

## II-493 – LODO DE ESGOTO HIGIENIZADO POR DIFERENTES PROCESSOS COMO FERTILIZANTE DE CULTURAS EM SISTEMA DE AGRICULTURA FAMILIAR

**Luiz Antonio Tavares Pinto da Silva**<sup>(1)</sup>

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).

**Simone Bittencourt**<sup>(2)</sup>

Engenheira Agrônoma e mestre em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Paraná. Analista da Sanepar.

**Beatriz Monte Serrat**<sup>(3)</sup>

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Paraná. Doutora em Agronomia pela Universidade de São Paulo. Professora colaboradora do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná.

**Antonio Carlos Vargas Motta**<sup>(4)</sup>

Professor do Programa de Mestrado em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná. Bosista do CNPq.

**Cleverson Vitorio Andreoli**<sup>(5)</sup>

Professor do Programa de Mestrado em Organização e Desenvolvimento da FAE. Pesquisador da SANEPAR

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Lamenha Lins, 585 - Rebouças - Curitiba - PR - CEP: 80250-020 - Brasil - Tel: (41) 3044 - 7504 e-mail: [luiztavarespinto@hotmail.com](mailto:luiztavarespinto@hotmail.com)

**Endereço**<sup>(2)</sup>: Engenheiro Rebouças, 1376 - Rebouças - Curitiba - PR - CEP: 80215-900 - Brasil - Tel: (41) 3330-3385 e-mail: [sbittencourt@sanepar.com.br](mailto:sbittencourt@sanepar.com.br)

**Endereço**<sup>(3)</sup>: Engenheiro Rebouças, 1376 - Rebouças - Curitiba - PR - CEP: 80215-900 - Brasil - Tel: (41) 3330-3385 e-mail: [bmserrat@ufpr.br](mailto:bmserrat@ufpr.br)

**Endereço**<sup>(4)</sup>: Engenheiro Rebouças, 1376 - Rebouças - Curitiba - PR - CEP: 80215-900 - Brasil - Tel: (41) 3330-3385 e-mail: [mottaacv@ufpr.br](mailto:mottaacv@ufpr.br)

**Endereço**<sup>(5)</sup>: Engenheiro Rebouças, 1376 - Rebouças - Curitiba - PR - CEP: 80215-900 - Brasil - Tel: (41) 3330-3385 e-mail: [c.andreoli@sanepar.com.br](mailto:c.andreoli@sanepar.com.br)

### RESUMO

A reciclagem do lodo de esgoto destaca-se com resultados positivos em diversos estudos como alternativa ambiental, econômica e/ou técnica, por transformar um resíduo em insumo agrícola. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do lodo de esgoto higienizado por diferentes processos como fonte de nitrogênio para a cultura do milho. O experimento foi desenvolvido em um CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico, localizado no Colégio Agrícola do Município da Lapa – PR. O feijoeiro foi cultivado na safra 2009\2010 como cultura de primeiro cultivo, e o milho está sendo cultivado na safra 2010\2011 como segundo cultivo. O delineamento experimental foi em parcelas sub-divididas, sendo que as parcelas principais foram os tratamentos realizados no primeiro cultivo, os quais foram: Lodo de esgoto higienizado pelo processo de estabilização alcalina prolongada (Lodo EAP) como fornecedor de nutrientes e corretivo da acidez do solo, e Calcário (como corretivo da acidez com adição de fertilizante utilizado pelo agricultor). No segundo cultivo implantou-se os tratamentos referentes às sub-parcelas, constituídas por cinco tratamentos, formados por cinco diferentes tipos de fertilização que foram: Adubação química (AQ); Lodo revolvimento (LR); Lodo térmico (LT); Lodo revolvimento + Adubação química (LR + AQ); Lodo térmico + Adubação química (LT + AQ). As doses de calcário e Lodo EAP foram 8,07 t/ha<sup>-1</sup> e 23,88 t/ha<sup>-1</sup> em base seca, respectivamente. A semeadura da cultura do feijão foi realizada no dia 5 de Novembro de 2009, e após 20 dias fez-se adubação de cobertura na dose de 11 kg ha<sup>-1</sup> de Potássio nas parcelas que receberam lodo EAP e aplicou-se também, 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio nas parcelas que receberam calcário, e nas que receberam lodo EAP. A semeadura do milho foi realizada no dia 25 de Outubro de 2010. As doses em base seca dos tratamentos LT e LR foram 26,8 t/ha<sup>-1</sup> e 40,8 t/ha<sup>-1</sup> respectivamente, e foram aplicados em uma única dose. No tratamento AQ aplicou-se na semeadura 35 kg/ha<sup>-1</sup> de N, 70 kg/ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 70 kg/ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e na cobertura 100 kg/ha<sup>-1</sup> de N. Nos tratamentos LT + AQ e LR + AQ as doses em base seca do lodo térmico e do revolvimento foram 13,4 t/ha<sup>-1</sup> e 20,4 t/ha<sup>-1</sup> que foram aplicados totalmente no plantio juntamente com 35 kg/ha<sup>-1</sup> de N, 35 kg/ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 35 kg/ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, sendo que estes tratamentos receberam 33 kg/ha<sup>-1</sup> de N na cobertura. A produtividade média foi de 9.004 kg ha<sup>-1</sup> em peso seco, e não houve diferença significativa para produtividade entre os tratamentos. Dessa forma, conclui-se que a eficiência do lodo de esgoto higienizado pelo processo térmico ou de revolvimento como fornecedor de nitrogênio foi a mesma da adubação química.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biossólido, fertilizante e corretivo da acidez.

