

**EFEITO RESIDUAL DO COMPOSTO ORGÂNICO DO LIXO,
SUPLEMENTADO COM ADUBO MINERAL, E DO INOCULANTE,
NA PRODUÇÃO E FIXAÇÃO DO N. POR CAUPI***

NEWTON P. STAMFORD

Prof. Adjunto do Dep. de Agronomia da UFRPE. Bolsista do
CNPq.

ISRAEL P. DA SILVA

Prof. Adjunto do Dep. de Agronomia da UFRPE. Bolsista do
CNPq.

Foram conduzidos três experimentos consecutivos em casa de vegetação, para avaliar o efeito residual de níveis crescentes de composto orgânico do lixo (0, 25, 50, 75 e 100% v/v de solo), com e sem adição de adubo mineral NPK (50-50-50) e inoculação com *Rhizobium*, sobre a produção de matéria seca e a fixação do dinitrogênio por caupi, crescendo num solo Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico. A aplicação do adubo mineral mostrou efeito na produção de matéria seca no experimento inicial, especialmente no tratamento sem adição de resíduo, observando-se diminuição gradativa da resposta nos dois experimentos residuais. A partir do segundo experimento o tratamento com adubo mineral NPK não mostrou diferença para o nível 25% de composto orgânico sem NPK e com inoculante. O efeito residual do composto orgânico foi evidente tanto para a produção de matéria seca como na nodulação, na fixação do dinitrogênio e no N total acumulado na parte aérea. A inoculação com a estirpe J-01 não teve efeito na produção de matéria seca no experimento inicial, mas mostrou melhores resultados nos experimentos residuais.

* Trabalho realizado no Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), subvencionado pelo FIPEC/Banco do Brasil. Apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Curitiba, em julho de 1983.

INTRODUÇÃO

A técnica da adição de nutrientes minerais pela matéria orgânica ao solo é feita através do aproveitamento do esterco animal, dos restos de colheitas, da adubação verde e da utilização de adubos orgânicos como o lixo urbano (SECTEC, 1981).

A crise energética tem sido fator limitante na fabricação de adubos, especialmente os nitrogenados, e a fixação biológica do nitrogênio atmosférico (dinitrogênio) pode ser uma alternativa interessante para minimizar este problema. Como a produção industrial de adubos nitrogenados depende de matéria prima importada, é fundamental a contribuição da fixação biológica do dinitrogênio para a economia de adubo nitrogenado no país (CONCEIÇÃO et alii, 1981).

É crescente a preocupação com a produção de proteína a baixo custo, e neste sentido o cultivo de leguminosas capazes de fixar o dinitrogênio é de primordial importância. Entre as leguminosas, uma das espécies de grande potencial é o caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.), largamente cultivada na região Nordeste, onde constitui alimentação básica protéica da população de baixa renda.

Quando se fala na fixação do nitrogênio, um fator muito importante é a quantidade e o tipo de matéria orgânica existente no solo, pois a mesma serve como fonte de carbono para os microrganismos, especialmente as bactérias fixadoras do nitrogênio, como constatado por DÖBEREINER (1961) que mostrou que o lixo tratado usado como adubo orgânico aumentou o teor de nitrogênio total do solo e o número de bactérias de vida livre fixadoras do nitrogênio.

O objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito do composto orgânico do lixo urbano no crescimento e na fixação biológica do nitrogênio, pelo caupi, e o efeito residual deste material e do inoculante, no rendimento agrícola e na produção de proteína.

MATERIAL E MÉTODO

Foram realizados três experimentos em casa de vegetação, para avaliar o efeito residual dos níveis 0, 25, 50, 75 e 100% v/v, de composto orgânico produzido pela Prefeitura do Recife-URB em aterros sanitários de lixo urbano. As análises procedidas em dez amostras compostas, usando a metodologia recomendada pela EMBRAPA (1979) apresentaram os seguintes resultados: pH em água (2,5:1) — 7,2; Al^{3+} — 0,0 meq/100g de solo; K^+ — 605ppm; $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ — 15,1 meq/100g de solo; P disponível — 154 ppm; elementos em teores totais; Fe — 54,2ppm; Mn — 77,8ppm; Hg — não detectado; Cd — 0,02ppm; Pb — 2,5ppm; Ni — 0,23ppm; C — 14,4%; N — 0,6%; P_2O_5 — 1,7%; K_2O — 0,15%; CaO — 3,5% e Si — 53,6%; umidade 34% e densidade aparente 0,95g/cm³ do composto.

