CBRO
Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos
08 a 09 de outubro de 2009
Hotel Canto do Sol - Vitória-ES

RESÍDUOS ORGÂNICOS COMO FONTE ALTERNATIVA DE NUTRIENTES

Luiz Carlos Santos Caetano

Engenheiro Agrônomo, Dsc., Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, luizcaetano@incaper.es.gov.br

A utilização de resíduos orgânicos de origem vegetal ou animal como fertilizante na agricultura tem sido crescente em todo o mundo com o aumento da produção orgânica de alimentos alavancada por uma demanda ascendente por alimentos mais saudáveis, sem o uso de agrotóxicos principalmente.

O preço dos fertilizantes químicos tem apresentado grandes elevações nos últimos anos, principalmente pela grande demanda chinesa, o que impacta significativamente a rentabilidade da agricultura. Os preços destes produtos são regulados pelo comércio internacional e pelo preço do petróleo, particularmente no caso da uréia. O Brasil importa quase a totalidade dos adubos utilizados na nossa agricultura.

Outro fator que devemos considerar na busca de alternativas de fertilização das culturas é o fato das fontes de fósforo e potássio serem finitas.

Por outro lado, a geração de resíduos orgânicos apresenta crescimento acentuado, sobretudo os resíduos agroindustriais e o lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE) que tem sido gerado com o aumento do tratamento de esgoto das cidades.

O lodo de esgoto ou biossólido origina-se de material orgânico ou inorgânico contido no esgoto tratado. Segundo Silva et al., 2002, o Distrito Federal produz cerca de 200 t/ dia de lodo de esgoto e o descarte deste material é um problema. A disposição final do lodo obtido no tratamento de esgoto representa 30 a 40% dos custos operacionais

(Bettiol et al., 1983). Desta forma, a utilização deste material é também uma necessidade de se dar destinação ambientalmente adequada a este resíduo.

O resíduo orgânico pode atuar como fornecedor de nutrientes, seja ele um fertilizante orgânico simples como os estercos de animais ou obtido por processo bioquímico - compostagem de resíduos de origem animal e vegetal. O número e a quantidade de elementos minerais que o resíduo pode oferecer depende do tipo de material. A composição química média de alguns destes materiais encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química média de alguns resíduos orgânicos.

Resultados da análise	Esterco bovino	Lodo de ETE cru	Lodo de ETE cal.	Esterco galinha	Palha de café
Mat. orgânica (%)	54	47	36	77	79
pH	8,2	5,4	11,6	7,0	-
N (%)	1,90	3,0	1,5	2,3	1,6
P (%)	0,76	0,73	0,02	1,3	0,1
K (%)	2,02	0,66	0,24	1,71	2,15
Ca (%)	1,30	0,84	19,5	2,12	0,39
Mg (%)	0,57	0,17	0,2	0,47	0,12
S (%)	0,30	0,56	0,48	0,2	0,2
Na (%)	1.375	0,05	0,04	-	-
Zn (mg/kg)	100	325	125	199	15
Fe (mg/kg)	11.500	14.925	586	2.152	1.375
Mn (mg/kg)	917	135	56	255	126
Cu (mg/kg)	20	54	20	36	10
B (mg/kg)	15	8	7	21	19
Relação C/N	16/1	9/1	14/1	19/1	29/1

Fonte: Prezotti et al., 2007 e Projetos Incaper.

Ocorrem variações quanto à composição mineral em macro e micro elementos, matéria orgânica e na relação C/N destes materiais. Esta última está ligada diretamente a velocidade de mineralização da matéria orgânica.

Um fator limitante a utilização de resíduos orgânicos na agricultura em substituição a adubação mineral é o maior custo, principalmente de frete e aplicação, pois é necessária a utilização de grandes quantidades pela concentração reduzida de nutrientes em relação aos químicos. No caso do lodo de esgoto há ainda a alta concentração de água do material, além da possível contaminação com microorganismos e parasitas.