## INTRODUÇÃO

Entre as pesquisas relatadas observa-se que o efeito do lodo de esgoto depende também do seu processo de higienização, o qual pode ser por digestão biológica, compostagem, tratamento térmico ou adição de materiais alcalinos (ANDREOLI et al., 2001), gerando um insumo de características específicas que poderá resultar em efeitos ambientais e agronômicos diferenciados.

O lodo de esgoto higienizado pelo processo de estabilização alcalina prolongada (Lodo EAP) apresenta características de corretivo de acidez devido a adição da cal no processo de higienização. Dessa forma, a aplicação no solo poderá minimizar ou mesmo substituir a operação de correção de pH do solo com a aplicação de calcário, prática agrícola necessária para correção da acidez observada na maior parte dos solos paranaenses.

Além disso, os biossólidos apresentam em sua constituição quantidades significativas de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, principalmente nitrogênio e fósforo (ANDREOLI et al., 2001). (SILVA et al. 2002), estudando aspectos econômicos do biossólido, definiu uma dose que representava a melhor relação benefício/custo quando comparada às adubações com fertilizantes minerais.

Dessa forma, o lodo EAP pode trazer vantagens agronômicas e econômicas aos agricultores como corretivo e fertilizante de solo. Entretanto sua aplicação deve ser feita com cautela, pois quando em excesso poderá elevar demasiadamente o pH, trazendo efeitos negativos nos cultivos agrícolas. Assim trabalhos têm utilizado lodos originários de outros processos de higienização, sem a adição da cal, permitindo o uso mais frequente deste biossólido como fertilizante, sempre acompanhado de monitoramento dos limites permitidos para substâncias inorgânicas e parâmetros de sanidade que devem ser compatíveis com as resoluções Conama 375/06 (Brasil, 2006) e Sema 001/07 (PARANÁ, 2009).

A higienização do lodo de esgoto pelo processo térmico pode apresentar-se como uma alternativa de menor custo operacional. Neste processo ocorre a higienização com a utilização do biogás gerado na ETE como fonte de energia, o que representa uma oportunidade para reduzir a emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para a redução do aquecimento global (WEBER et al., 2007).

