

## Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido

Roberto L. Villas Bôas; Júlio Cesar Passos; Dirceu Maximino Fernandes; Leonardo Theodoro Büll; Vicente Rodolfo S. Cezar; Romy Goto

UNESP, FCA, C. Postal 237, 18603-970 Botucatu-SP; E-mail: rlvboas@fca.unesp.br

### RESUMO

Avaliou-se o efeito de três doses de composto orgânico de três composições distintas, aplicados em dois solos [Latosolo Vermelho Escuro, textura arenosa (LE) e Areia Quartzosa (AQ)], na produção e absorção de nutrientes pela planta de alface. Conduziu-se de 02/07 a 27/08/1997 um experimento dentro de túnel plástico, pertencente à UNESP, em Botucatu, em vaso plástico, contendo quatro quilos de solo. Os solos foram corrigidos para atingirem saturação por base de 80% e todos os vasos receberam adubação fosfatada (150 mg de P kg<sup>-1</sup> de solo), potássica (100 mg de K kg<sup>-1</sup> de solo) e micronutrientes. Os compostos foram misturados aos solos nas quantidades de 60; 120 e 240 g de composto por vaso. Os três compostos foram originados a partir de casca de eucalipto, serragem de madeira e palhada de feijão, misturados com esterco de aves. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em três repetições, com vinte tratamentos em esquema fatorial (3 doses x 3 compostos x 2 solos) mais um tratamento testemunha para cada solo (ausência de composto orgânico). O composto de palhada de feijão aumentou a biomassa fresca da parte aérea e a quantidade de N, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe e Zn nas plantas de alface. Para o P e Mn o composto de palhada de feijão diferiu significativamente apenas em relação ao composto de casca de eucalipto. Em todas as características avaliadas no LE houve melhores respostas da cultura em relação ao AQ. Quanto às dosagens utilizadas, as diferenças foram observadas somente nos tratamentos com palhada de feijão, onde as maiores dosagens propiciaram o aumento de biomassa fresca e seca da parte aérea, e nas quantidades de macro e micronutrientes.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L., fertilizante orgânico, nutrição, extração de nutrientes.

### ABSTRACT

#### Effects of dosage and types of organic composts in the production of lettuce in two soils under protected environment

The effects of three doses of organic composts of three different origins, applied to two soil types, were evaluated on production and absorption of nutrients by lettuce. The experiment was conducted under plastic tunnel, at the Faculdade de Ciências Agrônomicas, in Botucatu, Brazil, in plastic vase each with 4 liters of soil. The soils [Oxisol (Dark Red Latosol) (LE), sandy phase, and an Inceptisol (AQ)] were corrected to reach 80% of base saturation and all the vases received 150 mg.kg<sup>-1</sup> of P, 100 mg.kg<sup>-1</sup> of K and micronutrients. The composts were mixed to the soils in amounts of 60; 120 and 240 g vase<sup>-1</sup>. The composts, originated from a mixture of eucalyptus bark, wood sawdust and bean straw, were mixed with chicken manure. The experiment was accomplished following a randomized design, with 18 treatments and 3 replicates (3 doses x 2 soils x 3 composts) plus a control. The bean straw compost increased the fresh weight of the aerial part and the amount of N, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe and Zn in the lettuce plants, but differed for P and Mn only in relation to eucalyptus bark compost. In all the characteristics evaluated in the LE the best results were obtained in relation to AQ. Larger doses of bean straw promoted increase in fresh weight of aerial part, and in the amount of N, K, Ca, Mg, S, Fe and Zn.

**Keywords:** *Lactuca sativa* L., mineral nutrition, organic fertilizer.

(Recebido para publicação em 7 de agosto de 2002 e aceito em 15 de dezembro de 2003)

A partir de espécies silvestres, tornou-se a principal folhosa consumida pelo homem, tendo sido comercializados pela CEAGESP 14.101 toneladas em 1999 (FNP Consultoria e Comércio, 2000). É a hortaliça tradicionalmente cultivada por pequenos produtores, o que lhe confere grande importância econômica e social, sendo significativo fator de agregação do homem do campo. Aliado a isso, a grande necessidade de adubação orgânica da cultura (Nakagawa *et al.*, 1993), faz dessa hortaliça um importante componente no enfoque holístico da agricultura orgânica.

