

PRODUTIVIDADE DE *Stylosantes guianensis* cv. MINEIRÃO EM RESPOSTA AO EFEITO RESIDUAL DE BIODOSSÍLIDO EM ÁREA DEGRADADA¹

Emiliano Lôbo de Godoi², Jácomo Divino Borges³,
Paulo Alcanfor Ximenes³, Wilson Mozena Leandro³

ABSTRACT

YIELD OF *Stylosantes guianensis* cv. MINEIRÃO AS
A RESPONSE TO THE RESIDUAL EFFECT
OF BIOSOLIDS IN DEGRADED AREA

The present study evaluated the residual effect of sewer sludge produced in the 'Estação de Tratamento de Esgoto' (ETE), in Goiânia, Goiás State, Brazil, treated with 50% (v/v) of CaO and a bio-stimulator on the *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão fitomass yield, at two harvest dates. The first cut occurred 150 days after sowing, and the second, 273 days after the first harvest (423 days old). Eight treatments were evaluated: control; mineral fertilization; 20 Mg ha⁻¹ biosolid; 20 Mg ha⁻¹ biosolid + bio-stimulator; 40 Mg ha⁻¹ biosolid; 40 Mg ha⁻¹ biosolid + bio-stimulator; 60 Mg ha⁻¹ biosolid; 60 Mg ha⁻¹ biosolid + bio-stimulator. The experimental design was randomized complete blocks, with four replications. In the first harvest, the yield did not show significant differences between the mineral fertilization treatments and the treatments with increasing biosolid doses without bio-stimulator. All treatments with bio-stimulator showed negative effects on *S. guianensis* yield. In the second harvest, it was noticed a tendency to increasing yields for all treatments, except for the treatment that received chemical fertilization. The yield obtained in the treatments that received bio-stimulator were similar to the control and significantly lower than for other treatments. The results suggest the existence of a biosolid residual effect.

KEY-WORDS: Sewer sludge; biosolid; degraded areas; bio-stimulator.

INTRODUÇÃO

A implantação de estações de tratamento de esgoto representa um grande passo para a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população, sendo, portanto, um objetivo a ser perseguido por todos. Entretanto, encontrar uma destinação ambientalmente correta e economicamente viável para o lodo gerado como sub-produto do processo de tratamento de

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito residual do lodo de esgoto produzido na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Goiânia, GO, tratado com 50% de cal virgem (v/v) e um bio-estimulador sobre a produtividade de fitomassa de *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão, em duas épocas. A primeira foi aos 150 dias após o plantio e a segunda aos 273 dias após a primeira colheita (423 dias de idade). Foram aplicados oito tratamentos: testemunha; adubação mineral; 20 Mg ha⁻¹ de biossólido; 20 Mg ha⁻¹ de biossólido + bio-estimulador; 40 Mg ha⁻¹ de biossólido; 40 Mg ha⁻¹ de biossólido + bio-estimulador; 60 Mg ha⁻¹ de biossólido; 60 Mg ha⁻¹ de biossólido + bio-estimulador. O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições. No primeiro corte, as produtividades não diferiram significativamente entre os tratamentos com adubação mineral e os tratamentos com dosagens crescentes de biossólido na ausência do bio-estimulador. Verificou-se que o uso do bio-estimulador afetou negativamente a produtividade de *S. guianensis*. No segundo corte, observou-se tendência de aumento da produtividade em todos os tratamentos, com exceção do que recebeu adubação química. As produtividades obtidas nos tratamentos que receberam bio-estimulador foram semelhantes à testemunha e significativamente inferiores aos demais tratamentos. Os resultados indicam a existência de efeito residual do biossólido.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de esgoto; biossólido; áreas degradadas; bio-estimulador.

esgoto ainda é um desafio para as instituições de pesquisa e saneamento básico. Uma alternativa é o uso agrônômico do lodo de esgoto, que, neste caso, passa a ser denominado biossólido.