Os adubos orgânicos desempenham mais a função de condicionadores do solo do que de fornecedores de nutrientes. Neste sentido, promovem a melhoria das propriedades físicas (aumento na capacidade de retenção de água-efeito esponjoso; formação de agregados que reduzem a compactação; aumento na infiltração de água no solo e melhoria do enraizamento) ou fisico-químicas (elevação da capacidade de troca de cátions-CTC e do poder tampão-capacidade de resistir a mudanças bruscas de pH; formação de quelatos com micronutrientes, protegendo-os da insolubilização) (Prezotti et al., 2007).

Caetano e Carvalho, 2006, avaliaram os efeitos da aplicação de esterco bovino na dose de 10 kg/planta sobre a produtividade da figueira da cultivar Roxo de Valinhos e sobre as propriedades químicas do solo (Tabelas 2 e 3). Observaram que ocorreu elevação da produtividade em 12% e isto se deu em função do aumento do número de frutos produzidos por planta e pelo aumento do peso médio dos mesmos (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade, peso médio e número de frutos da figueira em função de adubação com boro e esterco bovino

B (g/planta)	Produtividade (kg/ha)			Peso médio de frutos (g)			Número de frutos/planta		
	Com esterco	Sem esterco	Média	Com esterco	Sem esterco	Média	Com esterco	Sem esterco	Média
Média	7517 a	6597 b	7057	13,9 a	13,0 b	13,4	334 a	299 b	316
CV parcela (%)		4,1			1,79			3,06	

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Yamada (2000), pesquisas mostram que o aumento do teor de matéria orgânica causa, entre outros efeitos, o aumento do pH e da saturação por bases, assim como a complexação e precipitação do alumínio da solução do solo. Ou seja, a matéria orgânica pode substituir muitas funções do calcário, sem a indesejável redução da disponibilidade de B, Cu, Fe, Mn e Zn, que se observa com o aumento do pH.

A aplicação de esterco aumentou significativamente os teores de fósforo e potássio no solo (Tabela 3). Entre as caraterísticas químicas do solo afetadas pela matéria orgânica, destacam-se a disponibilidade de nutrientes para as culturas, a capacidade de troca de cátions e a complexação do Al^{3+} e do Fe^{2+}/Fe^{3+} (Bayer e Mielniczuk, 1999, Miyazawa et al., 2000). A matéria orgânica do solo apresenta carga elétrica negativa predominante, podendo por isso ser considerada como um aniônio orgânico e combina-se com o Al^{3+} e Fe^{2+}/Fe^{3+} imobilizando o ferro e o alumínio de tal modo que esses elementos não podem nessa forma precipitar o $H_2PO_4^-$ aumentando a disponibilidade do P existente no solo (Malavolta, 1976, Canellas et al., 1999).

Tabela 3. Características químicas do solo em função da aplicação do esterco bovino na cultura da figueira

Esterco bovino (kg/planta)	pH	S	P	K	Ca	Mg	Al	CTC
		mg/dm^3			mmol$_c$/dm^3			
0	4,68 a	17,1 a	5,85 b	2,13 b	15,9 a	8,7 a	6,53 a	72,0 a
10	4,98 a	18,3 a	10,40 a	3,03 a	17,1 a	9,5 a	3,24 b	72,7 a
CV (%)	4,4	14,2	24,4	8,6	15,4	8,9	20,7	3,4

Esterco bovino (kg/planta)	Fe	Cu	Zn	Mn	B	C	H + Al	V
			mg/dm^3			g/dm^3	mmol$_c$/dm^3	%
0	63,9 a	0,38 a	0,94 a	4,77 a	1,18 a	16,5 a	45 a	37,7 a
10	47,6 a	0,32 a	1,37 a	5,95 a	1,13 a	17,2 a	43 a	41,7 a
CV (%)	22,0	13,2	19,0	13,8	19,8	4,2	9,1	12,0

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Cassiolato et al., 1999, estudaram a neutralização da acidez potencial do solo ácido por extratos vegetais (Figura A). Os extratos de nabo forrageiro e tremoço azul foram mais eficientes na neutralização da acidez potencial e o efeito do milheto quase nulo.

