



Efeito Residual e Reaplicação de Lodo de Esgoto em Milho no Distrito Federal

J. E. SILVA⁽¹⁾, **J. LEMAINSKI**⁽²⁾, **C. E. B. PEREIRA**⁽³⁾

RESUMO - A reciclagem agrícola do lodo de esgoto tem se mostrado uma ótima opção para sua disposição final. Atualmente, a produção de lodo de esgoto úmido (82 a 86 dag kg⁻¹ de água) da Companhia de Saneamento do Distrito Federal (CAESB) é de 146 Mt ano⁻¹ (400 t dia⁻¹), o que representa aproximadamente, R\$ 3,8 milhões em valor fertilizante de Nitrogênio, Fósforo e Potássio, capazes de serem recuperados pela reciclagem agrícola. Uma das preocupações com o uso de lodo de esgoto é o risco de contaminação ambiental (metais pesados) e sanitária (ovos de helmintos e coliformes fecais). Assim, a redução das quantidades aplicadas, seja pelo uso de doses mais baixas ou pela redução na frequência de aplicações, sem comprometer a viabilidade agrônômica e econômica, poderá contribuir para minimizar aqueles riscos. As doses atualmente recomendadas são baixas e têm mostrado efeito residual até o segundo cultivo, entretanto, não foi explorada a extensão desse efeito para mais alguns anos, o que seria importante para o manejo da frequência de reaplicações. Com o objetivo de avaliar a extensão do efeito residual do lodo de esgoto em milho nos solos do Distrito Federal, realizou-se um estudo de reaplicação do lodo em área já previamente tratada. O lodo foi reaplicado antes do primeiro cultivo, nas doses de 7,5, 15, 30 e 45 t ha⁻¹ de lodo úmido. Após a aplicação o material foi incorporado com grade aradora; nos dois anos subsequentes, usou-se o plantio direto, sem aplicação de qualquer insumo. Foram avaliadas a produtividade e a relação benefício-custo (B/C) da aplicação do lodo de esgoto e fertilizantes minerais aplicados. O desempenho das produtividades foi satisfatório até o segundo cultivo, com queda expressiva no terceiro cultivo (segundo ano de efeito residual). A relação B/C mostrou decréscimo no terceiro cultivo, indicando a necessidade de reposição de nutrientes, corroborada pela deficiência visual de potássio nas folhas do milho. Os resultados indicaram que as doses recomendadas são suficientes apenas para um segundo cultivo sob efeito residual do lodo.

Introdução

O lodo de esgoto, produto orgânico final do sistema de tratamento das águas residuárias (esgotos), contém macronutrientes (fósforo e nitrogênio) e matéria

orgânica com potencial de aproveitamento nos solos. A reciclagem agrícola tem se mostrado uma ótima opção para sua disposição final. Atualmente, a produção de lodo de esgoto úmido (82 a 86 dag kg⁻¹ de água) da Companhia de Saneamento do Distrito Federal (CAESB) é de 146 Mt ano⁻¹ (400 t dia⁻¹), o que de acordo com a Tabela 1, representa aproximadamente, R\$ 3,8 milhões em valor fertilizante para Nitrogênio, Fósforo e Potássio, em condições de serem recuperados pela reciclagem agrícola. O risco de contaminação ambiental (metais pesados) e sanitária (ovos de helmintos e coliformes fecais) constitui a maior preocupação com o uso de lodo de esgotos. Assim, a combinação de baixas doses com baixa frequência de aplicação, pode constituir-se em importante instrumento na gestão do uso do lodo. No caso de Brasília, o lodo é proveniente de esgotos essencialmente domésticos, com teores mínimos de metais pesados, sem risco de contaminação, mesmo em longo prazo (Silva et al. [1]). Os primeiros trabalhos com lodo foram realizados com doses relativamente altas, porém, a conclusão já trazia a recomendação de que poderiam ser reduzidas (Silva et al. [1]). Trabalhos posteriores têm mostrado que doses entre 30 e 45 t ha⁻¹ de lodo úmido apresentam resultados economicamente viáveis (Lemainski & Silva [2]), na resposta imediata (primeiro cultivo) e residual (segundo cultivo). Embora os resultados tenham mostrado efeito residual no segundo ano de cultivo, não se sabe, entretanto, qual o limite de suprimento de nutrientes para um eventual terceiro ou quarto ano com uma única aplicação. Isso tornaria o sistema além de mais econômico, muito mais seguro, pois se reduziria ainda mais o risco de contaminação por agentes patogênicos. Visando estudar a extensão do efeito residual do lodo de esgoto, avaliaram-se a produtividade e a relação benefício-custo em um ciclo de três anos de cultivo de milho em que o lodo e os fertilizantes minerais foram aplicados em única vez antes do primeiro cultivo, em área descrita por Lemainski & Silva [2].