O biossólido fornece matéria orgânica ao solo e nutrientes para as culturas, transformando, assim, um passivo ambiental em um insumo agrícola. Entretanto, a utilização do lodo de esgoto deve ser precedida de criteriosa avaliação de suas caracte-

1. Trabalho recebido em out./2006 e aceito para publicação em ago./2008 (nº registro: PAT 718).

2. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH). Governo do Estado de Goiás.
CEP 74.015-908, Goiânia, GO. E-mail: emilianogodoi@gmail.com

3. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. Caixa Postal 131, Campus Samambaia.
CEP 74.001-970 Goiânia, GO. E-mails: jacomob@agro.ufg.br, wilson-ufg@bol.com.br; ximenes@agro.ufg.br.

terísticas físicas, químicas e biológicas do local de aplicação, da cultura utilizada e, após sua aplicação, deve ser implementado um rigoroso programa de monitoramento, pois seu efeito no meio ambiente deve ser avaliado a curto, médio e longo prazo. A aplicação do biossólido no solo consiste na disposição uniforme do produto sobre o terreno, de modo a promover a melhoria de suas condições físicas e químicas e, conseqüentemente, favorecer o desenvolvimento da cobertura vegetal (Lopes et al. 2005).

O lodo de esgoto, de acordo com Andreoli (1999), não deve ser considerado como simples resíduo, em razão de sua potencialidade para a melhoria das práticas agrícolas. Por outro lado, os autores alertam para alguns riscos associados ao seu uso, em especial pela possível presença de metais pesados tóxicos e de patógenos, que se constituem em fatores limitantes à sua utilização na agricultura.

Para Santos (2003), a presença de metais pesados no lodo de esgoto está associada, principalmente, ao lançamento de despejos nas redes coletoras públicas de efluentes, originados de diversos tipos de indústrias e lavanderias. Segundo Ramalho et al. (1999), esses metais pesados podem se acumular no solo e, com o tempo, ficar disponíveis para serem absorvidos pelas plantas e entrar na cadeia alimentar humana. Entretanto, para Mattiazzo et al. (2001), ainda não foi estabelecido um método que estime, eficientemente, os teores fitodisponíveis de metais pesados nos solos e em espécies vegetais diferentes.

Em relação aos agentes patogênicos, Santos (2003) relata os cinco grupos de organismos patogênicos que podem estar presentes no lodo de esgoto: helmintos, protozoários, fungos, vírus e bactérias. Para Andraus et al. (2001), apesar de o risco de infecção por bactérias patogênicas no lodo de esgoto tratado ser pequeno, este pode ser potencializado com o aumento da utilização desse lodo na agricultura.

No Estado de Goiás, ainda não existem normas legislativas que definam os valores limites de patógenos e de metais tóxicos no lodo de esgoto, para o seu uso na reciclagem agrícola, carecendo, portanto, do desenvolvimento e condução de pesquisas científicas. Tal preocupação tomou maior significado após a implantação, em Goiânia (GO), da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), inaugurada em 24 de outubro de 2003, às margens do Rio Meia Ponte.

Considerando-se que os efeitos da aplicação do lodo de esgoto devem ser avaliados, não apenas no momento de sua aplicação, mas também ao longo do tempo, o presente trabalho se propôs a investigar o efeito residual da aplicação de doses crescentes de biossólido e de um bio-estimulador na produtividade de *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão, como planta-teste, em duas épocas e em área degradada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área degradada, localizada no município de Goianópolis, Estado de Goiás (16°32'44" S, 49°08'44" W e altitude de 769 m). O clima, no local, conforme definido por Köppen, classifica-se no grupo de climas tropicais chuvosos como Aw-savana, tendo o caráter sub-úmido, com duas estações bem definidas: uma seca, com duração de quatro a cinco meses, e outra chuvosa, ocorrendo do final de setembro a abril. As temperaturas aproximadas máxima e mínima situam-se entre 34-36°C e 0-4°C, respectivamente. A isoterma anual varia entre 20°C e 22°C, com precipitação média anual variando de 1.500 mm a 2.000 mm.

O terreno onde foi conduzido o experimento constitui-se numa área de empréstimo de material do solo, usado para a duplicação da Rodovia BR 060. No local, ocorre uma mistura de fragmentos de diferentes granulometrias, provenientes da desagregação mecânica de rochas com material terroso, pela ação de máquinas e equipamentos, não classificável como solo. O solo original de ocorrência nessa área é um argissolo vermelho-amarelo eutrófico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa 2006).