As fontes de adubos orgânicos podem apresentar características bastante distintas, podendo ser agrupados em fertilizante orgânico e fertilizante composto. O fertilizante orgânico é o “fertilizante de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes das plantas” e o fertilizante composto ou simplesmente composto é o “fertilizante obtido por processo bioquímico, natural ou controlado com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal”. As terminologias utilizadas neste texto seguirão essas definições.

A adubação orgânica tem grande importância no cultivo de hortaliças,

principalmente em solos de clima tropical, onde a queima de matéria orgânica se realiza intensamente, e onde seu efeito é bastante conhecido nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Allison, 1973; Senesi, 1989; Swift e Woome, 1993).

A grande maioria dos trabalhos encontrados na literatura diz respeito ao uso de esterco, resíduos líquidos e restos vegetais, reportando seu efeito como melhoradores do solo e fornecedores de nutrientes. Embora parte dessa informação possa ser extrapolada e assumida como válida no que diz respeito ao uso de compostos, estes têm uma dinâmica

no solo bastante diversa dos materiais em estado cru, por ser uma matéria orgânica decomposta e estabilizada (Kiehl, 1985).

As condições fisiológicas inerentes à alface, tais como a eficiência de utilização de nitrogênio sempre menor que 50% (Alexander, 1965) e a absorção de aproximadamente 80% de N total extraído nas últimas quatro semanas do ciclo (Katayama, 1993), explicam o interesse no uso de fertilizantes de solubilização lenta (Pereira *et al.*, 1989). Nesse sentido o adubo orgânico adicionado ao solo tem efeito imediato e ainda residual por meio de um processo mais lento de decomposição e liberação de nutrientes. Além disso, a matéria orgânica melhora as condições químicas, físicas e biológicas do solo, o que reforça o interesse de sua utilização como fonte de nitrogênio para a cultura da alface (Vidigal *et al.*, 1995).

As características do composto orgânico podem ter significado importante na estabilização do húmus ou adubo orgânico formado (Peixoto, 2000). Um composto estabilizado deverá ter a relação C/N igual ou menor que 18. Entretanto, se o composto apresentar relação C/N acima de 30, os microorganismos irão utilizar o nitrogênio do solo competindo com as plantas. Isto ocorre com resíduos ricos em celulose, que necessitam de grande população de microorganismos específicos para a decomposição (Kiehl, 1998).

As recomendações de doses variam com o tipo de composto orgânico aplicado, com o solo, a cultura e as condições ambientais. Em geral, as taxas de aplicação estão entre 10 a 100 t ha<sup>-1</sup>, porém níveis mais elevados não são incomuns. Aumentos lineares no peso de “cabeça” de alface foram obtidos com doses de até 10,8 kg m<sup>-2</sup> de esterco de curral, além de propiciar incrementos nos teores de nitrogênio e fósforo das plantas (Schneider, 1983).

Com relação ao tipo de adubo orgânico, Ricci *et al.* (1994) obtiveram maior produtividade para aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de húmus de minhoca em relação à mesma quantidade do composto orgânico. Koga e Seno (1997) observaram que composto orgânico de casca de eucalipto + esterco de galinha proporcionou maior

produção total e comercial de plantas de alface e pepino em relação ao de bagaço de cana e de casca de amendoim misturada a esterco de galinha. Apesar do uso de adubo orgânico no solo ser uma prática bastante antiga, existe pouca informação sobre os efeitos no rendimento e qualidade da alface quando submetida à aplicação de diferentes compostos orgânicos (Ricci *et al.*, 1994) ou a diferentes tipos de solo.