Palavras-Chave: lodo de esgoto, efeito residual, reaplicação de lodo.

Material e métodos

¹ Pesquisador da Embrapa (Parque Estação Biológica, PqEB, Edifício Sede, s/n, Brasília, DF, CEP 70.770-901. E-mail: jose.euripedes@embrapa.br (apresentador do trabalho).

² Pesquisador da Embrapa Cerrados (CPAC), BR 020, Km 18, Rod Brasília-Fortaleza, Planaltina DF, CEP 73310-970. E-mail: jlemainski@hotmail.com.

³ Superintendente de Esgotos da Companhia de Saneamento ambiental de Brasília, (CAESB), Av. Sibipiruna, lotes 13/21, Águas Claras, Brasília, DF, CEP 71928-720.

Apoio financeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB).

A infra-estrutura do experimento já foi descrita por Lemainski & Silva [2]. Os procedimentos descritos se referem à parte do trabalho realizada após a colheita da safra 2002/2003. A reaplicação do lodo foi realizada em novembro de 2003, de acordo com as doses estabelecidas na Tabela 2, como adubação de reposição. Após a aplicação, a cultura desenvolveu-se apenas com o efeito residual no segundo e terceiro cultivo, sem qualquer aplicação de lodo ou fertilizantes nos tratamentos.

Lodo e fertilizantes foram incorporados ao solo com grade aradora. O plantio foi mecanizado. Nos dois cultivos subsequentes, anos de avaliação do efeito residual, usou-se o sistema de plantio direto. As culturas receberam os tratamentos usuais para controle de doenças e pragas. Foram avaliadas as produtividades e a relação benefício-custo (B/C) pelo modelo de “mercado de bens substitutos” de Seroa da Mota [3], na análise do efeito residual do lodo e do fertilizante mineral; os preços dos fertilizantes foram atualizados para os valores de outubro/2006 e o do milho para fevereiro/2007. Para a análise de variância da produção média de grãos relacionada às doses de biossólido e fertilizantes minerais usou-se o pacote estatístico SAS 2001 [4].

Resultados e Discussão

As produtividades do milho adubado com lodo de esgoto foram numericamente superiores às do adubado com fertilizantes minerais, entretanto, não houve diferença estatística significativa ao se compararem as produtividades entre lodo e fertilizante mineral (Tabela 3); nota-se que tanto na adubação com lodo como na com fertilizantes minerais, a produtividade média no segundo cultivo (2005) foi de 80% em relação ao ano em que houve a reposição; no terceiro cultivo (2006), a produtividade de todos os tratamentos foi, em média, 33% em relação ao ano de reaplicação (Tabela 3), evidenciando um acentuado decréscimo, provavelmente associado ao baixo suprimento de nutrientes às plantas.