Utiliza-se a energia solar como fonte de energia em processos de higienização que envolvem o revolvimento do lodo desaguado. Ao revolver o lodo expõe-se a camada inferior do perfil do lodo à superfície, onde estarão mais suscetíveis ao calor proporcionado pela exposição solar e conseqüentemente à redução de organismos patogênicos (ANDREOLI, 2001; COMPARINI e ALÉM SOBRINO, 2003)

O presente trabalho pertence ao “Projeto lodo de esgoto higienizado por diferentes processos como fertilizante de culturas em sistema de agricultura familiar”, financiado pelo CNPq. E tem como objetivo avaliar a eficiência do lodo de esgoto higienizado por diferentes processos como fonte de nitrogênio para a cultura do milho.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento está sendo desenvolvido em um CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico, localizado no Colégio Agrícola do Município da Lapa – PR. Sendo assim, se fez o plantio do feijoeiro na safra 2009\2010 como cultura de primeiro cultivo, e a cultura do milho na safra 2010\2011 como cultura de segundo cultivo.

O experimento iniciou-se em Maio de 2009, quando foram determinadas as características químicas e físicas do solo da área antes do primeiro cultivo, como se observa na tabela 1.

**Tabela 1: Atributos químicos e físicos do solo antes do primeiro cultivo.**

	pH	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	T	P	C	V	Areia	Argila
Amostra /	CaCl <sub>2</sub>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	%	-----g cm <sup>-3</sup> ----	
Inicial	4,3	1,4	11,55	2,7	2,05	0,3	16,6	14,1	34,04	31,1	710	200

(EMBRAPA, 1997), (profundidade de coleta 0 – 20cm). T = Capacidade de troca de cátions; C = carbono orgânico; V = saturação por bases; Ds = densidade do solo; CXa1 – CAMBISSOLOS HÁPLICOS Alumínicos

O delineamento experimental utilizado no primeiro cultivo foi em blocos ao caso com repetições. Dois tratamentos foram repetidos em três blocos, com cinco sub-parcelas que nesta etapa foram repetições, totalizando 30 unidades experimentais de 81m<sup>2</sup> cada. Os tratamentos foram: Lodo EAP (como fornecedor de nutrientes e corretivo da acidez do solo) e Calcário (como corretivo da acidez com adição de fertilizante utilizado pelo agricultor). A aplicação e incorporação do calcário foram realizadas três meses antes da semeadura do feijoeiro. Na figura 1 se observa a aplicação do lodo EAP, que foi realizada um mês antes, com máquina oferecida por essa companhia. Após cada operação realizou-se a incorporação a 20 cm de profundidade.

Os lodos utilizados foram produzidos em Reator Anaeróbico de Lodo Fluidizado – RALF. O lodo utilizado no primeiro cultivo foi higienizado pelo processo de Estabilização Alcalina Prolongada (EAP), no qual mistura-se cal virgem em dosagens de 50% em relação aos sólidos totais de lodo. Atingindo pH 12 com posterior cura de 30 dias, sendo suficiente para inativação dos ovos e larvas de helmintos, (Bittencourt et al., 2009). Evidenciando a adequação deste produto às determinações das Resoluções Sema 001/07 (Paraná, 2007) e Conama 375/06 (Brasil, 2006) para o uso agrícola deste biossólido, como se observa na tabela 2.

A quantidade do lodo EAP foi estabelecida com base no limite superior da curva de predição da curva de taxa máxima de aplicação anual, 23.88 t ha<sup>-1</sup> em base seca, obtido do experimento de incubação previamente realizado (SERRAT, 2009). No entanto, para as condições da operação no campo foi possível aplicar a quantidade de 27 t ha<sup>-1</sup> em base seca, valor ainda inferior ao indicado como limitante pela curva média, como se observa na figura 2.



Figura 1: Aplicação do lodo EAP.

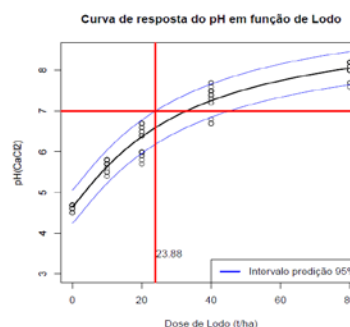


Figura 2: Curva de taxa máxima anual

Nas parcelas com tratamento Calcário e adubação mineral as quantidades foram determinadas com base na análise do solo. Na recomendação do calcário com PRNT de 80%, foi utilizado o método de saturação por bases, recomendando-se 8,07 t ha<sup>-1</sup> do calcário, visando atingir a saturação por bases V% = 70%. A adubação mineral de plantio utilizada foi 350 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 5-15-10, comumente utilizado pelos agricultores da região. A qual não difere da recomendação do IAPAR para a cultura.