Considerando que a alface é adubada com quantidades elevadas de fertilizantes, principalmente nitrogenados, desenvolveu-se este trabalho com objetivo de avaliar o efeito de tipos (em relação ao material de origem) e doses de diferentes compostos orgânicos, em dois solos, sobre a nutrição e produção de alface em ambiente protegido.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 02/07 a 27/08/1997 em ambiente protegido com estrutura metálica coberta com polietileno, pertencente à UNESP em Botucatu. Os solos utilizados foram Latossolo Vermelho Escuro textura arenosa (LE) e Areia Quartzosa (AQ). A análise química do (LE) indicou: pH em CaCl<sub>2</sub> = 4,0; M.O. = 23 g dm<sup>-3</sup>; P resina = 2 g dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> = 72 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 2,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 74 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V% = 3. Para o (AQ) as características químicas foram pH, em CaCl<sub>2</sub> = 4,7; M.O. = 8 g dm<sup>-3</sup>; P resina = 3 g dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> = 14 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 7,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 22 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V% = 36.

Os solos foram corrigidos de modo a atingirem a saturação por bases de 80%, segundo recomendação de Raij *et al.* (1997). Como adubação básica todos os tratamentos receberam 150 mg de P kg<sup>-1</sup> de solo (superfósforo triplo), 100 mg de K kg<sup>-1</sup> de solo (cloreto de potássio) e 1 g de FTE-BR-8 por vaso (7% Zn; 2,5% B; 1% Cu; 5% Fe; 10% Mn e 0,1% Mo).

Os materiais utilizados na compostagem foram casca de eucalipto, serragem de madeira e palhada de feijão, sendo cada um misturado ao esterco de galinha. A casca de eucalipto foi

obtida junto à DURATEX S/A; a serragem, mistura de pó e maravalha proveniente de cerne de madeira de lei, obtida junto à madeireira MURBA Ltda.; e a palhada de feijão, resíduo da operação de beneficiamento das plantas com trilhadeira estacionário, foi coletada junto à FCA/UNESP. A proporção das misturas, palhas/esterco, foi tal que se aproximou da relação de 30/1 antes da compostagem, conforme sugerido por Kiehl (1985).

Após a compostagem, as análises químicas dos compostos orgânicos, segundo Lanarv (1988), revelaram (em g kg<sup>-1</sup>): Composto orgânico 1 (mistura de esterco de aves + casca de eucalipto) N (12,8); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (12,2); K<sub>2</sub>O (8,0); M.O. (534,6); C (304,2); Ca<sup>2+</sup> (22,9); Mg<sup>2+</sup> (2,0); S (2,4); pH em CaCl<sub>2</sub> (8,1) e relação C/N (23/1). Composto orgânico 2 (mistura de esterco de aves + serragem de madeira) N (9,4); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (16,5); K<sub>2</sub>O (1,5); M.O. (429,3); C (239,3); Ca<sup>2+</sup> (26,2); Mg<sup>2+</sup> (1,9); S (1,7); pH em CaCl<sub>2</sub> (7,1) e relação C/N (26/1). Composto orgânico 3 (mistura de esterco de aves + palhada de feijão) N (21,5); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (9,2); K<sub>2</sub>O (5,8); M.O. (395,6); C (219,8); Ca<sup>2+</sup> (8,1); Mg<sup>2+</sup> (4,3); S (3,4); pH em CaCl<sub>2</sub> (7,0) e relação C/N (10/1).

Os compostos foram secos em estufa (60°C), passados em peneira de malha 4 mm e misturados aos solos em quantidades equivalentes a 1,5; 3,0 e 6,0%, com base em massa, o que correspondeu às quantidades de 60, 120 e 240 gramas de cada composto seco, por vaso de quatro quilos de capacidade.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em três repetições, com vinte tratamentos em esquema fatorial (3 doses x 3 compostos x 2 solos) mais uma testemunha para cada solo (ausência de composto orgânico), totalizando 60 vasos.

Utilizou-se a cultivar Elisa, cujas mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido, utilizando-se substrato comercial. Durante o ciclo da cultura foram avaliados o número de folhas (usou-se como referência o tamanho, sendo contadas somente folhas maiores que 4 cm) e a medida indireta de clorofila (com medidor portátil de clorofila da marca SPAD-502, apresentando os resultados em unidades

**Tabela 1.** Características avaliadas em plantas de alface cultivar Elisa na colheita, aos 56 dias após o transplante das mudas. Botucatu, UNESP, 1997.