As amostras de solo foram coletadas antes da implantação do experimento, na camada de 0-20 cm, tendo apresentado os seguintes resultados: areia = 72,5%; matéria orgânica = 0,4%; pH (em CaCl₂) = 4,2; CTC = 2,71 cmol_c dm⁻³; M = 49,31%; V = 15,62%; P = 2,06 mg dm⁻³; K = 9,375 mg dm⁻³; Ca = 0,3 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,1 cmol_c dm⁻³; H + Al = 2,31 cmol_c dm⁻³; Al = 0,44 cmol_c dm⁻³; Cd = 1,0 mg dm⁻³; Cr = 1,75 mg dm⁻³; Ni = 1,2 mg dm⁻³; Pb = 2,25 mg dm⁻³; Cu = 0,87 mg dm⁻³; Fe = 37,16 mg dm⁻³; Mn = 11,71 mg dm⁻³ e Zn = 0,3 mg dm⁻³.

O lodo foi tratado, 50% de seu peso com cal virgem (óxido de cálcio), inodor, ligeiramente solúvel

em água com liberação de calor, formando hidróxido de cálcio, com pH 12,5 (solução saturada em água), ficando armazenado na ETE por 60 dias, segundo recomendação de Ilhenfeld et al. (1999). Conforme exame bacteriológico, o índice de coliformes fecais encontrado nas amostras do lodo utilizado no experimento foi menor que 3,44 NPM g M.S⁻¹. Esse valor atende aos indicadores de qualidade sanitária estabelecidos por Santos (2001) e pela Resolução Conama 375/06 (Conama 2006). A distribuição e incorporação do bioestímulo ao solo das parcelas experimentais foram realizadas em 28 jan. 2005.

As análises químicas do lodo de esgoto indicaram os seguintes teores médios de metais pesados (em mg dm⁻³): Cd = 0,47; Cr = 3,97; Ni = 30,35; Cu = 5,25; Zn = 3,17 e Pb = não detectável. Os demais parâmetros analisados e seus respectivos valores médios foram: M.O. = 4,15 %; pH (em CaCl₂) = 11,95; P = 14,05 mg dm⁻³; K = 57,75 mg dm⁻³; Ca = 31,65 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,1 cmol_c dm⁻³; Al = 0 cmol_c dm⁻³; H + Al = 11,7 cmol_c dm⁻³; CTC = 43,55 cmol_c dm⁻³; M = 0%; V = 73,2%.

O bio-estimulador utilizado tem como propósito acelerar as atividades biológicas que ocorrem durante a biodegradação da matéria orgânica presente no lodo de esgoto, seja industrial ou doméstico. É composto por macro e micronutrientes, surfactantes, hormônios, enzimas naturais, polissacarídeos, ácidos orgânicos, vitaminas e elementos que atuam reduzindo a toxicidade de esgotos.

A planta-teste utilizada foi *S. guianensis* cv. Mineirão, em razão de possuir alto grau de adaptação à baixa fertilidade de solo, baixa necessidade de saturação por bases (30% a 35%), responder bem à adubação e apresentar boa resistência a pragas e doenças e, também, à seca (Vilela et al. 1999, Soares Filho 1997). Sua semeadura foi realizada a lanço nas parcelas, na proporção de 4 kg ha⁻¹ de sementes, tendo estas sido incorporadas com a passagem de rastelo na superfície do solo, em 01 fev. 2005. A emergência de, aproximadamente, 90% das plântulas que constituiriam o estande de cada parcela ocorreu aos quinze dias após a semeadura.