O solo, classificado como Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico (BRASIL, 1972), foi coletado na profundidade de 0-20cm, e a análise, segundo a metodologia da EMBRAPA (1979) apresentou os seguintes resultados: pH em água (2,5:1) — 5,1; Al^{3+} — 1,0 meq/100g de solo, $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ — 1,8 meq/100g de solo; K^+ — 53,4ppm; P disponível — 1,4ppm; teores totais de: Fe — 246,0ppm; Mn — 1,5ppm; Zn — 3,9ppm e Cu — 1,7ppm; C — 1,6% e N — 0,2%.

Após secos ao ar, passados em peneira de 5mm e homogeneizados, 8 litros da mistura de solo/composto, de acordo com o respectivo tratamento, foram colocados em vasos de polietileno. Para o controle de umidade foram colocados drenos de mangueira plástica, com esponja, adicionando-se água, diariamente, até algumas gotas drenarem pelo sistema.

Em mistura com o composto foi incorporado, por ocasião do plantio, nos casos com adição do adubo mineral NPK, 50mg de N; 50mg de P; e 50mg de K; por litro da mistura solo/composto, na forma de sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. A inoculação com *Rhizobium* sp (estirpe J-01), foi procedida por ocasião do plantio do primeiro experimento, adicionando-se ao solo de cada vaso, 10ml de cultura líquida com meio 79 (STAMFORD et alii, 1980). No segundo experimento não foi feita inoculação e no terceiro experimento foi feita nova inoculação do solo, na forma citada, e das sementes com turfa neutralizada e esterilizada.

Foi usada a cultivar de caupi "Pitiúba", pela sua elevada produtividade e pela característica de porte ereto, o que facilita a colheita e produz melhores vagens pois evita o contato com o solo. Nos plantios colocaram-se cinco sementes por vaso, e quinze dias após a germinação foi feito desbaste deixando-se três plantas por vaso. Foi utilizado o esquema fatorial 5x2x2 com cinco níveis de adubação orgânica, com e sem adubação mineral e inoculação, usando a distribuição no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

As colheitas foram realizadas trinta dias após a germinação, e procedeu-se cada colheita cortando-se a parte aérea 5cm acima do nível do solo. As raízes foram conduzidas imediatamente para determinação da atividade da nitrogenase, pelo método da redução do acetileno por cromatografia gasosa (HARDY et alii, 1971), utilizando-se frascos com capacidade para 400ml dos quais retirou-se 10% do ar, substituído por acetileno puro, e após 1 hora feita a determinação do etileno evoluído. Em seguida os nódulos foram separados das raízes, contados, e, com as amostras da parte aérea, conduzidos para secagem em estufa a vácuo a 60-65°C. Após a secagem, procedeu-se a determinação do peso da matéria seca dos nódulos e da parte aérea, e feita a determinação do nitrogênio total, na parte aérea, pelo método semi-micro kjeldhal, descrito por BREMNER (1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para nodulação e avaliação da atividade da nitrogenase são apresentados na tabela 1 e na figura 1. Os dados da acumulação do nitrogênio total e rendimento da matéria seca da parte aérea encontram-se nas tabelas 2 e 3 e na figura 2.

Tabela 1 — Efeito do composto urbano, com e sem adubação mineral e inoculação, no peso de nódulos e na atividade da nitrogenase, nos experimentos residuais em caupi.

Composto Adicionado ao Solo	Peso de Nódulos (1)				Atividade da Nitrogenase (1)			
	Residual 1		Residual 2		Residual 1		Residual 2	
	I	NI (2)	I	NI	I	NI	I	NI

