



## Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos

José U. Peixoto Filho<sup>1</sup>, Maria B. G. dos S. Freire<sup>2</sup>, Fernando J. Freire<sup>2</sup>,  
Márcio F. A. Miranda<sup>4</sup>, Luiz G. M. Pessoa<sup>4</sup> & Karina M. Kamimura<sup>4</sup>

### RESUMO

Com o objetivo de avaliar o uso de três tipos de esterco animal: de frango, de bovino e de ovino na produção de alface, um experimento de campo foi conduzido em um Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia campus Crato, CE. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com arranjo fatorial [(3x5) + 2], ou seja, três estercos e cinco doses, com dois tratamentos adicionais, só fertilizante mineral e o controle (sem fertilização), com quatro repetições. Foram avaliadas as variáveis: matéria fresca e matéria seca por planta, produtividade e número de folhas por planta. O esterco de frango proporcionou maiores produtividades de alface no primeiro cultivo; contudo, a partir do segundo cultivo foi superado pelos estercos bovino e ovino. As maiores doses dos estercos proporcionaram boas produtividades até o terceiro cultivo sendo necessária nova aplicação dos mesmos para a manutenção de bons resultados. O fertilizante mineral promoveu boas produtividades até o segundo cultivo tornando-se conveniente nova aplicação a partir do terceiro cultivo.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa*, doses de N, resíduos orgânicos

## Lettuce productivity with doses of poultry, cattle and sheep manure in successive crops

### ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the use of three types of animal manure: poultry, cattle and sheep manure on lettuce production in a field experiment in an Oxisol, at the Federal Agro Technical School, in Crato, Ceará State, Brazil. The experimental design used was randomized blocks with factorial arrangement [(3 x 5) + 2], with three manures, five doses, and two additional treatments, the first one with chemical fertilizer and the second one the control (without fertilizer), with four replications. The following variables were evaluated: fresh and dry matter of plant, yield ha<sup>-1</sup> and number of leaves plant<sup>-1</sup>. The poultry manure provided higher yields of lettuce in the first crop, however, after the second crop it was surpassed by the cattle and sheep manures. The largest doses of the manure provided high yields until the third crop, being necessary new application for the maintenance of good results. The chemical fertilizer promoted high yields only until the second crop, being necessary a new application for the third crop.

**Key words:** *Lactuca sativa*, N doses, organic waste

<sup>1</sup> IFCE, Campus Crato, Rodovia CE 292, km 15, Gisélia Pinheiro, CEP 63115-500, Crato, CE. Fone: (88) 3586-8100. E-mail: joseulissespeixoto@ig.com.br

<sup>2</sup> Departamento de Agronomia da UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, Campus Universitário, Dois Irmãos, Recife, PE. Fone: (81) 3320-6241. E-mail: betania@depa.ufrpe.br, f.freire@depa.ufrpe.br

<sup>3</sup> Doutor em Ciência do Solo. E-mail: marciofam@gmail.com

<sup>4</sup> Bolsista PNPd/CAPES, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRPE. E-mail: pessoa.lgm@gmail.com, karinamarie.kamimura@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A produção nacional da alface no Brasil corresponde a 525.602 toneladas; a região nordeste é responsável pela produção de 55.841 t, ou seja, aproximadamente 11% do total cultivado no Brasil. Como parte desta região, o Estado do Ceará é o maior produtor detendo uma produção de 19.181 t (IBGE, 2006). A produção de hortaliças no município do Crato, região Sul do Ceará, tem crescido em função do melhor preço estabelecido pelos produtos obtidos com adubação orgânica.

O aumento do custo dos fertilizantes minerais e a crescente poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de C e nutrientes (Silva et al., 2010). Isto gera aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica dessa utilização (Melo et al., 2008).

O manejo eficiente de esterco para a adubação de cultivos agrícolas requer o conhecimento da dinâmica de mineralização de nutrientes visando otimizar a sincronização da disponibilidade de nutrientes no solo com a demanda pelas culturas evitando a imobilização ou a rápida mineralização de nutrientes durante os períodos de alta ou de baixa demanda, respectivamente (Figueiredo et al., 2012). A composição química dos esterco é variável sendo influenciada por vários fatores, como a espécie animal, a raça, a idade, a alimentação, o material utilizado como cama, do índice de aproveitamento de nutrientes da ração pelos animais, dos produtos veterinários fornecidos aos animais, além de outros (Tedesco et al., 2008).

