Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas

LODOS DE ESGOTO NÃO ALCALINIZANTES COMO FONTE DE NUTRIENTES, NO DESENVOLVIMENTO E ACÚMULO DE MASSA SECA DA CULTURA DO FEIJOEIRO, SOB EFEITO RESIDUAL DE DIFERENTES CORRETIVOS DO SOLO[1]

Marco Aurelio Knopik[(1,2)], Rebert Skalisz[(2)], Luiz Antônio Tavares Pinto[(3)], Beatriz Monte Serrat[(4)], Antônio Carlos Vargas Motta[(4)], Simone Bittencourt[(5)], Cleverson Vitório Andreoli[(6)]

[(1)]Resultados parciais da dissertação de mestrado. [(2)]Eng. Agrônomo, mestrando do Prog. de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFPR. Rua dos Funcionários, 1540 - Curitiba – PR – CEP 80035-050; [(3)] Graduando em Agronomia, Bolsista CNPq/SANEPAR; [(4)]Prof.Prog. de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFPR, bmserrat@ufpr.br; [(5)]Pesquisador SANEPAR; [(6)]Gerente da Assessoria de Pesq. e Des. SANEPAR

INTRODUÇÃO

A crescente pressão por melhores condições de saneamento exige das empresas do setor o tratamento de seus efluentes. Este processo gera um novo resíduo, o lodo de esgoto. Este resíduo concentra teores expressivos de material orgânico, macro e micro nutrientes, constituintes químicos favoráveis para sua disposição agrícola. Para tanto, a legislação estabelece limites de substâncias inorgânicas e microrganismos patógenos.

No Paraná, a baixa concentração de substâncias inorgânicas dos lodos de esgoto, faz dos agentes patogênicos a sua maior limitação, sendo o processo de higienização por estabilização alcalina prolongada EAP, o mais comum. Desta forma o lodo EAP possui propriedades corretivas. Quando aplicado em doses adequadas, pela elevação do pH do solo, reduz a acidez trocável, favorecendo a disponibilidade de muitos nutrientes.

Todavia, quando os corretivos são aplicados em doses elevadas poderá reduzir a disponibilidade de vários micronutrientes, limitando o seu uso frequente.

Neste contexto formas alternativas de higienização, sem a adição de reagentes alcalinos, vêm sendo avaliadas pela SANEPAR/UFPR quanto à redução de agentes patogênicos e seus efeitos no solo, como fonte alternativa de nutrientes para o desenvolvimento vegetal, possibilitando a comparação destes lodos não alcalinizantes com outros fertilizantes de uso contínuo.

No presente trabalho propôs-se avaliar o desenvolvimento e acúmulo de massa seca (MS) aos 25, 59 e 75 dias após emergência (DAE) na cultura do feijoeiro IPR chopin através do uso de lodos de esgoto não alcalinizantes (higienizados por processos térmico e de revolvimento), sob o efeito residual de calcário e lodo EAP na correção da acidez no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município da Lapa, PR, seguindo a legislação vigente SEMA 021/09 (PARANÁ, 2009) e CONAMA 375/06 (BRASIL, 2006). A área do estudo havia sido recém desmatada, onde anos anteriores apresentava-se com o cultivo de pinus, sem a adição de calagem. O solo da área foi classificado como Cambissolo háplico tb distrófico (Cxbd). Os atributos físicos e químicos do solo e dos lodos são apresentados na tabela 01. O clima é classificado como Cfb, segundo Köppen.

TABELA 01. Caracterização química dos solos e dos lodos EAP, térmico e revolvimento.

Amostra * Solos	pH $CaCl_2$	Al^{+3}	$H^{+}+Al^{+3}$	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^{+}	CTC	P	C	V	Areia	Argila
		----------$cmol_c\ dm^{-3}$----------						$mg\ dm^{-3}$		%	$g\ cm^{-3}$	
1- inicial	4,1	1,9	11,3	1,3	1,2	0,19	13,99	0,6	21,2	19,2	620	280
2-Correção lodo EAP	6,8	0,0	1,69	7,39	4,18	0,16	13,42	9,62	12,04	85,91	----	----
2-Correção calcário	5,3	0,1	4,67	3,34	2,03	0,15	10,19	4,43	12,03	56,42	----	----

Amostras ** Lodos	N disponível	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S Total
			(%)			
Lodo EAP (alcalinizante)	0,22	1,03	0,03	20,88	6,30	1,18
Lodo Térmico (não alcalinizante)	0,53	1,32	0,11	4,46	0,29	0,15
Lodo Revolvido (não alcalinizante)	0,39	0,80	0,12	4,10	0,37	0,27

* Análises químicas realizadas no Lab.Fert./UFPR (Marques & Motta, 2003). ** Realizadas pelo Lab Solução Ambiental – análise e cons. Ltda

Na etapa anterior a este trabalho, o experimento foi composto por dois tratamentos de correção do solo nas parcelas (1ª etapa). Nesta etapa seguinte, os dois tratamentos com corretivos foram subdivididos, cada um em cinco tratamentos com fertilizantes nas subparcelas (2ª etapa), compondo um total de 10 tratamentos por bloco, com 03 blocos, totalizando 30 unidades experimentais.