Tipo de composto orgânico	Doses (g vaso <sup>-1</sup> )	Biomassa fresca (g planta <sup>-1</sup> )	Biomassa fresca <sup>1</sup> (g planta <sup>-1</sup> )	Biomassa seca (g planta <sup>-1</sup> )	No de folhas	Unidades SPAD clorofila <sup>2</sup>
<b>Tipo de composto x doses</b>						
Casca de eucalipto	60	97,7 a	83,5 a	9,1 a	30 a	20,7 a
	120	93,8 a	80,1 a	8,0 a	31 a	19,6 a
	240	88,5 a	74,3 a	7,5 a	30 a	19,1 a
Média		93,3 B	79,3 B	8,2 B	30 B	19,8 B
Serragem de madeira	60	99,2 a	85,0 a	9,4 a	30 a	20,8 a
	120	97,8 a	84,4 a	9,0 a	30 a	19,0 a
	240	95,6 a	82,2 a	8,9 a	29 a	21,7 a
Média		97,5 B	83,9 B	9,1 AB	30 B	20,5 AB
Palhada de feijão	60	110,6 b	94,7 b	9,0 b	31 b	20,4 a
	120	132,1 b	113,2 b	9,4 b	33 b	21,5 a
	240	193,9 a	168,1 a	13,4 a	37 a	23,0 a
Média		145,5 A	125,3 A	10,6 A	33 A	21,6 A
<b>Solo</b>						
LE		140,2 a	120,8 a	10,6 a	35 a	21,9 a
AQ		84,1 b	71,5 b	8,0 b	28 b	19,6 b
<b>Testemunha</b>						
LE		118,4	100,5	9,4	32	23,2
AQ		74,6	63,6	8,4	27	18,7
Média		96,5	82,1	8,9	29	20,9
CV (%)		25	25	21	12	8

<sup>1</sup> Biomassa fresca após 24 horas conservada em laboratório a T ambiente (média de 15°C). <sup>2</sup> Unidades dadas pelo aparelho marca Minolta, modelo SPAD 502.

Letras minúsculas comparam médias das doses dentro de cada composto e médias de solos. Letras maiúsculas comparam médias entre os compostos. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

SPAD.), semanalmente e, ao final do ciclo das plantas, antes da colheita, foram realizadas determinações do número de folhas e do teor de clorofila.

As plantas foram colhidas 56 dias após o transplante, determinada a biomassa fresca e em seguida, colocadas em laboratório à temperatura ambiente (média de 15°C), sobre uma bancada, onde permaneceram por 24 horas. A seguir foi determinada novamente a biomassa, sendo as plantas posteriormente colocadas a secar em estufa de circulação de ar forçada a 65°C, até massa constante. O material foi moído e analisado quimicamente quanto aos teores de macro e micronutrientes, seguindo metodologia citada por Malavolta *et al.* (1997).

As análises estatísticas foram executadas por meio de programa de com-

putador Estat, conforme método descrito por Banzato e Kronka (1989).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para biomassa fresca (Tabela 1) houve efeito distinto em função do tipo de composto. Para os compostos obtidos a partir de casca de eucalipto e de serragem de madeira, não houve diferenças entre as dosagens e as plantas mantiveram massas semelhantes às obtidas na testemunha. No entanto, para o composto com palhada de feijão, a dose mais elevada promoveu resultado estatisticamente superior, duplicando a biomassa fresca da alface em relação à testemunha. Pode-se considerar portanto que não ocorreu resposta para doses de compostos orgânicos provenientes de casca

de eucalipto e serragem de madeira, porém para palhada de feijão a alface respondeu de forma crescente até 240 g do composto por vaso. A biomassa fresca obtida no tratamento com 240 g vaso<sup>-1</sup> de composto proveniente de palhada de feijão foi de 194 g/planta, quando considerada a média dos dois solos, porém chegou a 241 gramas no LE. Por essa e outras diferenças observadas, a biomassa fresca da planta de alface foi estatisticamente superior no LE em relação ao AQ. Vidigal *et al.* (1997), avaliando o efeito de diferentes compostos orgânicos, atribuíram as menores produtividades de alface, cv. Carolina, a compostos orgânicos que não haviam mineralizado o suficiente para nutrir as plantas, como por exemplo o bagaço de cana-de-açúcar, quando comparado à palha de café. Juang e Chang (1992)

**Tabela 2.** Quantidade de macronutrientes em plantas de alface cultivar Elisa na colheita, aos 56 dias após transplante. Botucatu, UNESP, 1997.

