a contaminação das águas superficiais (Basso et al., 2005; Ceretta et al., 2005; Gessel et al., 2004), risco que pode ser maior quando da utilização continuada de esterco sólido para suprimento integral das necessidades de N da cultura (Eghball, 2002).

Embora a mobilidade do P em Latossolos com altos teores de argila seja geralmente baixa, observou-se aumento nos teores do elemento até a camada entre 10 e 20cm, não tendo sido observadas diferenças entre fontes de adubo em camadas inferiores, o que corrobora os resultados de Scherer et al. (2007).

Uma das possíveis causas para esse aumento no teor de P na camada de 10 a 20cm pode ser o deslocamento do P na forma orgânica através de poros e canaliculos deixados pelo sistema radicular ou pela fauna do solo, conforme relatam Eghball et al. (1996).

O potássio (K) seguiu a tendência do P e também acumulou em maiores quantidades na camada superficial do solo nos tratamentos com adubação orgânica (Figura 2B). Os teores mais altos foram observados quando da utilização de CES e EA, que não diferem entre si, mas foram superiores ao ELS, corroborando os resultados de Comin et al. (2007), que também encontraram altos teores de K no solo quando da utilização de esterco sólido como fonte de N em milho.

Chamam a atenção os altos teores de K encontrados na camada superficial, bem acima do limite superior da classe de disponibilidade alta ($120\text{mg}/\text{dm}^3$) estabelecido para fins de nutrição vegetal (Sociedade..., 2004). Isso mostra que, caso os esterco

sólidos sejam continuamente usados para suprimento de N, poderá haver acúmulo gradativo de K no solo.

A adubação orgânica aumentou a disponibilidade de cobre (Cu) e zinco (Zn) no solo (Figuras 2C e 2D). O maior acúmulo desses nutrientes ocorreu na camada superficial e em menores quantidades até a camada de 10 a 20cm. Abaixo dessa camada não se observou diferença entre as fontes de adubo, indicando não haver maior mobilidade desses elementos para camadas inferiores do solo.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Konzen et al. (1997), Mattias (2006) e Giroto (2007), que também constataram acúmulo de Cu e Zn na camada superficial do solo quando da utilização de esterco de suínos no sistema plantio direto. Giroto (2007), da mesma forma, observou uma baixa mobilidade desses elementos em um Argissolo adubado por 7 anos com esterco de suínos, onde o deslocamento do Cu e do Zn atingiu, no máximo, 10 a 12cm de profundidade.

O expressivo acúmulo de Cu e Zn na camada superficial do solo deve ser atribuído à não incorporação dos adubos ao solo e às altas concentrações desses metais, principalmente no esterco de suínos, que na quantidade usada para suprimento de 240kg/ha de N adicionou, no período de 4 anos, aproximadamente 12kg de Cu e 20kg de Zn (Tabela 1).

Na Figura 3 são apresentados os valores de pH nas diversas camadas de solo amostradas por fontes usadas. Observa-se que os valores mais baixos ocorrem com a utilização de NA, diferindo significativamente nas duas camadas superficiais (zero a 5 e 5 a 10cm) dos tratamentos com CES e EA. Esse efeito da adubação nitrogenada na acidificação do solo já é bastante conhecido e deriva de reações que produzem H^+ no processo de nitrificação (Kiehl et al., 1981).

Comparando-se esses resultados com o valor de pH, determinado antes da implantação do experimento, que

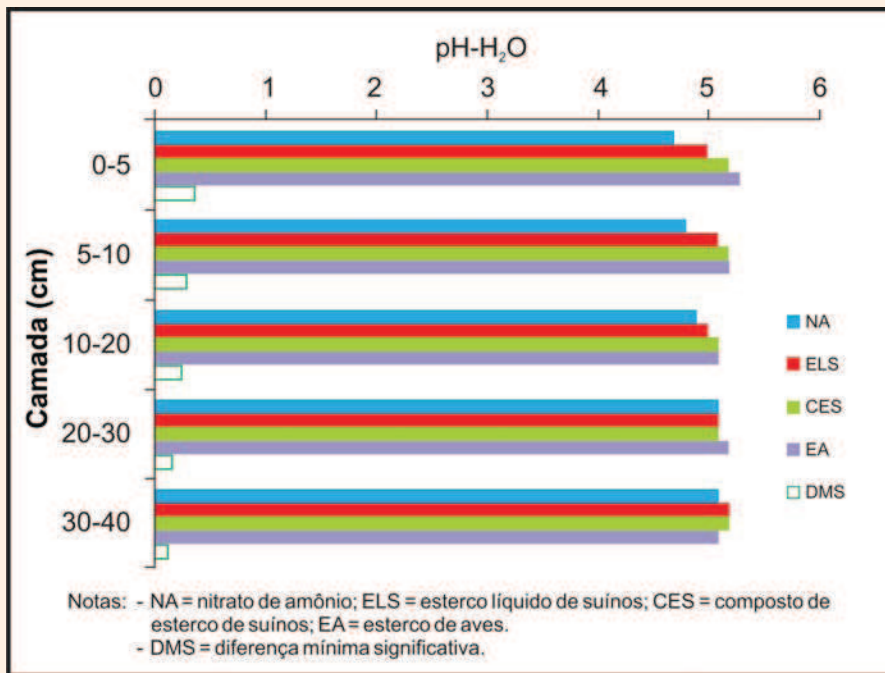


Figura 3. Valores de pH-H₂O nas camadas de solo amostradas após 4 anos de aplicação anual de 240kg/ha de N de diversas fontes



Figura 4. Adubação com esterco líquido de suínos, na dose de 240kg N/ha, mostrando o bom desenvolvimento das plantas de milho

foi de 5,4 na camada zero a 10cm, verifica-se que os adubos orgânicos sólidos (CES e EA) praticamente mantiveram estável o pH nesse período, enquanto o NA reduziu o pH em 0,7 unidade na mesma camada (Figura 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Comin et al. (2007), com utilização de diferentes fontes de N (ureia, esterco líquido de suínos e cama sobreposta) na cultura do milho em um Argissolo.