**TABELA 2: Análises do lote do lodo EAP.**

PARÂMETROS AGRONÔMICOS				METAIS PESADOS		
pH H <sub>2</sub> O = 10,43						
unidade %				Metais	mg/kg	Lim. SEMA
N Kjeldahl =	0,946	ST =	68,85	AS <	0,0170	30
N amoniacal =	0,067	SF =	83,46	Ba =	4,3874	265
N nitrato/nitrito =	0,004	SV =	16,54	Cd <	0,0017	4
P total =	0,447	Umidade =	31,14	Cr =	0,5090	154
K total =	0,025			Cu =	1,4302	137
Ca =	20,88			Hg =	0,0124	1,2
Mg total =	6,30			Mo =	0,0194	13
S total =	1,18			Ni =	0,2012	74
C org. =	6,06			Pb =	0,5333	41
Na total	< 0,1			Se <	0,0145	13
				Zn =	12.5078	45
Agentes Patogênicos				Lim SEMA		
Coliformes Termotolerantes (NMP/g de ST)				< 0,4		<1000
Ovos Viáveis de Helminthos (ovo/g de ST)				< 0,1		<0,25
Salmonela (presença/10 g de ST) =				Ausente em 10 g de ST		Ausente
Vírus Entéricos (UFP/g de ST) =				Ausente		< 0,2

A semeadura do feijoeiro foi realizada no dia 5 de Novembro de 2009, sendo que nas parcelas que receberam calcário, está foi realizada junto com a adubação mineral. A adubação de cobertura foi realizada 20 dias após o plantio na dose de 11 kg ha<sup>-1</sup> de Potássio nas parcelas que receberam lodo EAP, para se chegar na mesma quantidade da adubação realizada no calcário, uma vez que este nutriente está em baixa concentração neste biossólido. Foi aplicado também, 30 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cobertura nas parcelas que receberam calcário, e nas que receberam lodo EAP, tendo em vista o aparecimento de sintoma generalizado de deficiência de nitrogênio.

Foram realizadas duas coletas de vinte plantas por unidade experimental nas fases de florescimento e de enchimento de grãos, para avaliações de matéria seca e número de vagens por planta respectivamente. Para avaliação da produtividade em massa seca foram colhidas plantas de 4 linhas de 3 metros de comprimento no centro da unidade experimental, e posteriormente as amostras foram encaminhadas para o laboratório de solos da UFPR para secagem e pesagem. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Após a colheita do feijoeiro foram amostrados os solos referentes aos tratamentos de cada bloco do primeiro cultivo, através de uma amostra composta das cinco repetições. As amostras foram encaminhadas para análise de rotina.

O delineamento experimental do segundo cultivo foi em parcelas sub-divididas, sendo que as parcelas principais foram os tratamentos realizados no primeiro cultivo (Lodo EAP e Calcário com adição de adubo químico), e as sub-parcelas foram constituídas por cinco tratamentos, formados por cinco diferentes tipos de fertilização que foram: Adubação Química (AQ) ; Lodo revolvimento (LR) ; Lodo térmico (LT); Lodo revolvimento + Adubação química (LR+AQ) ; Lodo térmico + Adubação química (LT+AQ). Porém, neste cultivo o tamanho da sub-parcela foi reduzida para 42 m<sup>2</sup>.

Os lodos utilizados no segundo cultivo foram higienizados pelos processos do revolvimento e secagem térmica. A higienização pelo revolvimento foi desenvolvida na ETE Padilha-Sul de Curitiba, onde o lodo permaneceu dentro de uma estufa de plástico transparente para permitir a passagem dos raios solares. O lodo foi disposto em 4 leiras, as quais foram revolvidas a cada 7 dias, durante 63 dias. A higienização pelo processo de secagem térmica foi desenvolvida na ETE Atuba de Curitiba, onde o lodo foi secado a uma temperatura de aproximadamente 130°C em um secador que estava em teste na estação.