O delineamento experimental foi blocos completos casualizados, com quatro repetições. Oito tratamentos foram avaliados: T1 – testemunha; T2 – calagem + adubação mineral; T3 – bioestímulo (20 Mg ha⁻¹); T4 – bioestímulo (20 Mg ha⁻¹) + bio-estimulador; T5 – bioestímulo (40 Mg ha⁻¹); T6 – bioestímulo (40 Mg

ha⁻¹) + bio-estimulador; T7 – bioestímulo (60 Mg ha⁻¹); T8 – bioestímulo (60 Mg ha⁻¹) + bio-estimulador. As doses de bioestímulo foram calculadas em base seca. No tratamento T2, foi aplicado calcário dolomítico (PRNT de 92,3%), na dosagem de 1,9 Mg ha⁻¹, incorporado ao solo 45 dias antes da semeadura, visando a atingir uma saturação por bases de 35%, conforme recomendação de Vilela et al. (1999). Ainda neste tratamento, foram distribuídos a lanço e incorporados ao solo em cada parcela 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de Yoorin, e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, na data da semeadura.

A fonte de fósforo utilizada foi o termofosfato Yoorin, com os seguintes componentes: P₂O₅ (17,50%), ácido cítrico (16,00%), Ca (20,00%), B (0,10%), Mn (0,12%), Mo (0,006%), Mg (7,00%), Zn (0,55%) e Cu (0,05%). A fonte de K foi o cloreto de potássio.

Nos tratamentos T3, T5 e T7 foram aplicados 50 mL do bio-estimulador por parcela de 32 m². A primeira aplicação foi realizada na mesma data da semeadura de *S. guianensis* e, posteriormente, a cada quinze dias, até o término da primeira etapa do ensaio, em agosto de 2005, totalizando treze aplicações e 650 mL do bio-estimulador por parcela.

A fitomassa da parte aérea das plantas de *S. guianensis* foi obtida considerando-se todas as plantas da área central de cada parcela, delimitada em 7,0 m de comprimento por 3,0 m de largura (21 m²), excetuando-se as plantas da bordadura, constituída por uma faixa de 0,50 m de largura em todo o perímetro da parcela. A parte aérea das plantas foi obtida cortando-as, ao nível do solo, na região do colo. O primeiro corte foi efetuado aos 150 dias após a emergência das plântulas e o segundo aos 273 dias após o primeiro, aos quatorze meses (423 dias) de idade das plantas.

As plantas consideradas na avaliação da fitomassa, em cada época de avaliação, foram acondicionadas em sacos plásticos, individualizadas e identificadas por parcela. A secagem do material ocorreu em ambiente protegido da incidência direta da luz solar e de eventuais chuvas, porém com livre circulação do ar natural. Após ter ocorrido a secagem, até obtenção do peso constante, realizou-se a pesagem final das plantas de *S. guianensis*, para determinação do peso de fitomassa seca.

Os dados foram estatisticamente analisados, por meio de análise de variância e teste F, a 5% de

significância, sendo as médias do peso de fitomassa seca dos oito tratamentos comparadas entre si pelo teste Tukey, também a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre as produtividades da planta-teste, tanto no primeiro, quanto no segundo corte (Tabela 1). No primeiro corte, os tratamentos T2 (calagem + adubação mineral), T3 (20 Mg ha⁻¹ de biossólido), T5 (40 Mg ha⁻¹ de biossólido) e T7 (60 Mg ha⁻¹ de biossólido) foram os que apresentaram as maiores produtividades (1,35 Mg ha⁻¹, 0,96 Mg ha⁻¹, 1,19 Mg ha⁻¹ e 0,76 Mg ha⁻¹, respectivamente). Isso indica ser o biossólido uma possível alternativa à substituição da adubação mineral. Em todos os tratamentos em que se aplicou o bio-estimulador, foram verificados resultados semelhantes ao tratamento testemunha, indicando que os possíveis efeitos benéficos do biossólido foram anulados por este produto.

A tendência de maior produtividade nos tratamentos T2 (calagem + adubação mineral), T3 (20 Mg ha⁻¹ de biossólido) e T5 (40 Mg ha⁻¹ de biossólido) foi confirmada no segundo corte. Entretanto, verificou-se menor produtividade em T7 (60 Mg ha⁻¹ de biossólido), indicando um possível efeito inibitório do biossólido nesta dosagem (Figura 1). Nesta figura, constata-se que a dosagem de biossólido que proporcionou o maior efeito residual sobre a