%	mg/vaso				moles $C_2H_4.H^{-1}$ /vaso			
	sem adubo mineral							
0	0b	0c	100c	90b	0,0b	0,0a	3,1b	1,3b
25	240a	40b	630b	870a	0,0b	0,0a	9,6b	7,9b
50	210a	120a	660b	630a	2,4a	0,3a	44,3a	27,5a
75	0b	0c	970a	860a	0,0b	0,0a	29,0a	33,9a
100	0b	0c	1120a	800a	0,1b	0,0a	26,9a	29,7a
média	90A	30B	700A	650A	0,5A	0,1A	22,8A	20,1A
	com adubo mineral							
0	0c	0b	670bc	470b	0,0a	0,0a	10,9b	9,2b
25	60b	200a	1230a	700ab	0,1a	0,2a	6,6b	3,1b
50	270a	200a	920ab	930a	0,3a	0,5a	40,8a	36,3a
75	0c	0b	510c	970a	0,1a	0,0a	26,2a	29,9a
100	0c	0b	720bc	430b	0,0a	0,6a	33,2a	16,8ab
média	70A	80A	810A	690A	0,1A	0,3A	23,5A	19,0A
C.V. (%)	51,1		34,3		101,1		40,9	

(1) Os valores com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, representando as letras minúsculas as comparações, nas colunas, entre os níveis de composto dentro de cada tratamento de adubação mineral, e as letras maiúsculas as comparações com e sem adubo mineral na mesma coluna.

(2) I: Inoculado, NI: não inoculado.

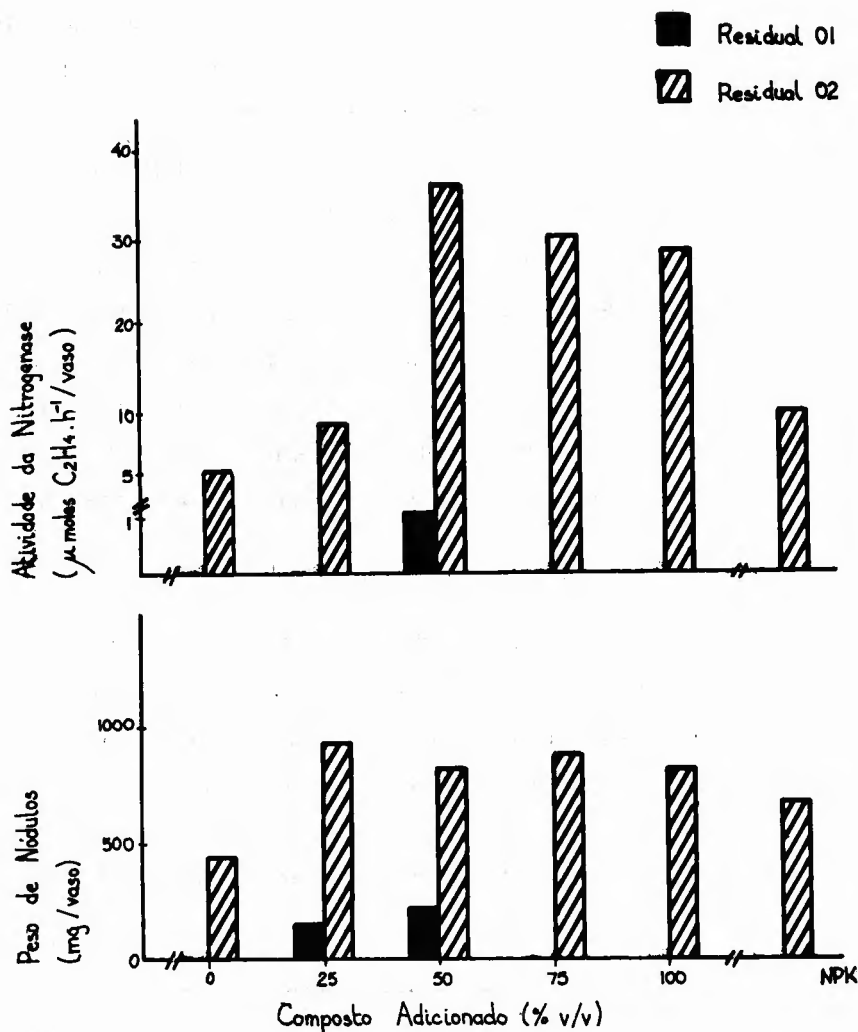


Figura 1 — Efeito do composto urbano no peso de nódulos e na atividade da nitrogenase no primeiro experimento residual (sem inoculação) e no segundo experimento residual (com inoculação), comparado com adubação mineral NPK.

