

## POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DA REGIÃO NORDESTE COMO FERTILIZANTES

Rita Carla Boeira<sup>(1)</sup>, Viviane Cristina Bettanin Maximiliano<sup>(1)</sup>, Maira Priscila G. de Moraes<sup>(1)</sup>, Manoel Dornelas de Souza<sup>(1)</sup>. <sup>(1)</sup> EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental, 13820-000, Jaguariúna – SP.

A utilização racional de resíduos orgânicos como fertilizantes na agricultura depende do conhecimento da composição química desses materiais. Na fruticultura comercial, especialmente naquela voltada à exportação, essa informação assume grande importância pelo fato da adubação orgânica representar parte dos custos de produção, os quais devem ser otimizados para permitir maior competitividade no mercado. Um dos principais entraves à intensificação do uso dos resíduos orgânicos na agricultura reside na falta de métodos de análise específicos, padronizados e amplamente aceitos, sendo em geral utilizados os métodos comuns à análise foliar para sua caracterização química. Krug (1996) indica métodos de digestão usados na análise de tecidos vegetais que podem ser aplicados na decomposição de resíduos orgânicos, embora a composição química de muitos desses materiais possa diferir marcadamente da composição foliar. Outro fator que deve ser levado em conta na análise química desses resíduos é a massa de amostra usada na digestão, pois o grau de heterogeneidade de muitos deles não pode ser compensado na fase de pré-tratamento (principalmente nas etapas mais críticas, de trituração e peneiramento). Tal heterogeneidade das amostras pode influenciar simultaneamente a exatidão e a precisão dos resultados. Neste trabalho, teve-se como objetivo avaliar métodos de digestão utilizando-se as misturas [ácido sulfúrico + água oxigenada], [ácido nítrico + ácido perclórico] e água régia como extratores, avaliando-se também diferentes massas de amostra. Utilizaram-se amostras de resíduos orgânicos que podem ser usados como fertilizantes na fruticultura irrigada praticada na Região Nordeste do Brasil, visando-se obter um procedimento de fácil aplicação em laboratórios de análise de solos e de plantas, disponibilizando-se dados para as tabelas de adubação de culturas frutícolas, pela avaliação de teores de alguns nutrientes essenciais.

Os materiais usados foram os principais adubos orgânicos utilizados na Região Nordeste do Brasil, incluindo três resíduos orgânicos *in natura*: bagaço de cana de açúcar (Juazeiro/BA); esterco caprino verde (não curtido, ou cru, de Cristália/PE) e esterco caprino curtido (São Raimundo Nonato/PI); e dois produtos orgânicos beneficiados, de origem agro-urbano-industrial, já utilizados comercialmente e assim identificados: Ribumin (material orgânico de origem não definida) e Pole (produto derivado de esterco de frango). As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 60°C até peso