Tipo de composto orgânico	Doses em (g vaso <sup>-1</sup> )	Quantidade (mg planta <sup>-1</sup> )					
		N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Tipo de composto x doses</b>							
Casca de eucalipto	60	156 aA	23 a	376 aA	79 aA	29 aA	9 aA
	120	143 aB	22 a	363 aB	74 aA	25 aB	8 aB
	240	133 aB	24 a	347 aB	57 aB	22 aB	8 aB
Média		144 B	23 B	362 B	70 B	25 B	8 B
Serragem de madeira	60	151 aA	25 a	359 aA	72 aA	29 aA	8 aA
	120	143 aB	27 a	370 aB	74 aA	26 aB	8 aB
	240	152 aB	29 a	400 aB	68 aB	27 aA	8 aB
Média		149 B	27 AB	376 B	72 B	27 B	8 B
Palhada de feijão	60	182 bA	26 b	419 bA	80 bA	32 bA	11 bA
	120	208 bA	30 b	556 bA	85 bA	37 bA	14 bA
	240	361 aA	41 a	931 aA	114 aA	54 aA	24 aA
Média		250 A	32 A	636 A	93 A	41 A	17 A
<b>Solo</b>							
LE		242 a	29 a	574 a	91 a	40 a	14 a
AQ		121 b	26 a	341 b	65 a	22 b	7 b
<b>Testemunha</b>							
LE		195	20	354	78	38	11
AQ		112	23	267	55	23	6
Média		153	21	310	66	30	8
CV (%)		24	29	25	21	26	27

Letras minúsculas comparam médias das doses dentro de cada composto e médias de solos. Letras maiúsculas comparam médias entre os compostos para uma mesma dose. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

obtiveram resultados semelhantes para cultura de arroz e milho. No entanto, Nakagawa *et al.* (1992) cultivando alface Brasil-48, concluíram que a utilização de 150 g de composto orgânico de diferentes resíduos agrícolas não produziu diferença significativa para biomassa fresca de folhas e caules.

Para biomassa fresca, determinada um dia após a colheita, observou-se resultados semelhantes aos discutidos anteriormente, sendo que a perda de água das plantas foi em média de 14,5% para os três tipos de compostos, sugerindo que os tratamentos não influenciaram a desidratação das plantas, um dia após a colheita.

Para a biomassa seca foram observadas diferenças significativas entre as doses apenas para o composto de palhada de feijão. Este apresentou resultados superiores ao de casca de

eucalipto. Houve também diferença significativa entre os solos, sendo os valores médios de biomassa seca da planta de alface de 10,6 e 8,0 g, respectivamente para o LE e AQ. Nota-se que tanto o composto de casca de eucalipto quanto o de serragem não influenciaram a biomassa seca de alface e, os resultados obtidos foram semelhantes ao encontrado na testemunha (8,9 g por planta), sugerindo que esses dois compostos não disponibilizaram nutrientes para o desenvolvimento da parte aérea da planta.

O número de folhas determinado semanalmente, somente apresentou diferença entre tratamentos nas avaliações realizadas aos 49 e 56 dias após o transplante (dat). Na Tabela 1 são apresentados somente os resultados obtidos na colheita (56 dat), pois aos 49 dat, as médias dos tratamentos apresentaram as mesmas diferenças ocorridas aos 56 dat.

O número de folhas da alface variou com as doses apenas no emprego do composto de palhada de feijão, sendo encontrado maior número de folhas com a aplicação de 240 g vaso<sup>-1</sup> e, entre os solos, no LE. As diferenças observadas aos 56 dat coincidem com o período de máxima demanda de nutrientes pela planta de alface (Garcia *et al.* 1982), que ocorre nas últimas semanas do ciclo. Esse aspecto reforça a idéia de que o composto obtido de palhada de feijão disponibilizou mais nutrientes, o que não ocorreu para os demais compostos.