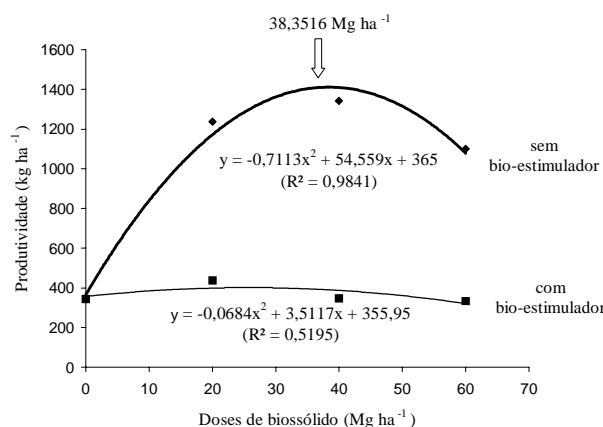


Figura 1. Produção de fitomassa seca da parte aérea de plantas de *Stylosantes guianensis* cv. Mineirão, cultivadas em solo degradado, fertilizado com adubação mineral e com diferentes doses de biossólido, colhidas aos 150 e 273 dias após a primeira colheita, em material da rebrota, com e sem bio-estimulador (Goianápolis, GO, 2005).

produtividade de fitomassa da parte aérea foi 38,3 Mg ha⁻¹, indicando que maiores dosagens podem inibir o desenvolvimento da planta-teste.

Os efeitos negativos do bio-estimulador na produtividade da planta-teste foram confirmados no segundo corte, quando verificou-se que as produtividades da planta-teste nos tratamentos T4 (20 Mg ha⁻¹ de biossólido + bio-estimulador), T6 (40 Mg ha⁻¹ de biossólido + bio-estimulador) e T8 (60 Mg ha⁻¹ de biossólido + bio-estimulador) foram estatisticamente semelhantes àquelas alcançadas no tratamento testemunha. As produtividades verificadas estiveram aquém das preconizadas pela Embrapa (1993), para solos considerados férteis, que estão entre 4 Mg ha⁻¹ e 6 Mg ha⁻¹ de matéria seca.

O efeito benéfico do biossólido na produtividade da planta-teste indica um provável efeito residual do biossólido nos componentes químicos, físicos e biológicos do solo. Isto está de acordo com diversos estudos sobre o efeito a longo prazo da aplicação de biossólido (Silva et al. 2000, Da Ros et al. 1993, Lemainski & Silva 2006). Andreoli et al. (1997) ressaltam que a incorporação do biossólido promove a viabilização da reciclagem de nutrientes e a melhoria das condições físicas do solo. Os componentes químicos também foram avaliados por Nogueira et al. (2006), que, após estudarem os efeitos da adubação com diferentes formas de biossólido sobre a fertilidade do solo e produtividade de grãos, em milho e feijão consorciados, concluíram que a disponibilidade de

Tabela 1. Índices médios de produtividade (kg ha⁻¹) de fitomassa da parte aérea de plantas de *Stylosantes guianensis* cv. Mineirão, cultivadas em solo degradado pelo efeito residual da fertilização com adubação mineral e com diferentes doses de biossólido, em duas diferentes épocas de corte, aos 150 e 423 dias de idade das plantas (Goianápolis, GO, 2005).

Tratamentos	Produtividade ¹	
	1º corte	2º corte
T1- Testemunha	339,28 ^{bc}	342,86 ^c
T2- Calagem + adubação mineral (P ₂ O ₅ e K ₂ O)	1.351,18 ^a	1.319,05 ^a
T3- 20 Mg ha ⁻¹ de biossólido	964,28 ^{abc}	1.238,09 ^{ab}
T4- 20 Mg ha ⁻¹ de biossólido + bio-estimulador	321,43 ^{bc}	438,09 ^c
T5- 40 Mg ha ⁻¹ de biossólido	1.190,47 ^{ab}	1.342,85 ^a
T6- 40 Mg ha ⁻¹ de biossólido + bio-estimulador	261,90 ^{bc}	347,62 ^c
T7- 60 Mg ha ⁻¹ de biossólido	761,90 ^{abc}	1.100,00 ^b
T8- 60 Mg ha ⁻¹ de biossólido + bio-estimulador	136,05 ^c	333,33 ^c