Em consonância com o desempenho da produtividade, os resultados da avaliação da relação benefício-custo (B/C), na Tabela 4, mostram que, no segundo cultivo a B/C determinada com as produções individuais é maior do que a do primeiro ano para cada tratamento. Entretanto, no terceiro cultivo, segundo ano de efeito residual, a B/C para as produções individuais dos três tratamentos, é menor do que a B/C para os dois primeiros cultivos. Nota-se, também, que B/C para um dado tratamento de lodo é sempre maior do que o seu equivalente em fertilizantes minerais. Tanto os dados de produtividade física, como os da relação benefício-custo, evidenciam que um quarto ano sem reposição, ou, utilizando apenas o efeito residual, põe em risco a economicidade do cultivo. Os resultados encontrados por Lemainski & Silva [2] na avaliação de um ciclo de dois cultivos (2001/2002 e 2002/2003), com aplicação de fertilizantes e lodo de esgoto antes do primeiro

cultivo e efeito residual no segundo, corroboram as evidências levantadas neste trabalho, destacando a vantagem econômica nas doses de 30 t ha⁻¹ e 45 t ha⁻¹, entretanto, não foi realizada a avaliação continuada.

O aumento no valor da relação benefício custo observado com a produtividade individual no segundo ano deve-se ao fato de que, embora tenha ocorrido decréscimo na produtividade (Tabela 3), não houve gasto com lodo ou com fertilizante e nem mesmo com preparo de solo, já que se utilizou o plantio direto. Já para a situação definida no terceiro ano (segundo cultivo sob efeito residual), a redução na produtividade, atribuída ao decréscimo no suprimento de nutrientes, originou uma pequena produção, insuficiente para cobrir os custos de plantio e colheita, resultando em valores de B/C até mesmo abaixo de 1,0. Além da queda na produtividade, uma outra evidência na diminuição do suprimento de nutrientes foi a deficiência visual de potássio verificada nas folhas de milho, com o crestamento característico nas bordas da folha, do ápice para a base, evoluindo em forma de “V”.

Os resultados da avaliação de produtividade e B/C mostraram que o lodo de esgoto foi equivalente aos fertilizantes químicos na produção de grãos de milho. Verificou-se, também, que nas dosagens recomendadas de 30 a 45 t ha⁻¹ de lodo para a cultura do milho, a reposição do fertilizante deve ser realizada a cada dois anos. Esta informação é importante para a gestão da recarga do lodo nas culturas. Há no Distrito Federal, aproximadamente, 163 mil hectares em lavouras e pastagens (IBGE [5]). Se 80 mil hectares (aproximadamente, 50% dessa área), tiverem aptidão para reciclagem do lodo de esgoto e atenderem aos requerimentos da Resolução n° 375/06 do CONAMA (CONAMA [6]), a aplicação de lodo na dose de 40 t ha⁻¹, permitirá a cobertura de 10 ha dia⁻¹, ou 3.650 ha ano⁻¹. Isso significa que, em processo controlado, serão necessários aproximadamente 22 anos para que toda a área seja coberta, ou seja, apenas após esse período, será possível repetir a aplicação na mesma área.

Conclusões

Nas doses recomendadas, a reposição de lodo de esgoto deve ser feita a cada dois anos, ou seja, antes do terceiro cultivo, para não comprometer a produtividade e economicidade da cultura.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Anselmo de Castro e Jurandi Francisco Lopes, Assistentes de Pesquisa da Embrapa Cerrados, pelo empenho e dedicação na condução dos trabalhos de campo juntamente com suas equipes.

Referências

- [1] SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa agrônoma para o biossólido produzido no Distrito Federal. I – Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo no Cerrado. *R. bras. Ci. Solo*, 26:487-495, 2002.

- [2] LEMAINSKI, J.; SILVA, J.E. Aproveitamento do biossólido da CAESB na produção de milho (*Zea mays*, L.) no Distrito Federal. *R. bras. Ci. Solo*, 30:741-750, 2006.
- [3] SEROA DA MOTA, R. 1998 [Online] Manual para valoração econômica de recursos ambientais. Brasília, Brasil, Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal – MMA, IPEA, PNUD, CNPq. 218 p. Homepage: <http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/publica/mvalora/man0101.html>. Acesso em: 15 abr. 2003.
- [4] SAS INSTITUTE - THE SAS SYSTEM – Release 8.2 (TS2MO) for Windows. Cary, NC: SAS Institute. Inc. 2001. CD-ROM.
- [5] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Agropecuário de 1995-1996. Utilização das terras do Distrito Federal. Homepage: <http://www1.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/>. Acesso em 11 abr. 2003.
- [6] CONAMA, 2006 [online]. Resolução 375/06, de 29 de agosto de 2006. Ministério do Meio Ambiente. Homepage: www.conama.gov.br, acessado em 29/04/2007.