Nos materiais originários de granjas com confinamento e grande oferta de ração aos animais há uma tendência de se produzir esterco mais ricos em nutrientes. Por outro lado, esterco oriundos de produções animais em pasto apresentam mais fibras e são menos ricos em nutrientes. Em relação aos animais adultos, os jovens aproveitam melhor o alimento fornecido e isto implica em esterco com menor reserva de nutrientes (Tedesco et al., 2008).

Segundo Silva et al. (2011), a adubação orgânica não só incrementa a produtividade mas também produz plantas com características qualitativas melhores que as cultivadas exclusivamente com adubos minerais podendo, portanto, exercer influência sobre a qualidade nutricional da alface.

Em trabalhos realizados com essa hortaliça foram observados aumentos na produção e nos teores de nutrientes nas plantas, após a aplicação de adubos orgânicos (Fontanetti et al., 2006).

A produtividade de plantas de alface nas doses crescentes de adubo apresentou comportamento diferente em cada fonte de matéria orgânica (Porto et al., 1999), sendo o máximo de rendimento de alface obtido com o esterco bovino na dose 63,4 t ha<sup>-1</sup> enquanto com cama de frango a produtividade foi sempre crescente atingindo o máximo com 80 t ha<sup>-1</sup>.

Diante disto verifica-se que são escassos os trabalhos desenvolvidos no Brasil que avaliam o efeito residual da adubação com fertilizantes orgânicos sobre a produção de alface (Souza et al., 2005). O conhecimento de fatores relacionados à composição dos materiais orgânicos utilizados implica na economia de adubos e obtenção de hortaliças de melhor qualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção da

alface em cultivos sucessivos em campo com o uso de esterco de frango, de bovino e de ovino em um Latossolo do município do Crato, Ceará.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia campus Crato, CE, em Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, textura franco arenosa/média (EMBRAPA, 2006), em área cultivada anteriormente com milho sem correção nem fertilização. Realizou-se a análise do solo antes do primeiro cultivo e se observou: pH (em água) = 6,5; P = 39 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,31 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 2,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T = 4,85 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V = 62%.

O delineamento experimental utilizado foi o bloco casualizados, com arranjo fatorial [(3 x 5) + 2], com quatro repetições, sendo três esterco e cinco doses de N fornecido pelos esterco, com dois tratamentos adicionais, só com fertilizante mineral e uma testemunha (sem aplicação de fertilizante orgânico ou mineral). Os esterco avaliados foram esterco de frango sem cama, esterco bovino e esterco ovino, obtidos no próprio Instituto Federal, com as seguintes características: esterco de frango - C orgânico total = 7,99 dag kg<sup>-1</sup>, N total = 1,4 dag kg<sup>-1</sup>, C/N = 5,71, P total = 3,23 g kg<sup>-1</sup> e K total = 8,96 g kg<sup>-1</sup>; esterco bovino - C orgânico total = 13,59 dag kg<sup>-1</sup>, N total = 1,5 dag kg<sup>-1</sup>, C/N = 9,06, P total = 1,87 g kg<sup>-1</sup> e K total = 12,88 g kg<sup>-1</sup>; esterco ovino - C orgânico total = 12,55 dag kg<sup>-1</sup>, N total = 1,4 dag kg<sup>-1</sup>, C/N = 8,96, P total = 1,15 g kg<sup>-1</sup> e K total = 14,7 g kg<sup>-1</sup>.

As doses de cada esterco foram calculadas para corresponder a 0,25; 0,50; 1,00; 1,50 e 2,00 vezes a dose de kg ha<sup>-1</sup> de N; esta quantidade de N foi utilizada como referência e obtida pelo percentual de N em 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, comumente utilizado na região de Crato, CE (Porto et al., 1999); desta forma, todos os adubos orgânicos forneceram as mesmas quantidades de N (0, 225, 450, 900, 1.350 e 1.800 kg ha<sup>-1</sup> de N) e o mineral forneceu 900 kg ha<sup>-1</sup> de N como ureia).