Os lodos foram caracterizados quanto aos parâmetros agrônômicos, sanidade e metais pesados. Para também comprovar a adequação destes produtos às determinações das Resoluções Sema 001/07 (Paraná, 2007) e Conama 375/06 (Brasil, 2006), para o uso agrícola desse biossólido.

As doses em base seca dos tratamentos LT e LR foram 26,8 e 40,8 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, e foram aplicados em dose única. No tratamento AQ aplicou-se na semeadura 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 70 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e na cobertura 100 kg ha<sup>-1</sup> de N. Nos tratamentos LT+AQ e LR+AQ as doses em base seca do lodo térmico e do revolvimento foram 13,4 e 20,4 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, que foram aplicados totalmente no plantio juntamente com 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, 35 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 35 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, sendo que os mesmos receberam 33 kg ha<sup>-1</sup> de N na cobertura. Sendo assim, nestes tratamentos 50% da necessidade do N foi suprida pelo fertilizante mineral e o restante pelo orgânico.

Na tabela 3 se observa os teores de macronutrientes presentes nos lodos.

**Tabela 3: Teores de macronutrientes nos lodos.**

Lodo\Macronutrientes	N % (disponível)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O%	Ca%	Mg%
<b>Lodo Térmico</b>	0,50	0,94	0,08	1,81	0,11
<b>Lodo Revolvimento</b>	0,33	1,31	0,11	4,1	0,37
<b>Lodo EAP</b>	0,219	1,03	0,03	20,88	6,3

A semeadura da cultura do milho foi realizada no dia 25 de Novembro de 2010 sendo que uma semana antes os lodos e o fertilizante mineral foram aplicados manualmente a lanço e posteriormente incorporados com enxada, com ajuda dos alunos do Colégio Agrícola da Lapa-PR.

Os parâmetros avaliados no segundo cultivo foram diâmetro de colmo, altura de planta e de inserção de espiga no estágio de florescimento e produtividade em peso seco. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

## RESULTADOS

No primeiro cultivo não houve efeito da interação entre blocos e tratamentos para nenhuma das avaliações, indicando que estatisticamente as diferenças entre os tratamentos foram semelhantes em todos os blocos. No entanto, o bloco três mostrou-se estatisticamente inferior para produtividade de grãos em peso seco. Fato explicado devido ao teor de fósforo do solo deste bloco ser inferior aos demais.

No início do crescimento do feijão foram observados sintomas de deficiência de fósforo (menor altura e clorose das folhas cotiledonares) que ocorreram com maior severidade nas parcelas que receberam lodo EAP no bloco três. Isso porque, provavelmente até essa fase, as condições do solo não foram favoráveis à mineralização para disponibilizar quantidade suficiente desse nutriente às plantas.

Apesar disso, o aparecimento dos sintomas de deficiência no tratamento Lodo EAP não teve uma correlação com a produtividade de grãos, pois não houve diferença significativa entre os tratamentos para esta variável, como se observa na tabela 4.

**Tabela 4: Médias das avaliações do feijoeiro.**

Tratamentos	Variáveis		
	Produtividade kg ha <sup>-1</sup>	Média do número de vagens por planta	Matéria seca no florescimento (kg)
<b>Calcário</b>	<b>1331 a</b>	<b>16,38 a</b>	<b>0,434 a</b>
<b>Lodo EAP</b>	<b>1275 a</b>	<b>14,01 b</b>	<b>0,350 b</b>
C.V.	6,62%	16,94%	15,04%
D.M.S.	65,15	1,94	0,04

C.V.= Coeficiente de variação D.M.S.= Diferença mínima significativa

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No entanto, provavelmente o atraso na disponibilidade desse nutriente pode ter limitado o crescimento inicial nas parcelas que receberam lodo EAP, pois para as outras avaliações o tratamento calcário se mostrou estatisticamente superior, como se observa na tabela 3. A produtividade média, calculada a partir dos dados medidos na parcela, foi de 1.303 kg ha<sup>-1</sup>, a qual está abaixo da média Paranaense para o mesmo ano de colheita, 1.349 kg ha<sup>-1</sup> (SEAB, 2010).