Tabela 1. Potencial de recuperação de nutrientes (NPK) do lodo de esgoto pela reciclagem agrícola no Distrito Federal.

Nutriente	Conteúdo base seca, Recuperação diária, Recuperação anual,			Equivalente em fontes, t	Valor, R\$ mil*
	g/kg	t	t		
N	54	2,16	788,4	1.792 (uréia)	1.591
P	35	1,40	511,0	2.780 (SFT)	2.135
K	3,5	0,14	51,1	103 (KCl)	65
			1350		3.791

* Fonte: CONAB – Preço Pago pelo Produtor out/2006 – Praça Goiás: Uréia – R\$ 888,00 t⁻¹; Superfosfato triplo – R\$ 768,00 t⁻¹; Cloreto de Potássio – R\$ 633,00 t⁻¹. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>; acesso em 21/04/2007.

Tabela 2. Tratamentos e doses aplicadas de lodo de esgoto e fertilizante mineral em milho e soja em solo do Cerrado – Planaltina (DF) – 2003.

Tratamento	Doses Aplicadas
1 – Testemunha	Sem qualquer insumo
2 - BSL 1	7,5 t ha-1 de biossólido úmido
3 - BSL 2	15 t ha-1 de biossólido úmido
4 - BSL 3	30 t ha-1 de biossólido úmido
5 - BSL 4	45 t ha-1 de biossólido úmido
6 - Fert Equiv BSL 1	N P2O5 K2O (44-71-04 kg ha-1)
7 - Fert Equiv BSL 2	N P2O5 K2O (88-142-08 kg ha-1)
8 - Fert Equiv BSL 3	N P2O5 K2O (176-284-16 kg ha-1)
9 - Fert Equiv BSL 4	N P2O5 K2O (264-426-24 kg ha-1)

Tabela 3. Evolução das produtividades em cada tratamento nos três anos de cultivo, após a reaplicação antes do primeiro cultivo*.

Tratamento	2004		2005		2006	
	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%
LODO 2	6.844 c	100,0	5.558 bc	81,2	1.947 cd	28,4
LODO 3	7.801 ab	100,0	6.073 ab	77,8	2.632 ab	33,7
LODO 4	8.471 a	100,0	6.782 a	80,1	2.977 a	35,1
Fert Equiv LODO 2	5.882 d	100,0	5.008 d	85,1	1.788 cd	30,4
Fert Equiv LODO 3	6.994 c	100,0	5.645 bc	80,7	2.172 bc	31,1
Fert Equiv LODO 4	7.319 bc	100,0	5.785 bc	79,0	2.671 ab	36,5
Média	7.219	100,0	5.809	80,7	2.365	32,5

*As produtividades relativas foram calculadas tendo como base as produtividades do primeiro cultivo

Tabela 4. Relação Benefício-custo (B/C) da aplicação do lodo de esgoto: B/C1 produção de 2004; B/C2: produção 2005 e B/C3: produção de 2006¹.

Tratamentos	Relação Benefício-Custo (B/C)*		
	B/C 1	B/C 2	B/C 3
Lodo 15	1,54 a	1,59 bc	0,69 c
Lodo 30	1,36 ab	1,84 ab	1,02 ab
Lodo 45	1,21 bc	2,18 a	1,18 a
Equiv Lodo 15	1,25 bc	1,33 c	0,61 c
Equiv Lodo 30	1,14 cd	1,63 bc	0,80 bc
Equiv Lodo 45	0,94 d	1,70 bc	1,04 ab

*valores nas colunas seguidos por letras iguais não diferem significativamente a 5% de probabilidade.

¹ Produção de milho comercializada ao preço de R\$ 17,81 por saca de 60 kg (base fev. 2007) para a praça de Goiás (CONAB, 2007). Disponível em: <http://www.conab.gov.br>; acesso em 21/04/2007.