De acordo com a CEFS/PE (1998) foram aplicados, somente no tratamento de fertilizante mineral, 60 kg ha<sup>-1</sup> de (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) como superfosfato simples e 60 kg ha<sup>-1</sup> de (K<sub>2</sub>O) como cloreto de potássio. Os adubos orgânicos foram aplicados dez dias antes do transplantio. Parte do nitrogênio (40%) foi colocada em pré-plantio, juntamente com todo o fósforo e o potássio, e o restante do nitrogênio foi colocado 15 dias após o transplantio. Os adubos orgânicos e minerais foram aplicados apenas no primeiro cultivo sendo a fonte de nutrientes para as plantas nos ciclos subsequentes.

O experimento foi conduzido em campo e a semeadura realizada em 14 de abril de 2005, época de temperaturas médias mensais de 25,5 °C e precipitações de 60 mm. As sementes da cultivar Crespa Cacheada, pertencente ao grupo das folhas soltas crespas, foram semeadas em bandejas de isopor com 128 células usando-se o substrato comercial Plantmax. As mudas foram transplantadas quando apresentaram quatro a seis folhas definitivas, aos 30 dias após a semeadura.

O experimento foi conduzido em dezessete parcelas de 1,875 m<sup>2</sup> de área total, tendo 1,00 m x 0,75 m na área útil e

doze plantas distribuídas no espaçamento de 0,25 x 0,25 m. As irrigações foram realizadas com sistema de irrigação por microaspersão com emissores distanciados 3,5 x 3,5 m com vazão de 79 L h<sup>-1</sup>. A colheita do primeiro cultivo foi feita aos 30 dias do transplantio. Após a colheita do primeiro cultivo foi feito o transplantio do segundo e, aos 30 dias, a colheita. Da mesma maneira foram conduzidos os terceiro, quarto e quinto cultivos, alocando-se os tratamentos dos cultivos subsequentes na mesma unidade experimental do primeiro sem qualquer aplicação de fertilizante orgânico ou mineral.

Na colheita de cada cultivo avaliou-se a massa fresca de todas as plantas de cada parcela. Em uma subamostra determinou-se a umidade e se estimou a matéria seca das plantas por parcela. Avaliaram-se a produtividade e o número de folhas por planta. Os resultados obtidos foram separados por ciclo de cultivo, submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Adicionalmente, foram ajustadas equações de regressão para as variáveis avaliadas em função das doses dos três tipos de esterco utilizados com o software SAEG.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro cultivo da alface o acréscimo de esterco ou fertilizante mineral promoveu aumento em todas as variáveis analisadas em relação à testemunha. O tratamento que promoveu melhores resultados em termos de produção de matéria fresca e matéria seca de plantas, produtividade e número de folhas, foi o do esterco de frango, semelhante aos obtidos com o fertilizante mineral e seguido dos esterco bovino e ovino. Quanto ao número de folhas por planta o esterco de frango, de bovino e de ovino, não diferiu do fertilizante mineral no primeiro cultivo (Tabela 1).

Em todas as variáveis a testemunha foi o tratamento que apresentou valores inferiores por não ter recebido nutrientes via fertilização, com 48,0 g planta<sup>-1</sup> de matéria fresca, 2,67 g planta<sup>-1</sup> de matéria seca, 10.900 kg ha<sup>-1</sup> de produtividade e 9,75 folhas planta<sup>-1</sup>. A melhor produtividade em kg ha<sup>-1</sup> foi obtida com o esterco de frango seguida do fertilizante mineral (Tabela 1). Esses resultados foram maiores que os encontrados por Porto et al. (1999) com esterco bovino e cama de aviário, trabalhando com diferentes fontes e doses de matéria orgânica na produção de alface.

Segundo Oliveira et al. (2010) as hortaliças folhosas respondem muito bem à adubação orgânica e a utilização de adubos minerais promove uma redução na atividade biológica do solo podendo afetar o desempenho produtivo das culturas.

Em geral ocorreu, no segundo cultivo de alface, um incremento de produção em relação ao primeiro cultivo para as variáveis avaliadas, com maior intensidade para os esterco bovino e ovino (Tabela 1).

No terceiro cultivo observou-se que o número de folhas diminuiu em relação ao segundo para os três tipos de esterco, especialmente para o tratamento com fertilizante mineral (9,25 folhas planta<sup>-1</sup> no terceiro), sendo um fator negativo para a comercialização do produto (Tabela 1).