Tabela 2 — Efeito do composto urbano, com e sem adubação mineral e inoculação, na quantidade de N-total acumulado na parte aérea de caupi, em dois experimentos residuais

Composto Adicionado ao Solo	N-total acumulado na parte aérea(1)			
	I	Residual 1 NI(2)	Residual 2 I	Residual 2 NI
%	mg/vago			
	sem adubo mineral			
0	190b	100c	160b	160c
25	490a	300b	450a	320b
50	300b	250b	420a	310b
75	270bc	240b	360a	380a
100	2900b	470a	480a	400a
média	310A	270A	370A	310A
	com adubo mineral			
0	160b	220b	340b	210b
25	420a	300ab	400a	380a
50	250b	260ab	430a	420a
75	250b	250ab	410a	370a
100	390a	330a	490a	430a
média	300A	270A	410A	360A
C.V. (%)	30,2		14,9	

(1) Os valores com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, representando as letras minúsculas as comparações, nas colunas, entre os níveis de composto dentro de cada tratamento de adubo mineral, e as letras maiúsculas as comparações com e sem adubo mineral na mesma coluna.

(2) I: inoculado, NI: não inoculado.

Tabela 3 — Efeito do composto urbano, com e sem adubação mineral e inoculação na produção de matéria seca da parte aérea de caupi, no experimento inicial e nos dois residuais

Composto adicionado ao solo	Peso de Matéria Seca da Parte Aérea (1)					
	Inicial	Residual 1		Residual 2		
	I	NI (2)	I	NI	I	NI
	g/vaso					
%	sem adubo mineral					
0	2,0b	1,7b	6,3b	3,0c	6,8b	7,2b
25	4,0a	3,9a	11,3a	7,9b	13,1a	11,6a
50	2,4ab	2,6ab	8,0ab	8,6b	11,8a	9,9ab
75	2,6ab	2,5ab	8,3ab	7,8b	12,6a	12,4a
100	4,4a	3,0ab	9,7ab	12,7a	13,5a	12,2a
média	3,1B	2,7B	8,7A	8,0A	11,6A	10,7A
com adubo mineral						
0	7,9a	8,2a	4,6b	6,9b	9,9b	7,7b
25	6,1a	5,7b	10,5a	9,1ab	13,0a	11,5a
50	3,5b	4,1bc	7,8ab	7,7ab	13,3a	13,0a
75	3,2b	3,2c	8,0ab	9,9ab	12,9a	12,4a
100	3,9b	4,0bc	11,0a	9,0ab	14,1a	13,6a
média	4,9A	5,0A	8,4A	8,5A	12,6A	11,6A
C.V (%)	19,6		17,1		18,1	

(1) os valores com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 50%, representando as letras minúsculas as comparações, nas colunas, entre os níveis de composto dentro de cada tratamento de adubo mineral, e as maiúsculas as comparações com e sem adubo mineral na mesma coluna.

(2) I: inoculado, NI: não inoculado.