Os resultados ressaltam a importância do monitoramento da fertilidade do solo, da disponibilidade e acúmulo de nutrientes e da dinâmica da acidez do solo em áreas agrícolas onde se adicionam repetidamente doses elevadas de adubos orgânicos ou nitrogenados amoniacais.

Conclusões

Os adubos orgânicos sólidos (CES e EA) apresentam menor potencial para suprimento de nitrogênio ao milho cultivado no sistema plantio direto do que o esterco líquido de suínos (Figura 4), cuja eficiência é similar à do nitrato de amônio.

Para as condições do experimento, a aplicação do dobro da quantidade de nitrogênio recomendada pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC, na forma de materiais orgânicos sólidos, não foi suficiente para atender a demanda do milho.

A máxima eficiência técnica para a produtividade de grãos de milho ocorreu com a aplicação anual de 226 e 246kg/ha de N através de nitrato de amônio e esterco líquido de suínos, respectivamente. Essa dose corresponde à aplicação de 86m³/ha de esterco líquido, que é superior ao limite máximo de 50m³/ha/ano, estabelecido pela legislação ambiental.

O uso continuado do nitrato de amônio acarreta a acidificação do solo, não verificada quando do uso de adubos orgânicos (Figura 5) para suprimento da mesma quantidade de nitrogênio. ►



Figura 5. Desenvolvimento vegetativo do milho adubado com composto orgânico de esterco de suínos, na dose de 240kg N/ha

Agradecimento

Ao CNPQ pelo financiamento parcial desta pesquisa.

Literatura citada

- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; DURIGON, R. et al. Dejeito líquido de suínos: II -Perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, p.1305-1312, 2005.
- CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; PAVINATO, P.S. et al. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação de aveia-preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejeito líquido de suíno. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, p.1287-1295, 2005.
- COMIN, J.; DORTZBACH, D.; SARTOR, L.R. et al. Adubação prolongada com dejetos suínos e os efeitos em atributos químicos e físicos do solo na produtividade em plantio direto sem agrotóxicos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Porto Alegre, v.2, p.1340-1343, 2007.
- DAIPRÁ, M.A.; KONZEN, E.A.; OLIVEIRA, P.A.V. de et al. *Compostagem de dejetos líquidos de suínos*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 25p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 45).
- EGHBALL, B. Soil properties as influenced by phosphorus- and nitrogen-based, manure and compost applications. *Agronomy Journal*, Madison, v.94, p.128-135, 2002.
- EGHBALL, B.; BINFORD, G.D.; BALTENSPERGER, D.D. Phosphorus movement and adsorption in a soil receiving long-term manure and fertilizer application. *Journal Environmental Quality*, Madison, v.25, p.1339-1343, 1996.
- GESSEL, P.D.; HANSEN, N.C.; MONCRIEF, J.F. et al. Rate of fall-applied liquid swine manure: Effects on runoff transport of sediment and phosphorus. *Journal of Environmental Quality*, v.33, p.1839-1844, 2004.
- GIROTTI, E. *Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejeito líquido de suínos*, 2007. 121f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.
- KIEHL, J.C.; MELLO, F.A.F.; ARZOLLAS, S. Efeito acidificante de alguns adubos nitrogenados em solos de diferentes texturas. *O solo*, Piracicaba, v.73, p.19-24, 1981.
- KONZEN, E.A.; PEREIRA FILHO, I.A.; BAHIA FILHO, A.F.C. et al. *Manejo de esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho*. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1997. 31p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 25).
- KUNZ, A.; BORTOLI, M.; HIGARASHI, M.M. Avaliação do manejo de diferentes substratos para compostagem de dejetos líquidos de suínos. *Acta Ambiental Catarinense*, Chapecó, v.5, p.7-19, 2008.
- MATTIAS, J. L. *Metals pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina*, 2006. 165f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.
- OLIVEIRA, P.A.V. de. *Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109p. (PNMA II).
- OLIVEIRA, P.A.V. de; HIGARASHI, M.M. *Unidade de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 39p. (Embrapa Suínos e Aves. Documento, 114).
- PERDOMO, C.C.; OLIVEIRA, P.A.V. de; KUNZ, A. *Sistemas de tratamento de dejetos suínos: inventário tecnológico*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 23p. (Embrapa Suínos e Aves. Documento, 85).
- SCHERER, E.E. *Utilização de dejeito de suínos como fonte de nitrogênio: bases para adubação dos sistemas milho/feijão e feijão/milho*, em cultivos de sucessão. Florianópolis: Epagri, 1998. 49p. (Epagri. Boletim Técnico, 99).
- SCHERER, E.E. Critérios para transporte e utilização dos dejetos suínos na agricultura. *Agropecuária Catarinense*, v.18, p.62-67, 2005.
- SCHERER, E.E.; NESI, C.N. Sistemas de preparo do solo, doses e fontes de adubo nitrogenado na produtividade de milho. *Agropecuária Catarinense*, v.20, p.67-71, 2007.
- SCHERER, E.E.; BALDISSERA, I.; NESI, C.N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.123-131, 2007.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. *Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 10.ed. Porto Alegre: SBCE/ Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2004. 394p. ■