A medida indireta da clorofila (unidade SPAD), determinada através do clorofilômetro nas folhas de alface, mostrou diferença significativa entre os tipos de compostos orgânicos, sendo que o de casca de eucalipto proporcionou menor valor em relação à palhada de feijão e, ambos, não diferiram da serra-

**Tabela 3.** Quantidade de micronutrientes em plantas de alface cultivar Elisa na colheita, aos 56 dias após o transplante. Botucatu, UNESP, 1997.

Tipos de compostos orgânicos	Doses (g vaso <sup>-1</sup> )	Quantidade em mg planta <sup>-1</sup>				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>Tipo de composto x doses</b>						
Casca de Eucalipto	60	348 aA	50 aA	4688 aA	981 aA	297 aA
	120	348 aA	48 aA	4044 aA	731 aA	120 a
	240	350 aA	45 aB	3865 aB	520 aA	344 aB
Média		349 B	48 B	4199 B	800 B	316 B
Serragem de madeira	60	323 aA	45 aA	4316 aA	1111 aA	276 aA
	120	362 aA	52 aA	4365 aA	988 aA	289 aA
	240	364 aA	57 aB	5352 aA	1189 aA	346 aB
Média		350 B	51 B	4677 B	1097 AB	304 B
Palhada de Feijão	60	432 bA	51 bA	4533 bA	1283 bA	300 bA
	120	491 bA	59 bA	5605 bA	1548 bA	353 bA
	240	632 aA	96 aA	9252 aA	1954 aA	596 aA
Média		519 A	68 B	6463 A	1596 A	416 A
<b>Solo</b>						
LE		464 a	68 a	6254 a	1800 a	453 a
AQ		349 b	44 a	3973 b	529 b	238 b
<b>Testemunha</b>						
LE		310	41	5094	1390	205
AQ		191	40	5223	970	240
Média		250	40	5158	1180	222
CV (%)		21	25	32	80	31

Letras minúsculas comparam médias das doses dentro de cada composto e médias de solos. Letras maiúsculas comparam médias entre os compostos para uma mesma dose. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

gem de madeira (Tabela 1). As plantas desenvolvidas com composto de palhada de feijão apresentaram coloração verde mais intensa, o que reflete melhor o estado nutricional, principalmente, quanto ao nitrogênio.

O uso de palhada de feijão na maior dose, aos 35 dat (resultados não apresentados) revelou o valor de 33 unidades SPAD, e aos 56 dat revelou 23 unidades SPAD. Portanto houve decréscimo dos teores de clorofila na planta, o que significa que o composto de palhada de feijão não conseguiu manter o mesmo conteúdo nutricional ao longo do ciclo.

As quantidades de macronutrientes na planta de alface em função dos tratamentos, revelaram diferença significativa entre os tipos de compostos orgânicos, sendo que valores estatisticamente superiores foram obtidos com aplicação

do composto de palhada de feijão para todos os macronutrientes, exceto o fósforo. Para esse mesmo composto, notou-se também que a quantidade de nutrientes na planta foi diretamente proporcional à dose aplicada.

Houve interação significativa para doses x tipo de composto, sendo que esta ocorreu a partir da dose de 120 g vaso<sup>-1</sup>. Na testemunha, a quantidade de N planta<sup>-1</sup> foi de 153 mg (média dos dois solos), valor semelhante ao obtido para doses de 60 gramas dos compostos de casca de eucalipto e serragem, sugerindo que estes compostos não contribuíram para o fornecimento de nitrogênio e também não diminuíram a quantidade de N disponível para as plantas, isto é, não houve imobilização de nitrogênio, provavelmente, devido à menor relação C/N do composto obtido com palhada de feijão.

Na comparação dos tipos de composto x solos, as plantas apresentaram valores de 242 e 121 mg de N planta<sup>-1</sup> para LE e AQ, respectivamente. No solo AQ esse resultado pode ser relacionado ao baixo conteúdo natural de nutrientes, bem como à menor capacidade de retenção de água.

Para o fósforo, o tratamento com palhada de feijão foi significativamente superior ao de casca de eucalipto e semelhante ao de serragem. Diferentemente do ocorrido para N, não foi observada interação significativa para os tratamentos avaliados, ou seja, foram observadas diferenças significativas na quantidade de P na planta apenas entre os compostos mas não entre os solos.