Na primeira etapa, realizada em novembro de 2009, os tratamentos foram: Lodo EAP (como fertilizante e corretivo da acidez do solo) e calcário (como corretivo da acidez do solo). A quantidade do lodo EAP aplicada foi de 27 t ha^{-1} em base seca, que correspondeu ao pH 6,8 pela curva média dos dados apresentada em Serra et al. (2011), pelo método de incubação. A quantidade de calcário (PRNT de 80%) aplicada foi de 8,87 t ha^{-1}, visando atingir o valor de 70% pelo método de Saturação por bases (V%). As parcelas com calcário receberam ainda adubação conforme recomendação do IAPAR para cultura do milho (IAPAR, 2003). Nas parcelas referentes ao tratamento com lodo EAP complementou-se apenas a adubação potássica. Aos 30 dias todas as parcelas receberam a cobertura de N.

Na primeira etapa, após a colheita do milho, as parcelas foram amostradas para caracterização química, conforme tabela 01, amostra 02, sendo posteriormente implantada a cultura de inverno 2010 aveia preta (*Avena strigosa*), sem o uso de qualquer adubação, permanecendo o solo sem revolvimento até a realização da 2ª etapa.

Após a demarcação das subparcelas, a área foi gradeada, em seguida realizada a aplicação manual de cada fertilizante, de acordo com os seguintes tratamentos: Fertilizante mineral (FM); Lodo Térmico (LT); Lodo Revolvido (LR); Lodo Térmico e Fertilizante Mineral (LT+FM) e Lodo Revolvido e Fertilizante Mineral (LR + FM), sendo realizada uma nova gradagem para melhor homogeneização e incorporação dos fertilizantes a 20 cm de profundidade. O plantio do feijão (*Phaseolus vulgaris L.),* variedade IPR chopin, ocorreu dia 30 de janeiro de 2011, com 0,45 m entre linhas e 12 sementes por metro linear.

Os fertilizantes para o tratamento FM seguiram as recomendações do IAPAR para a cultura do feijoeiro (IAPAR, 2003). Os tratamentos LT e LR foram calculados com base na quantidade de N disponível em ambos os lodos em dose única e os tratamentos LT+FM e LR+FM, 50% do N foi adicionado na forma mineral (uréia) 30 dias após o

plantio, reduzindo-se a aplicação do lodo a 50% do N em dose única realizada no plantio.

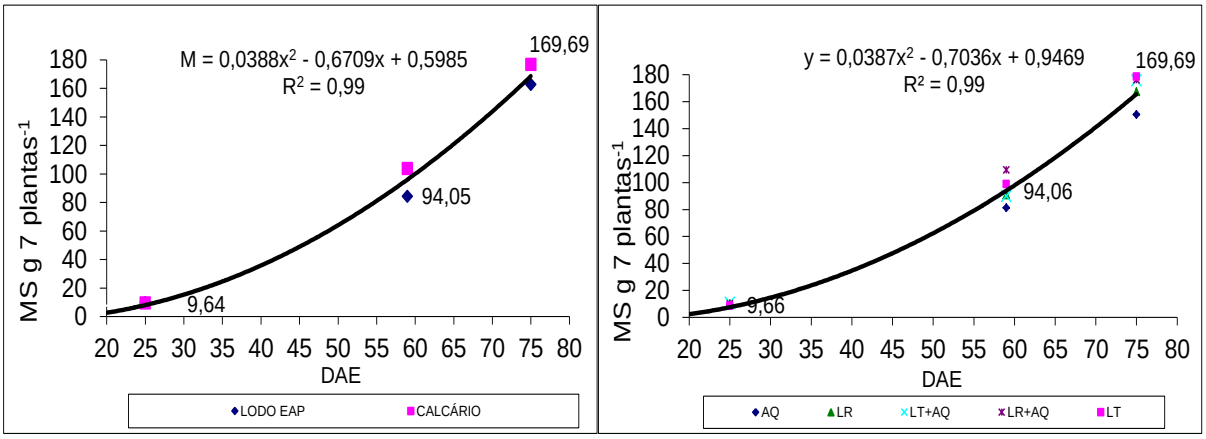
No tratamento FM aplicou-se na semeadura 20 kg ha^{-1} de N, 70 kg ha^{-1} de P_2O_5, 40 kg ha^{-1} de K_2O e na cobertura 60 kg ha^{-1} de N. Os tratamentos LT e LR receberam as doses em base seca de 12,4 e 22,8 t ha^{-1} de lodo térmico e revolvido, respectivamente, e os tratamentos LT+FM e LR+FM receberam as doses em base seca de 6,2 e 11,4 t ha^{-1} do lodo térmico e revolvido respectivamente, juntamente com 35 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 20 kg ha^{-1} de K_2O e posteriormente 40 kg ha^{-1} de N na cobertura.