¹ 1º corte : 150 dias após a emergência das plântulas; 2º corte: 273 dias após o primeiro corte, aos quatorze meses (423 dias) de idade das plantas. As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

nutrientes para as plantas é aumentada com a adição do bio-sólido. Vieira et al. (2004), em trabalho conduzido com a cultura de soja, demonstraram que a necessidade de fósforo para aquela cultura pode ser suprida por meio de aplicações de pequenas doses de bio-sólido (11,2 Mg ha⁻¹ e 22,4 Mg ha⁻¹, em base úmida), sem prejuízo à produção. Tais resultados corroboram os obtidos na presente pesquisa.

Os efeitos benéficos do bio-sólido também foram verificados por Martins et al. (2003), que aplicaram doses crescentes de bio-sólido (40 Mg ha⁻¹, 60 Mg ha⁻¹ e 80 Mg ha⁻¹) na cultura do milho, por dois a quatro anos, e verificaram que a produção de grãos e de matéria seca da parte aérea aumentou linearmente com a adição desse resíduo. Esse resultado também condiz com aqueles obtidos no presente trabalho. Por outro lado, Rodrigues Neto et al. (2006), em trabalho conduzido com diferentes doses de bio-sólido, verificaram que variedades de milho crioulo e de feijão trepador, cultivadas em consórcio, em solo de média fertilidade, não foram influenciadas pela adubação química convencional e pela adição de bio-sólido, fato que indica a necessidade de maiores pesquisas com este resíduo.

Em relação aos componentes físicos, Melo et al. (2004) destacam a melhoria no estado de agregação das partículas do solo, com conseqüente diminuição da densidade e aumento na aeração e retenção de água. Essas mesmas observações foram constatadas por Barbosa et al. (2002), que verificaram tendência de aumento da agregação do solo e de sua macroporosidade, além de redução na densidade e microporosidade do solo. Os autores conduziram experimento com a aplicação de três doses de bio-sólido (6 Mg ha⁻¹, 12 Mg ha⁻¹ e 18 Mg ha⁻¹), durante dois anos. Segundo Bettiol & Camargo (2005), o lodo de esgoto, de maneira semelhante à matéria orgânica, aumenta a retenção de umidade em solos arenosos e melhora a permeabilidade e a infiltração nos solos argilosos e, por determinado tempo, mantém boa estrutura e estabilidade dos agregados na superfície.

Finalmente, para os componentes biológicos, de acordo com Tsutiya et al. (2002), o lodo de esgoto, sendo rico em matéria orgânica, que funciona como fonte de energia, carbono e nutrientes, deve favorecer o crescimento da população microbiana do solo. Conforme Fliebach et al. (1994), o lodo de esgoto estimula o aumento da população microbiana do solo,

em função da adição de nutrientes, matéria orgânica e microrganismos oriundos do próprio bio-sólido.

CONCLUSÕES

1. Os resultados incizam efeito residual benéfico do bio-sólido sobre a produtividade de *Stylosantes guianensis* cv. Mineirão.
2. O bio-sólido, na ausência do bio-estimulador, apresenta efeitos semelhantes à adubação mineral sobre os índices de produtividade de *S. guianensis* cv. Mineirão, indicando o potencial deste resíduo em substituição à adubação mineral.
3. O bio-estimulador avaliado apresenta efeitos negativos sobre os índices de produtividade de *S. guianensis* cv. Mineirão, indicando haver incompatibilidade entre esse produto e a planta-teste.
4. Comparando-se à testemunha, há tendência de aumento da produtividade em todos os tratamentos, com exceção do que recebeu adubação química.