A quantidade de K na planta variou significativamente em função dos tipos de compostos orgânicos, sendo maior no tratamento com palha de feijão. Houve

interação significativa entre composto x doses e também entre solo x doses. Nesse último caso, nota-se que para AQ as quantidades de K foram significativamente menores apesar de ambos os solos apresentarem inicialmente teores semelhantes de K. Provavelmente, a menor retenção de água no solo AQ (maior macroporosidade), disponibilizou também menor quantidade de água para a planta e, conseqüentemente, menor desenvolvimento e por ser o potássio absorvido por difusão e fluxo de massa (Malavolta *et al.* 1997), também menor extração desse nutriente pela planta.

Para Ca, Mg e S ocorreram diferenças estatísticas entre os compostos orgânicos utilizados, sendo obtido aumento na quantidade destes nutrientes na planta, com o uso de palhada de feijão. Este aumento foi diretamente proporcional ao incremento na dose do composto. Houve também interação significativa entre as dosagens e os compostos.

Quanto aos micronutrientes, ocorreram diferenças estatísticas entre os compostos, sendo que o de palhada de feijão apresentou sempre valores mais elevados (Tabela 3), ocorrendo incrementos significativos com o aumento da dosagem aplicada. Interações entre doses e tipos de compostos ocorreram para a quantidade de Fe, Cu e Zn na planta.

Algumas hipóteses podem ser consideradas para explicar os resultados obtidos. As relações C/N entre os compostos são diferentes principalmente se considerarmos casca de eucalipto e serragem de madeira em relação à palhada de feijão. Para esse último composto, com menor relação C/N (10/1), a liberação de nutrientes é mais rápida para as plantas de alface em relação aos outros dois compostos. Esta inferência pode ser reforçada pelo fato que alguns compostos apresentam estruturas de difícil decomposição pela população microbiana do solo, como a celulose e lignina presentes nos compostos de casca de eucalipto e serragem de madeira. Além disso, Inoko (1982) cita que na decomposição de materiais provenientes de madeira, são liberados para o meio resinas, terpenóides e substâncias fenólicas, dentre outros compostos, que podem causar injúrias nas plantas. Ou-

tra característica intrínseca do composto que poderia estar influenciando nos resultados é a concentração de nutrientes. Nota-se que a relação  $[Ca + Mg]/K$  é bastante elevada para o composto de serragem de madeira em relação aos outros dois compostos, o mesmo ocorrendo para relação K/Mg para o composto de casca de eucalipto.

O tipo de composto orgânico pode ter influenciado a retenção de umidade do solo, uma vez que esse efeito é tanto maior quanto mais decomposto está o material (Mays *et al.*, 1973; Hornick, 1988; Tester, 1990). Considerando que o composto de palha de feijão apresentou relação C/N mais baixa, possivelmente tenha favorecido a retenção de água em relação aos outros tratamentos.

O composto de palhada de feijão promoveu incremento na biomassa fresca, seca e nas quantidades de macro e micronutrientes extraído pelas plantas de alface, bem como respondeu até a quantidade de 240 g vaso<sup>-1</sup>, podendo inferir que este composto apresenta-se como melhor fornecedor de nutrientes, o que não foi observado para o composto de casca de eucalipto e serragem de madeira, durante o ciclo da alface (56 dias). Os tratamentos tiveram maior efeito no Latossolo Vermelho Escuro que na Areia Quartzosa.

## LITERATURA CITADA

ALEXANDER, M. *Nitrification*. In: BARTHOLOMEN, W.V.; CLARK, F.E.; eds. Soil Nitrogen. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.307-343.

ALLISON, F.E. *Soil organic matter and its role in crop production*. London: Elsevier Scientific Publishing Co., 1973. 637 p.

BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: Funep, 1989. 247 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Divisão de Corretivos e Fertilizantes. *Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura*. Legislação. Portaria nº 84/82. Portaria nº 01/83. Brasília, 1983. 88 p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. *Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira*. São Paulo: FNP, 2000. 140 p.

GARCIA, L.L.C.; HAAG, H.P.; MINAMI, K.; DECHEN, A.R. Nutrição mineral de hortaliças. XLIX. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélio. *Anais da ESALQ*, Piracicaba, v.39, p.455-484, 1982.