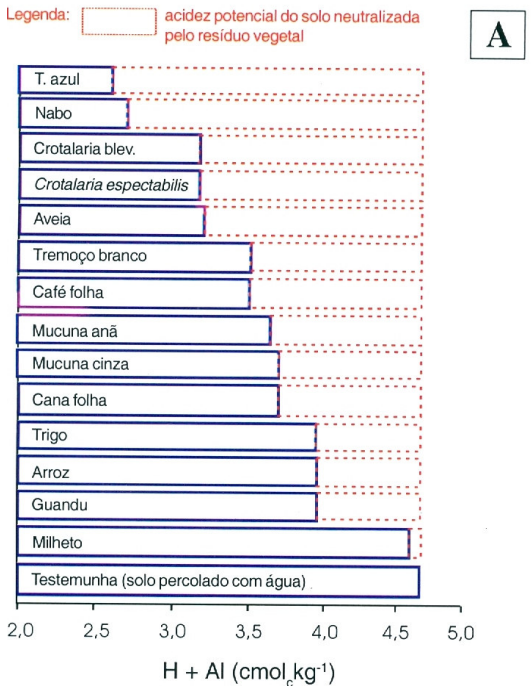


Figura A. Neutralização da acidez potencial do solo por resíduos vegetais

Miyazawa et al., 1993, avaliaram vários tipos de resíduos vegetais quanto a capacidade de neutralização do H^+ da solução em experimento de laboratório (Figura B). Em geral, os resíduos de adubos verdes, como o feijão bravo do Ceará, apresentaram maior capacidade de neutralização de H^+ do que os resíduos de pós-colheita (palhas de centeio, trigo e milho).

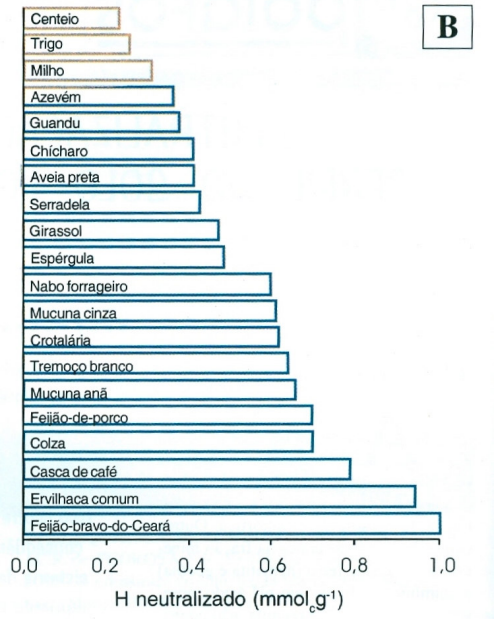


Figura B. Neutralização da solução de HCl por resíduos vegetais

Caetano et al., 2008, avaliaram a resposta da cultura da goiabeira variedade Paluma a adubação com lodo de esgoto nas doses de 10, 20, 30,40, 50 e 60 t/ha, adubação com esterco bovino curtido (7,9 t/ha) e adubação química (150 kg de N/ha/ano). Em função das doses de lodo de esgoto, a produtividade máxima de frutos foi 20,5 t/ha com a aplicação de 27,1 t de lodo/ha (Figura C). Os tratamentos doses de lodo de esgoto 30 e 40 t/ha, adubação com esterco bovino e adubação química (uréia) não diferiram para as variáveis produtividade, número de frutos produzidos por planta e peso médio de frutos da goiabeira (Tabela 4) de modo que a aplicação dos resíduos orgânicos supriram a demanda de nitrogênio para a produção da goiabeira.