constante, moídas (quando necessário), passadas em peneira com malha de 0,5 mm e armazenadas em laboratório. Os resíduos foram inicialmente caracterizados quanto à sua densidade e seus teores de carbono orgânico e de N-Kjeldahl. Avaliou-se a eficiência de três métodos de digestão via úmida na decomposição destes resíduos:  $\text{H}_2\text{SO}_4+\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HNO}_3+\text{HClO}_4$  (Tedesco et al., 1995) e  $\text{HNO}_3+\text{HCl}$  1:3 (água régia) (McGrath & Cunliffe, 1985), em sistema aberto (blocos digestores com tubos de ensaio com capacidade de 75 ml, com 25 cm de altura e 2,2 cm de diâmetro interno); funis de vidro com diâmetro de 30 mm foram colocados na extremidade superior dos tubos com o objetivo de favorecer a condensação e o refluxo dos gases e vapores gerados na digestão (Tedesco et al., 1995). Simultaneamente, foi feito um estudo para estabelecer o tamanho mínimo de amostra que poderá ser utilizado (0,050; 0,100 e 0,200 g). Avaliou-se a precisão dos resultados obtidos na determinação dos teores totais de cálcio, magnésio e potássio dos resíduos. Assim, cada tratamento foi composto da associação método de digestão x resíduo x massa de amostra, com dez repetições. A proporção entre o volume das misturas digestoras e as massas das amostras foi mantida constante conforme as recomendações originais de cada método. Um teste prévio dos blocos digestores revelou que todos apresentavam pequenas variações espaciais de temperatura, o que poderia afetar os resultados das análises. Visando anular esse efeito, os tubos de digestão contendo as amostras foram distribuídos ao acaso nos blocos digestores. Após as digestões os extratos foram quantitativamente transferidos para balões aferidos de 25 ou 50 ml (dependendo da massa de amostra e do resíduo) e diluídos conforme indicação dos métodos, usando-se água bidestilada, seguindo-se a determinação de K, por fotometria de chama, e de Ca e de Mg por espectrofotometria de absorção atômica. A exatidão dos resultados, que se traduz na recuperação dos teores dos elementos contidos nos resíduos e reflete a capacidade de decomposição das misturas digestoras, e a precisão, traduzida pela variabilidade dos resultados entre as repetições, foram avaliadas por meio de estatística descritiva. No desenvolvimento de protocolo de análise de resíduos orgânicos, busca-se estipular aquele mais adequado, tanto econômica quanto ambientalmente, para cada tipo de resíduo com potencial de uso como fertilizante na fruticultura irrigada do Nordeste, seguindo-se o seguinte roteiro: 1) definição das massas de amostras a serem testadas (revisão de métodos em uso em laboratórios brasileiros); 2) preparo das amostras dos resíduos orgânicos (secagem, trituração e peneiragem), registro e armazenamento no laboratório; 3) definição dos métodos de digestão dos resíduos a serem testados; 4) digestão das várias massas de amostras por três métodos e obtenção dos extratos para análise; 5) determinação dos teores de cálcio, magnésio e potássio nos extratos obtidos; 6) estatística descritiva dos dados obtidos; 7)

definição do método mais adequado para a digestão dos resíduos e o tamanho mínimo de amostra a ser usado na digestão.

Verificou-se uma grande variabilidade de composição química em função da natureza dos materiais residuários, como se pode observar na Tabela 1, onde são apresentados os dados experimentais. Houve grande variação na recuperação dos teores de cálcio, magnésio e potássio, tanto entre as misturas digestoras quanto entre as massas de amostras. Os valores do coeficiente de variação entre as repetições variaram de 3,5 a 74,5% para Ca; 3,0 a 33,5% para Mg e 4,0 a 43,0% para K. O bagaço de cana-de-açúcar apresentou os menores teores de todos os elementos analisados, seguido do resíduo processado Ribumin. Dadas as dificuldades de boa homogeneização do bagaço de cana-de-açúcar na fase de moagem e peneiramento, observa-se que houve tendência de maiores coeficientes de variação quando se trabalhou com massas menores deste resíduo. Com a massa de 0,200 g e digestão com água régia houve perda de amostra de todos os resíduos devido a transbordamento, causado por borbulhamento da mistura entre os ácidos e os resíduos. Isso ocorreu apesar de se ter tido o cuidado de adicionar o HNO<sub>3</sub> às amostras um dia antes, à tarde, para permitir uma pré-digestão a frio. O resíduo Ribumin não foi totalmente solubilizado por nenhuma das misturas de digestão em qualquer massa de amostra, supondo-se que o mesmo deve apresentar grande quantidade de compostos orgânicos refratários.

Conclui-se que a melhor avaliação da disponibilidade potencial de Ca, Mg e K pode ser feita utilizando-se o método de digestão dos resíduos orgânicos com a mistura [ácido sulfúrico + água oxigenada] utilizando-se massa de amostra de 0,200 g, combinação que apresentou, em geral, maior recuperação de teores dos elementos e menor coeficiente de variação entre as repetições. Assim, verifica-se maiores teores de nutrientes, incluindo nitrogênio, no esterco caprino curtido, seguido do esterco caprino fresco; destaca-se o resíduo Pole por seu elevado teor de cálcio.

#### Literatura Citada

KRUG, F.J. (ed.) I Workshop on methods of sample decomposition: pré-tratamento de amostras. Piracicaba, Centro de Energia Nuclear na Agricultura. 1996. 106p.