HORNICK, S. Use of organic amendments to increase the productivity of sand and gravel spoils: effect on yield and composition of sweet corn. *American Journal of Alternative Agriculture*, v.3, n.4, p.156-162, 1988.

INOKO, A. The composting of organic materials and associated maturity problems. *Food & fertilizer technology center*. ASPAC, Japan. (Technical Bulletin nº 71). 1982.

JUAN, T.C.; CHANG, Y.S. Effects of application of compost and manure on crop growth. Nitrogen mineralization and nitrogen uptake under rice-corn rotation. *Soil and Fertilizers in Taiwan*. n.1992, p.18-39, 1992.

KATAYAMA, M. *Nutrição e Adubação de alface, chicória e almeirão*. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. eds. Nutrição e Adubação de Hortaliças. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.141-148.

KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, E.J. *Manual de compostagem - maturação e qualidade do composto*. Piracicaba, 1998. 171 p.

KOGA, P.S.; SENO, S. Efeitos de diferentes materiais orgânicos em cultivos consecutivos de alface e pepino, sob condições de ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 37, 1997, Manaus. *Resumos... Manaus: Horticultura Brasileira*, Brasília, v.15, 1997. s/p.

LANARV Laboratório Nacional de Referência Vegetal. *Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes - métodos oficiais*. Brasília, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária - Ministério de Agricultura, 1988. 104 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MAYS, D.A.; TERMAN, G.L.; DUGGAN, J.C. Municipal compost: effects on crop yield and soil properties. *Journal of environmental quality*, v.2, n.1, p.89-92, 1973.

NAKAGAWA, J.; BÜLL, L.T.; PROCHNOW, L.I.; VILLAS BOAS, R.L. Efeitos de compostos orgânicos na cultura do alface (*Lactuca sativa* L.). Série I. *Científica*, São Paulo, v.20, n.1, p.173-180, 1992.

NAKAGAWA, J.; KAMITSUJI, M.K.; PIERI, J.C.; VILLAS BÓAS, R.L. Efeitos do bagaço, decomposto por ação de biofertilizante, na cultura do alface. *Científica*, São Paulo, v.21, n.1, p.169-177, 1993.

PEIXOTO, R.T.G. Composto orgânico: aplicações, benefícios e restrições de uso. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18 suplemento, p.56-64. 2000.

PEREIRA, N.N.C.; FERNANDES, M.S.; ALMEIDA, D.L. Adubação nitrogenada na cultura do alface, fontes de nitrogênio e inibidor de nitrificação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.24, n.6. p.647-654, 1989.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, A.J.; FURLANI, A.M.C. *Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico nº 100)

RICCI, M.S.F.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A.; RUIZ, H.A. Teores de nutrientes em duas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) adubadas com composto orgânico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, 1994, Petrolina, *Resumos... Petrolina: EMBRAPA-CPATSA/SBCS*, p.326-327, 1994.

SCHNEIDER, L. *Rendimento e qualidade de alface em função de adubação nitrogenada orgânica e mineral*. Porto Alegre: UFRGS, 1983. 69 p. (Tese mestrado)

SENESI, N. Composted materials as organic fertilizers. *The science of the total environment*, 81/82, 1989. p.521-542.

SWIFT, M.J.; WOOPER, P. *Organic matter and the sustainability of agricultural systems: definitions and measurement*. In: MULUNGOY, K.; MERCKX, R. (Eds.). *Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture*. Leuven: Wiley-Sayce co. 1993. p.3-18.

TESTER, C.F. Organic amendment effects on physical and chemical properties of a sand soil. *Soil Science Society of America Journal*, v.54, p.827-831, 1990.

VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; GARCIA, N.C.P. MATOS, A.T. Compostos orgânicos contendo dejetos de suíno como fonte de N: Efeito residual da adubação orgânica no estado nutricional de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa. *Resumos Expandidos...* Viçosa: UFV, 1995, v.2, p.672-674.

VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; GARCIA, N.C.P.; MATOS, A.T. Produção de alface cultivada com diferentes compostos orgânicos e dejetos suínos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.15, n.1. p.35-39. 1997.