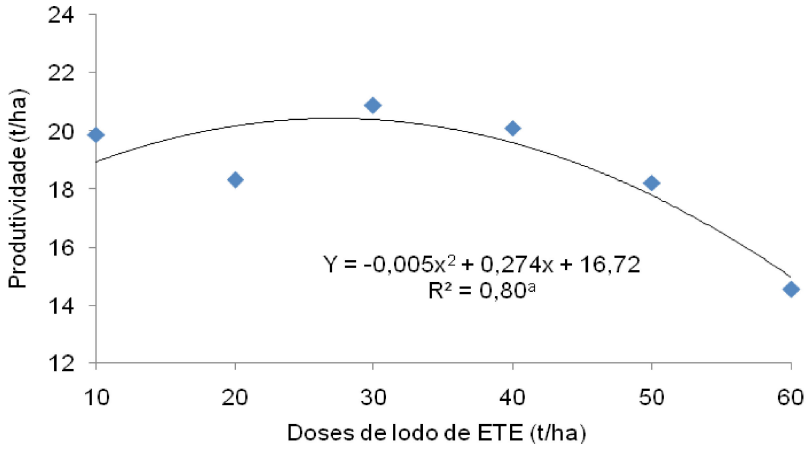


Figura C. Produtividade da goiabeira 'Paluma' em função de doses de lodo de ETE.

Tabela 4. Produtividade, número de frutos colhidos por planta e peso médio dos frutos em função dos tratamentos com lodo de ETE, esterco bovino e adubação química.

Tratamento	Produtividade (t/ha)	Nº de frutos/ planta	Peso médio de frutos (g)
Lodo de ETE (30 t/ha)	20,9 a	850 a	64 a
Lodo de ETE (40 t/ha)	-	864 a	-
Esterco bovino (7,9 t/ha)	20,7 a	822 a	66 a
Uréia 150 kg de N/ha/ano	21,5 a	867 a	66 a

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

BAYER, C., MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. *In*: SANTOS, G.A., CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Gênesis, p. 9-26, 1999.

BETTIOL, W., CARVALHO, P.C.T., FRANCO, B.J.D.C. Utilização do lodo de esgoto como fertilizante. **O Solo**, Piracicaba, v.75, n. 1, p. 44-54, 1983.

CAETANO, L.C.S., CARVALHO, A.J.C. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p. 1150-1155, 2006.

CAETANO, L.C.S., COSTA, A.N. DA, COSTA, A.F.S.. Utilização do lodo de ETE para adubação da goiabeira. *In:* COSTA, A.N. da, COSTA, A.F.S. da. **Relatório do projeto "Critérios para o uso e manejo agrícola e florestal do lodo de estação de tratamento de esgoto no Estado do Espírito Santo"**. Vitória: Incaper, 2008, n.p.

CANELLAS, L.P., SANTOS, G.A., AMARAL SOBRINHO, N.M.B.. Reações da matéria orgânica. *In*: SANTOS, G.A., CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Gênesis, p. 69-89, 1999.

CASSIOLATO, M.E., MEDA, A.R., PAVAN, M.A., MIYAZAWA, M. A laboratory method to estimate the efficiency of plant extract to neutralize soil acidity. *In*: Congresso Latino Americano de la ciencia del suelo, 14., Temuco, 1999. **Resumos**...Temuco: SLACS/UF/SAC/SCS, 1999. p. 361.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1976, 528p.

MIYAZAWA, M., PAVAN, M.A., CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 17, p. 411-416, 1993.
MIYAZAWA, M., PAVAN, M.A., FRANCHINI, J.C.. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais, **Informações Agronômicas**, Piracicaba: POTAFOS, n. 92, p 1-8, 2000.

PREZOTTI, L.C.; GOMES, J.A.; DADALTO, G.G.; OLIVEIRA, J.A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo** – 5ª aproximação. Vitória: SEEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007, 305 p.

SILVA, J.E. RESCK, D.V.S., SHARMA, R.D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal I – efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em solo no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do solo, Campinas**, v. 26, p. 487-495, 2002.

YAMADA, T. Convivendo com a acidez do solo. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: POTAFOS, n. 91, p.16, 2000.