A coleta para determinação da MS foi composta por 7 plantas de cada subparcela, as quais ocorreram aos 25, 59 e 75 DAE. As plantas foram posteriormente separadas por folhas (folhas e flores), ramos (ramos e pecíolos) e vagens, mantidas em estufa, a temperatura de 65ºC até peso constante, para posterior pesagem. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Assistat versão 7,6 beta (Silva, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 01 e tabela 03 são apresentadas as médias do acúmulo de MS e desenvolvimento do feijoeiro.

FIGURA 01: Acúmulo médio de MS observado de 7 plantas aos 25, 59 e 75 DAE entre as parcelas e subparcelas



Verificou-se que o acúmulo de massa seca nas parcelas (tabela 03) representado na figura 01, não apresenta estatisticamente diferença significativa sob o efeito residual no uso de lodo EAP e o calcário. As subparcelas avaliadas com os distintos fertilizantes verificou-se que o acúmulo de massa seca total não diferiu estatisticamente pela substituição parcial e total do fertilizante mineral por lodos higienizados pelos processo térmico e de revolvimento, ambos não alcalinizantes.

TABELA 03: Médias de avaliações no desenvolvimento e acúmulo de MS do feijoeiro

VARIAVEIS									
DAE	25 DAE	59 DAE				75 DAE			
Parcelas	TOTAL	TOTAL	FOLHA	RAMOS	VAGENS	TOTAL	FOLHA	RAMOS	VAGENS
Lodo EAP	9,8ns	84,1ns	34,3ns	33,3ns	16,5ns	162,6ns	40,7ns	51,0ns	70,9ns
Calcário	9,5ns	103,9ns	33,3ns	33,1ns	37,5ns	180,1ns	32,2ns	38,9ns	109,0ns
C. V.	20,10%	31,06%	29,50%	36,40%	65,80%	30,46%	43,67%	25,80%	38,38%
D. M. S.	3,0	45,9	15,7	19,0	28,0	81,2	25,0	18,2	54,3
Subparcelas	TOTAL	TOTAL	FOLHA	RAMOS	VAGENS	TOTAL	FOLHA	RAMOS	VAGENS
FM	9,1ns	81,2ns	33,4ns	31,3ns	16,5ns	159,1ns	43,3ns	54,8a	61,0ns
LT	8,5ns	98,8ns	33,9ns	33,1ns	31,8ns	178,3ns	32,8ns	40,2 b	105,3ns
LR	9,9ns	91,3ns	30,6ns	31,3ns	29,4ns	167,3ns	33,0ns	38,9 b	95,4ns
LT+FM	10,9ns	89,8ns	32,2ns	31,1ns	26,5ns	175,8ns	36,2ns	46,3ab	93,3ns
LR+FM	9,9ns	109,2ns	38,9ns	39,4ns	30,9ns	176,2ns	36,9ns	44,6ab	94,7ns
C. V.	19,60%	18,49%	21,50%	19,20%	35,73%	18,43%	17,55%	17,28%	27,06%
D. M. S.	3,3	30,8	12,9	11,3	17,1	55,4	11,3	13,7	43,1

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

Em relação ao desenvolvimento (tabela 03) não houve estatisticamente diferença significativa entre as partes da planta, como folhas, ramos e vagens aos 59 DAE e folhas e vagens aos 75 DAE, apenas para ramos, o tratamento FM apresenta estatisticamente superior aos tratamentos LT e LR, não diferindo estatisticamente dos tratamentos LT+FM e LR+FM. Isto indica que embora este tratamento tenha apresentado superioridade no desenvolvimento vegetativo aos 75 DAE, não havia refletido no peso das vagens.

CONCLUSÕES

O efeito residual nos diferentes processos de correção no solo não influenciaram no desenvolvimento e acúmulo de MS total do feijoeiro até os 75 DAE. O acúmulo de MS total apresentou resultados semelhantes entre os tratamentos com fertilizantes, indicando que os lodos higienizados por processos não alcalinizantes substitui o fertilizante mineral (FM) nas proporções avaliadas até os 75 DAE. O efeito dos fertilizantes no desenvolvimento foi semelhante em todas as datas avaliadas, exceto para os ramos aos 75 DAE, com superioridade para o tratamento que recebeu fertilizante mineral (FM).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução **CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006**. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgotos sanitários. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama. Acesso em: set. de 2011.

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. 2009.

SERRAT, B.M. et al. Taxa de aplicação máxima anual de lodo de esgoto higienizado pelo processo de estabilização alcalina: estudo comparativo de curvas de pH de solos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 19: 1808-4524, 2011.