Na análise química do solo das parcelas que receberam Lodo EAP, verifica-se que as variáveis cálcio, magnésio, pH e saturação de bases foram mais elevadas do que nas que receberam calcário, como se observa na Tabela 4. Resultados semelhantes foram obtidos por (BARBOSA et al., 2002).

**Tabela 4: Atributos químicos dos solos após os tratamentos.**

Amostra solo	pH	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	T	P	C	V
	/ CaCl <sub>2</sub>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	%
Inicial	4,3	1,4	11,55	2,7	2,05	0,3	16,6	14,1	34,04	31,1
Calcário	5,3	0,0	4,65	5,3	2,68	0,3	12,9	9,53	16,57	61,8
Lodo EAP	6,85	0,0	1,9	12,1	5,97	0,18	20,1	4,95	14,58	90,8

T = Capacidade de troca de cátions; C = carbono orgânico; V = saturação por bases;

No segundo cultivo, as parcelas que receberam calcário como corretivo de acidez e lodo de esgoto higienizado pelo processo térmico ou de revolvimento como fertilizante, tiveram um crescimento inicial mais lento em relação às parcelas que receberam Lodo EAP como corretivo de acidez do solo. Porém, após 30 dias do plantio o crescimento das plantas se equiparou. Mostrando que houve um atraso na disponibilização de nutrientes pelo lodo, mas que não foi suficiente para influenciar na produtividade.

Como se observa na tabela 5, não houve diferença significativa entre os tratamentos do primeiro cultivo para nenhuma das variáveis avaliadas, porém as médias do tratamento Lodo EAP foram sempre superiores.

Com relação aos tratamentos do segundo cultivo, não ocorreu diferença significativa para os parâmetros diâmetro de colmo, altura de plantas e de inserção de espiga. No entanto, a produtividade em peso seco do tratamento Lodo Revolvimento + Adubação Química foi significativamente inferior em relação aos demais.

Houve interação significativa entre os fatores apenas para produtividade, pois a média do tratamento LT+AQ sob efeito do Lodo EAP (10.868 kg ha<sup>-1</sup>), foi superior a média de 8.587 kg ha<sup>-1</sup>, sob efeito do calcário. Dessa forma, quando se faz a correção da acidez do solo com lodo de esgoto higienizado por processo de estabilização alcalina prolongada (Lodo EAP), a produtividade será maior se a adubação for com lodo térmico juntamente com adubo químico.



Tabela 5: Médias das avaliações da cultura do milho.

Variáveis Tratamentos	Produtividade estimada em kg ha <sup>-1</sup>	Média do diâmetro de colmo (cm)	Média da altura de inserção de espiga (m)	Média de altura de plantas (m)
<b>Calcário</b>	<b>8690 n.s.</b>	<b>7,20 n.s.</b>	<b>1,09 n.s.</b>	<b>1,94 n.s.</b>
<b>Lodo EAP</b>	<b>9319 n.s.</b>	<b>7,57 n.s.</b>	<b>1,14 n.s.</b>	<b>2,05 n.s.</b>
C.V.	22,4%	16,26%	10,13%	6,49%
D.M.S.	2044	1,21	0,11	0,13
<b>Adubação Química</b>	<b>9147 ab</b>	7,31 n.s.	1,06 n.s.	1,95 n.s.
<b>Lodo Térmico</b>	<b>8709 ab</b>	7,48 n.s.	1,14 n.s.	2,02 n.s.
<b>Lodo Revolvimento</b>	<b>8823 ab</b>	7,25 n.s.	1,13 n.s.	2,02 n.s.
<b>Lodo Térmico + AQ</b>	<b>9729 a</b>	7,56 n.s.	1,12 n.s.	2,00 n.s.
<b>Lodo Revolvimento + AQ</b>	<b>8613 b</b>	7,32 n.s.	1,11 n.s.	1,98 n.s.
C.V.	6,9%	3,95%	5,16%	3,51%
D.M.S.	1094	0,51	0,10	0,12

C.V.= Coeficiente de variação D.M.S.= Diferença mínima significativa

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Sendo assim, como não ocorreram diferenças significativas entre o tratamento calcário e tratamento Lodo EAP, o produtor pode ter um custo evitado ao corrigir a acidez do solo com Lodo EAP, pois no Paraná este é cedido pela Sanepar e o agricultor terá apenas o custo de aplicação.