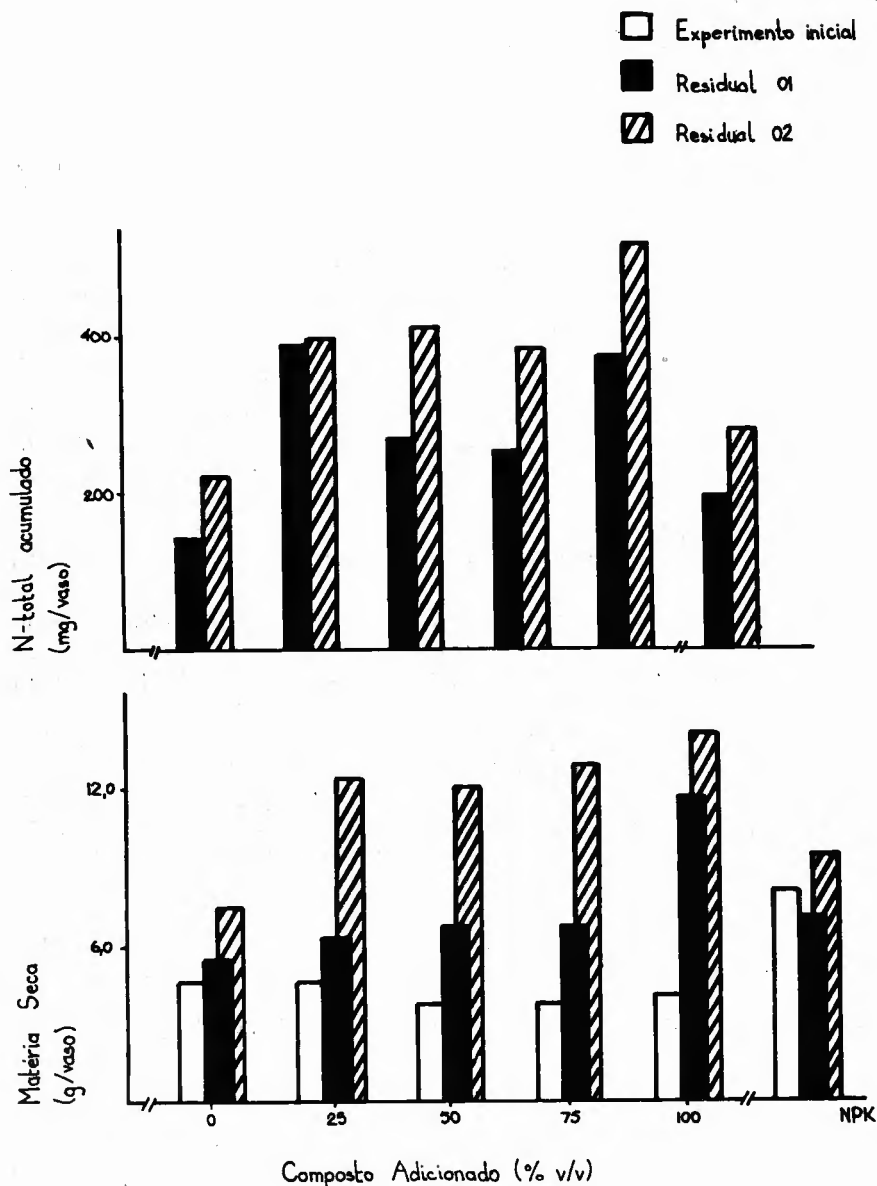


Figura 2 — Efeito do composto urbano no N-total acumulado e no peso de matéria seca da parte aérea, no experimento inicial e nos experimentos residuais, comparados com adubação mineral NPK sem composto.

O efeito do composto urbano na nodulação foi bem evidente, verificando-se que no segundo experimento residual, quando foi feita reinoculação do solo e das sementes, o peso dos nódulos aumentou sensivelmente (figura 1). Este efeito também foi observado na atividade da nitrogenase, embora constatando-se coeficientes de variação muito elevados para esta variável, especialmente no primeiro experimento residual (tabela 1).

No primeiro experimento residual verificou-se que não ocorreu nodulação quando não se adicionou composto urbano ao solo, e também nos tratamentos com níveis 75% e 100% de matéria orgânica. Esta flutuação na nodulação parece que não foi devido ao excesso de nitrogênio mineral no solo, como observado em caupi por STAMFORD et alii (1980), tendo em vista que tanto com adubo como sem adubo mineral ocorreu o mesmo problema. Também não parece provável que este efeito tenha sido resultante do nitrogênio adicionado pelo composto, através da mineralização, pois não se observou, neste experimento, aumento correspondente no nitrogênio total acumulado e nodesenvolvimento da parte aérea (figura 2). Entretanto, observou-se, nestes tratamentos, sintomas semelhantes ao de deficiência de zinco, o que justificaria o ocorrido nas plantas dos vasos com solo sem mistura com composto, tendo em vista que o solo usado tem baixo teor deste micronutriente, o qual é extremamente importante na iniciação dos nódulos (YADAV & SHUKLA, 1983). Por outro lado, nos tratamentos com alto nível de composto pode também ter ocorrido deficiência de zinco, desta feita induzida por excesso de fósforo, cujo teor é bastante elevado no composto, fato este que estaria de acordo com os resultados obtidos por SAFAYA & SINGH (1977).