McGRATH, S. P.; CUNLIFFE, C. H. A simplified method for the extraction of the metals Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co and Mn from soils and sewage sludges. J. Sci. Food Agric., 36:794-798, 1985.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

Tabela 1. Médias e coeficientes de variação dos teores de Ca, Mg e K (base seca) determinados nos resíduos orgânicos em função das misturas digestoras e massas de amostras utilizadas nos testes (n=10); teores de carbono orgânico, nitrogênio e densidade dos resíduos (n=3).

Mistura digestora		Pole			Bagaço de cana			Esterco caprino fresco			Esterco caprino curtido			Ribumim		
		0,050	0,100	0,200	0,050	0,100	0,200	massa da amostra (g)			0,050	0,100	0,200	0,050	0,100	0,200
<b>Cálcio (%)</b>																
$H_2SO_4 + H_2O_2$	Média	8,0	8,6	9,7	0,1	0,1	0,1	2,8	3,1	3,5	3,8	4,7	4,5	0,8	1,0	1,0
	CV	10,1	28,4	4,8	17,6	28,3	18,1	15,5	14,6	25,4	16,3	17,8	7,3	10,6	10,4	6,9
$HNO_3 + HClO_4$	Média	8,1	8,1	8,1	0,1	0,1	0,1	2,6	3,1	2,9	3,5	4,1	4,0	1,1	0,9	0,8
	CV	6,4	7,3	4,5	31,5	19,9	12,9	7,7	3,5	12,6	7,1	6,8	5,6	74,5	4,5	42,7
$HNO_3 + HCl$	Média	7,9	7,1	*	0,1	0,1	*	3,1	2,6	*	3,7	3,4	*	0,8	0,9	*
	CV	16,3	11,3	*	36,6	18,3	*	15,8	16,2	*	8,3	6,0	*	18,1	21,2	*
<b>Magnésio (%)</b>																
$H_2SO_4 + H_2O_2$	Média	1,0	1,1	1,3	0,0	0,0	0,1	1,3	1,2	1,3	1,5	1,3	1,4	0,4	0,5	0,5
	CV	5,3	9,2	3,0	10,4	17,5	7,8	18,0	9,5	4,8	14,0	20,9	9,2	11,7	9,6	27,0
$HNO_3 + HClO_4$	Média	1,2	1,2	1,1	0,1	0,1	0,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,4	0,5	0,6	0,5
	CV	8,0	6,0	5,4	12,3	12,7	9,6	6,1	8,3	9,3	9,8	6,2	11,1	11,8	18,5	27,0
$HNO_3 + HCl$	Média	1,1	0,9	*	0,1	0,04	*	1,4	1,4	*	1,5	1,3	*	0,5	0,6	*
	CV	16,4	12,2	*	33,5	9,9	*	7,0	16,3	*	17,9	10,9	*	10,1	31,1	*
<b>Potássio (%) **</b>																
$H_2SO_4 + H_2O_2$	Média	2,5	2,3	2,1	0,1	0,1	0,1	2,1	2,5	2,2	3,1	3,0	2,8	0,2	0,2	0,2
	CV	8,2	4,0	14,0	16,9	10,4	22,0	18,8	10,1	15,0	27,3	10,0	12,7	25,2	4,8	16,0
$HNO_3 + HCl$	Média	2,0	2,5	*	0,1	0,1	*	2,8	2,5	*	3,2	3,0	*	0,2	0,2	*
	CV	11,2	15,4	*	43,0	15,2	*	10,4	7,0	*	12,6	9,3	*	4,6	24,8	*
<b>Carbono orgânico (g/kg)</b>																
***		128,0			421,0			382,0			232,0			261,0		
<b>Nitrogênio (g/kg)</b>																
***		13,0			2,0			22,0			27,0			16,0		
<b>Densidade do resíduo (g/ml)</b>																
		0,70			0,06			0,45			0,61			0,78		

\* Amostras perdidas por transbordamento na digestão. \*\* Não determinado no extrato nítrico-perclórico em virtude de existirem problemas de solubilidade de  $KClO_4$  em água. \*\*\* Carbono: Walkley-Black; N: Tedesco et al. (1995).