O produtor também pode reduzir o custo de produção adubando apenas com Lodo térmico ou Lodo revolvimento, pois a produtividade com os mesmos não diferiu da adubação química.

Segundo os dados da (SEAB, 2011), os gastos de correção do solo com calcário são da ordem de R\$ 144,22 ha<sup>-1</sup> e o custo da adubação química na cultura do milho é de R\$356,50 ha<sup>-1</sup>. Sendo assim, o custo evitado com a correção da acidez do solo com Lodo EAP e adubação com lodo de esgoto higienizado por processo térmico ou de revolvimento será de R\$ 500,72 ha<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

A eficiência agrônômica do lodo EAP como corretivo de acidez e fertilizante é a mesma do calcário com adubação mineral, utilizado em sistema de agricultura familiar no município da Lapa-PR, para a cultura do feijoeiro.

A eficiência do lodo de esgoto higienizado pelo processo térmico ou de revolvimento como fornecedor de nitrogênio para cultura do milho foi a mesma da adubação química.

A utilização de lodo de esgoto como corretivo de acidez e fertilizante do solo pode trazer um custo evitado aos agricultores, refletindo em maior rentabilidade na produção de feijão e milho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLI, C.V.; PEGORINI, E.S.; FERNANDES, F. Disposição do lodo no solo. In: ANDREOLI, C.V.; SPERLING M. VON; FERNANDES F. Lodo de esgotos: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: UFMG – Companhia de Saneamento do Paraná, 2001. p. 319-333.
- BARBOSA, G.M.C.; TAVARES FILHO, J.; FONSECA, I.C.B. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho eutroférrico após aplicação por dois anos consecutivos de lodo de esgoto. *Acta Scientiarum*, Maringá, 24, n.5, p.1501-1505, 2002.
- BITTENCOURT, S.; ANDREOLI, C. V.; MOCHIDA, G.A.; SOUZA, L. M. K. M.; SERRAT, B. M. Aspectos agrônômicos do uso agrícola de lodo de esgoto-região metropolitana de Curitiba. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*. Vol 2, n. 1, 2009.

4. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: fev. 2007.
5. COMPARINI, João Baptista; ALÉM SOBRINHO, Pedro. Efeitos da secagem em estufa agrícola no decaimento de patógenos presentes em bio sólidos. In: FEIRA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL., Joinville, Santa Catarina, 2003. Anais: FITABES 2003. Joinville, Santa Catarina: ABES.
6. MUNHOZ, R.C.; BERTON, R.S. Disponibilidade de fósforo para o milho em solo que recebeu lodo de esgoto. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. Lodo de esgoto: Impactos ambientais na agricultura – Jaguariúna : Embrapa Meio Ambiente, p110-119, 2006.
7. PARANÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Resolução SEMA 021/09. Dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências, para empreendimentos de saneamento. Diário Oficial do Estado do Paraná, Curitiba, n. 7962, p. 13-16, 2009.
8. SEAB. Estimativas de custos. Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/>. Acesso: 22 de jul, 2010.
9. SERRAT, B.M. ; BITTENCOURT, S. ; ANDREOLI, C.V. ; ROMANHOLI, T. S. ; SILVA, L.A.T.P. Estudo Comparativo de Curvas de pH de Solos com Lodo de Esgoto Higienizado pelo Processo de Estabilização Alcalina : Determinação de Taxa de Aplicação Máxima Anual: X – SIBESA – Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28 de fevereiro a 3 de março de 2010, Maceió – AL.
10. SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. & SHARMA, R.D. Alternativa agronômica para o bio sólido da CAESB: I. Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 487-495, 2002.
11. WEBBER P.; BUSATO, R. GARBOSSA, L. H. P.; PEREIRA, N. Contribuição do saneamento básico na redução do aquecimento global e na geração de energia: um estudo de caso no Paraná. 24º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. CD-Rom, ABES, Anais... Belo Horizonte, set., 2007.