REFERÊNCIAS

- ANDRAUS, S. Agentes patogênicos: bactérias entéricas. In: ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. *Reciclagem de bio-sólidos: transformando problemas em soluções*. 2. ed. Curitiba: Sanepar, 2001.
- ANDREOLI, C. V. *Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura e sua influência em características ambientais no agrossistema*. 1999. 278 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- ANDREOLI, C. V.; FERNANDES, F.; DOMASZAK, S. C. *Reciclagem agrícola do lodo de esgoto: estudo preliminar para definição de critérios para uso agrônomo e de parâmetros para normatização ambiental e sanitária*. Curitiba: Sanepar, 1997.
- BARBOSA, G. M. C.; TAVARES, J. F.; FONSECA, I. C. B. Propriedades químicas de um latossolo vermelho eutroférrico após aplicação por dois anos consecutivos de lodo de esgoto. *Revista Acta Scientiarum*, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1501-1505, 2002.
- BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. *Lodo de esgoto na agricultura: potencial de uso e problemas*. 2005. Disponível em: <<http://www.ietec.com.br/ietec/techoje/techoje/meioambiente/>>. Acesso em: 15 maio 2006.

- DA ROS, C. O. et al. Lodo de esgoto: efeito imediato no milho e residual na associação aveia-ervilhaca. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 257-261, 1993.
- CONAMA, 2006. *Resolução Conama 375/06*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 23 de agosto de 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: CNPS, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). *Recomendações técnicas para o estabelecimento e utilização de Stylosanthes guianensis cv. Mineirão*. Planaltina: CCPAC/CNPQC, 1993.
- FLIEBACH, A.; MARTENS, R.; REBER, H. Soil microbial biomass and microbial activity in soils treated with heavy metal contaminated sewage sludge. *Soil Biology & Biochemistry*, Orlando, v. 26, n. 9, p. 1201-1205, 1994.
- ILHENFELD, R. G. K.; ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I. Higienização do lodo de esgoto. In: _____. *Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura*. Rio de Janeiro: Prosab, 1999. p. 34-45.
- LEMAINSKI, J.; SILVA, J. E. Avaliação agrônômica e econômica da aplicação de biossólido na produção de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 10, p. 1477-1484, 2006.
- LOPES, J. C. et al. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 143-147, 2005.
- MARTINS, A. L. C. et al. Produção de grãos e absorção de Cu, Fe, Mn e Zn pelo milho em solo adubado com lodo de esgoto, com e sem calcário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 563-574, 2003.
- MATTIAZZO, M. E.; BERTON, R. S.; CRUZ, M. C. P. Disponibilidade e avaliação de metais pesados potencialmente tóxicos. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafos, 2001.
- MELO, V. P. et al. Atributos físicos de latossolos adubados durante cinco anos com biossólido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 67-72, 2004.
- NOGUEIRA, T. A. R. et al. Produtividade de milho e feijão consorciados adubados com diferentes formas de lodo de esgoto. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, João Pessoa, v. 6, n. 1, p. 52-63, 2006.
- RAMALHO, J. F. G. P.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; VELLOSO, A. C. X. Acúmulo de metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso contínuo de adubação fosfatada e água de irrigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 971-979, 1999.
- RODRIGUES NETO, T. A.; ARRUDA, R.; SOARES, F. Produtividade de milho e feijão consorciados adubados com diferentes formas de lodo de esgoto. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, Valdivia, Chile, v. 6, n. 1, p. 52-63, 2006.
- SANTOS, A. D. *Estudo das possibilidades de reciclagem dos resíduos de tratamento de esgoto da região metropolitana de São Paulo*. 2003. 265 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- SANTOS, H. F. Normatização para uso agrícola dos biossólidos no exterior e no Brasil. In: ANDREOLI, C. V.; SPERLING, M. V.; FERNANDES, F. (Ed.). *Lodo de esgotos: tratamento e disposição final*. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2002. p. 425-464.
- SILVA, E. S. et al. Alternativa agrônômica para o biossólido: a experiência de Brasília. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. (Eds). *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 109-141.
- SOARES FILHO, C. V. *Curso de manejo de pastagens*. 1997. Disponível em: <http://www.foa.unesp.br/Centros_e_nucleos/zootecnia>. Acesso em: 08 jun. 2006.
- TSUTUYA, M. T. et al. *Biossólidos na agricultura*. 2. ed. São Paulo: ABES/SP, 2002.
- VIEIRA, R. F.; TANAKA, R. T.; SILVA, C. M. M. S. *Utilização de lodo de esgoto na cultura de soja*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 21).
- VILELA, L. et al. *Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado*. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999.