A temperatura ambiente, e por conseguinte a temperatura do solo, também interfere decisivamente na formação dos nódulos e principalmente na fixação do nitrogênio, como observado por GUSS & DÖBEREINER (1972), e ARAÚJO et alii (1982). Estes últimos pesquisadores constataram que a aplicação de matéria orgânica pode diminuir este efeito, reduzindo em até 6°C a temperatura do solo. Como nos dois experimentos foram observadas temperaturas ambiente bastante elevadas, chegando no primeiro experimento a atingir 34°C a 36°C, nas horas mais quentes do dia, pode-se argumentar ser esta a causa da baixa nodulação no tratamento sem composto, mas não pode ser esta a explicação para a falta de nodulação nos tratamentos com níveis elevados de matéria orgânica.

De uma maneira geral, com o nível 50% de composto verificou-se maior atividade da nitrogenase, especialmente no segundo experimento residual, quando foi feita a reinoculação. Parece provável que no primeiro experimento residual, da mesma forma que no peso de nódulos, também ocorreu algum fator com efeito inibidor na atividade da nitrogenase quando adicionou-se níveis elevados de composto urbano (tabela 1).

Constatou-se que no primeiro experimento residual com composto incorporado acima de 25% ocorreu sensível diminuição do nitrogênio total acumulado na parte aérea, o qual novamente aumentou quando usou-se 100% de composto (figura 2). Os resultados sugerem que inicialmente ocorreu razoável diminuição do nitrogênio, devido à relação C:N do composto (24:1), favorecer o processo da imobilização. Quando usou-se 100% de composto maior quantidade de nitrogênio deve ter sido mineralizada, suprimindo a necessidade dos microrganismos e das plantas. No segundo experimento este fenômeno deve ter sido invertido e a mineralização passou a ser mais intensa e portanto mais nitrogênio mineral foi incorporado ao solo, favorecendo a acumulação do nutriente e desenvolvimento da planta (figura 2).

O nitrogênio adicional através do adubo mineral NPK, a partir do primeiro experimento residual, não foi mais suficiente para promover o melhor efeito no desenvolvimento das plantas. Este tratamento mostrou nitrogênio acumulado apenas ligeiramente superior ao tratamento sem adição de composto, e significativamente inferior a todos os tratamentos com composto (figura 2).

A resposta da planta à adição de composto urbano e à adubação mineral em relação ao peso de matéria seca da parte aérea, mostrou resultados altamente significativos (tabela 3). Parece provável o efeito da imobilização do nitrogênio no experimento inicial, com resultados, de uma maneira geral, bastante inferiores aos dos últimos experimentos (figura 2).

Constatou-se que o adubo mineral só no experimento inicial mostrou resultados superiores aos tratamentos com adição de matéria orgânica, e portanto, também não se verificou efeito residual do adubo mineral na produção de matéria seca da parte aérea (figura 2).

O efeito residual do composto foi evidente em todos os níveis usados, resultados concordantes com os obtidos por RUSCHEL & SAITO (1977). A partir do primeiro experimento residual, o composto urbano no nível 25% produziu cerca de 30% mais do que o tratamento com adubo mineral sem composto (tabela 3). Por outro lado, ERNANI & GIANELLO (1982) trabalhando com esterco de curral e cama de aviário não encontraram efeito residual da matéria orgânica em um solo litólico distrófico, possivelmente por ser o composto urbano um material bastante diferente dos materiais orgânicos usados por estes autores. A incorporação de 25% de composto, em mistura com o solo, pode ser considerado suficiente para o rendimento de matéria seca, tendo em vista que em todos os experimentos, inclusive no inicial, apresentou resultados satisfatórios, e com efeito residual até o terceiro cultivo.

O efeito da inoculação com *Rhizobium* na produção de matéria seca não foi observado em nenhum dos parâmetros estudados, mostrando que não houve resposta para a estirpe usada, e portanto, faz-se necessária a busca por estirpes mais eficientes em caupi.

CONCLUSÕES

Os resultados dos três experimentos consecutivos mostraram que a adubação orgânica com composto do lixo urbano da Empresa de Urbanização da Cidade do Recife promoveu considerável aumento na nodulação, na fixação do nitrogênio e na produção de matéria seca de caupi. No primeiro cultivo a adubação mineral com nitrogênio, fósforo e potássio apresentou melhor produção, entretanto nos cultivos seguintes não teve efeito residual. O composto urbano, até o terceiro plantio, mostrou efeito residual bem evidente. O inoculante usado não se mostrou muito eficiente, parecendo necessária a obtenção de melhores estirpes para inoculação do caupi.

ABSTRACT

Experiments, were conducted in order to study the residual effect of increasing amounts of citizen waste (0, 25, 50, 75 and 100% v/v) with and without NPK fertilizer (50-50-50) and *Rhizobium* inoculation (J-01 strain) on dry matter

yield, nodulation and N_2 fixation by cowpea grow on a Latossolic Red Yellow Podzolic soil. In the first experiment dry matter yield was increased by NPK fertilizer without organic matter and the response decreased in subsequent trials. Upon the second experiment there was no difference between this treatment and 25% of organic matter addition without NPK fertilizer. The residual effect was observed on dry matter yield, nodulation, dinitrogen fixation and total accumulated N in plant. The *Rhizobium* inoculation with J-01 strain was not effective but showed some effect in the residual experiments.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — ARAÚJO, R. S.; MACHADO, N. F.; PESSANHA, G. G.; ALMEIDA, D. C.; DUQUE, F. F. Efeitos da adubação fosfatada, do esterco de curral e da inoculação na nodulação, fixação do nitrogênio atmosférico e rendimento do feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, 6(2):105-12, maio/ago. 1982.
- 2 — BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. *Levantamento exploratório — reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco*. Recife, 1972. v. 1. (Boletim Técnico, 26. Série Pedologia, 24).
- 3 — BREMNER, J. M. Total nitrogen. In: BLACK, C. A., ed. *Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. (Agronomy, 9). Part 2, cap. 83. p. 1149-78.
- 4 — CONCEIÇÃO, M. da; PEREIRA, N. N. C.; POLLI, H. de; FRANCO, A. A.; DÖBEREINER, J. Seleções de estirpes de *Rhizobium leguminosarum* para inoculação da cultura de ervilha-vagem na região serra do Rio de Janeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 6(4):477-82, jul./dez. 1981.
- 5 — DÖBEREINER, J. *Enriquecimento do composto do lixo com bactérias fixadoras do nitrogênio atmosférico*. Rio de Janeiro, Instituto de Experimentação Agropecuária, 1961, 5 p. (Comunicado Técnico, 11).
- 6 — EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979. 230 p.
- 7 — ERNANI, P. R. & GIANELLO, C. Efeito imediato e residual de materiais orgânicos, adubo mineral e calcário no rendimento do vegetal. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, 6(2):119-24, maio/ago. 1982.
- 8 — GUSS, A. & DÖBEREINER, J. Efeito da adubação nitrogenada e temperatura do solo na fixação do N_2 em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 7:87-92, 1972.
- 9 — HARDY, R. W. F.; BURNS, R. C.; HERBERT, R. R.; HOLSTEN, R. D.; JACKSON, F. K. Biological nitrogen fixation; a key to world protein. *Plant and Soil*, The Hague, (special vol.):561-90, 1971.

- 10 — RUSCHEL, A. P. & SAITO, S. M. T. Efeito da inoculação de *Rhizobium*, nitrogênio e matéria orgânica na fixação simbólica de nitrogênio em feijão (*Phaseolus vulgaris* L). *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, 1(1):21-4, jan./abr. 1977.
- 11 — SAFAYA, N. & SINGH, B. Differential susceptibility of two varieties of cowpea *Vigna unguiculata* (L) Walp. to phosphorus induced zinc deficiency. *Plant and Soil*, The Hague, 48:279-90, 1977.
- 12 — SECTEC, O. *Sistema orgânico de agricultura nos EUA: As suas técnicas, vantagens e desvantagens*. s.l., Embaixada do Brasil em Washington, Setor de Ciência e Tecnologia, 1981. 10 p. (Boletim, 1).
- 13 — STAMFORD, N. P.; NEPTUNE, A. M. L.; SILVA, I. P. Efeito do potássio em presença de N-mineral na nodulação, crescimento e absorção de nutrientes por *Vigna unguiculata* (L) Walp. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, 4(2):99-103, maio/ago. 1980.
- 14 — YADAV, O. P. & SHUKLA, U. C. Effect of zinc on nodulation and nitrogen fixation in chickpean (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, 101(3): 559-63, Dec. 1983.

Recebido para publicação em 13 de maio de 1985