Verificou-se, também, que nos quarto e quinto cultivos os resultados das variáveis avaliadas foram bem inferiores aos

**Tabela 1.** Produção de matéria fresca e matéria seca, produtividade e número de folhas em plantas de alface sob diferentes fontes de N em cinco ciclos consecutivos

Tratamento	Matéria (g planta <sup>-1</sup> )		Prod. (kg ha <sup>-1</sup> )	Nº de folhas (folhas planta <sup>-1</sup> )
	Fresca	Seca		
Primeiro ciclo				
Testemunha	48,00 c	2,67 b	10.900,00 c	9,75 b
Fert. mineral	112,72 ab	4,78 ab	21.636,70 ab	12,75 ab
Esterco frango	141,50 a	5,46 a	26.720,00 a	15,00 a
Esterco bovino	102,50 b	4,79 ab	19.533,30 b	13,75 a
Esterco ovino	100,00 b	5,25 a	19.000,00 b	14,50 a
CV (%)	13,94	22,75	15,55	10,64
Segundo ciclo				
Testemunha	42,50 c	1,86 b	8.730,00 d	9,50 c
Fert. mineral	131,00 b	5,41 a	21.916,70 c	12,25 bc
Esterco frango	187,25 ab	5,80 a	26.643,30 b	16,25 ab
Esterco bovino	187,50 ab	5,93 a	27.953,30 b	15,75 ab
Esterco ovino	223,50 a	6,69 a	35.800,00 a	19,00 a
CV (%)	22,16	22,47	8,61	13,20
Terceiro ciclo				
Testemunha	37,25 c	1,76 b	8.716,70 b	9,25 b
Fert. mineral	50,25 c	2,07 b	10.133,30 b	9,25 b
Esterco frango	110,00 b	3,85 ab	17.616,70 a	12,25 a
Esterco bovino	124,00 ab	4,05 ab	19.150,00 a	13,00 a
Esterco ovino	165,25 a	5,19 a	23.133,30 a	13,25 a
CV (%)	20,63	30,32	15,80	9,41
Quarto ciclo				
Testemunha	22,25 c	1,05 b	5.750,00 b	7,25 c
Fertilizante mineral	26,75 c	1,19 b	7.003,30 ab	8,00 bc
Esterco frango	54,00 b	2,48 a	10.333,30 a	9,50 ab
Esterco bovino	77,25 a	3,22 a	10.666,70 a	10,00 ab
Esterco ovino	70,75 ab	3,07 a	10.666,70 a	10,50 a
CV (%)	20,63	21,49	22,31	9,99
Quinto ciclo				
Testemunha	22,00 b	1,00 a	5.000,00 c	7,25 b
Fertilizante mineral	23,00 ab	1,06 a	5.666,70 bc	7,50 b
Esterco frango	33,25 ab	1,49 a	8.333,30 abc	9,25 a
Esterco bovino	41,00 ab	1,69 a	9.083,30 ab	9,25 a
Esterco ovino	46,50 a	2,10 a	10.000,00 a	9,25 a
CV (%)	32,50	33,36	22,33	5,48

Letras seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 0,05 de probabilidade dentro de cada ciclo de cultivo

observados nos três primeiros cultivos, com semelhanças entre os esterco aplicados, quase sem distinção entre os resultados em consequência, possivelmente, do esgotamento da capacidade de fornecimento de nutrientes pelas fontes aplicadas e pelo solo.

Portanto é possível, neste experimento, inferir que a mineralização dos esterco ocorreu em tempo hábil para o fornecimento de nutrientes às plantas, para os cinco cultivos sucessivos. Segundo Souto et al. (2005) esta diferença no tempo de decomposição dos esterco assegura um fluxo contínuo de nutrientes no solo.

As doses que proporcionaram maiores produções de matéria fresca no primeiro cultivo foram as correspondentes a 1,0; 1,5 e 2,0 vezes 64,28 t ha<sup>-1</sup> de esterco de frango, alcançando valores de 141,5; 163,7 e 173,7 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, recomendando-se o uso de 64,28 t ha<sup>-1</sup>, pela dose mais viável. A produção máxima de matéria fresca foi obtida com a dose de 128,57 t ha<sup>-1</sup> para o esterco de frango, 120 t ha<sup>-1</sup> para o bovino e 128,57 t ha<sup>-1</sup> do esterco ovino (Tabela 2).

Para a matéria fresca por planta os tratamentos que apresentaram maiores produções foram 2,0 vezes a dose

**Tabela 2.** Equações de regressão da produção de matéria fresca de plantas de alface (g planta<sup>-1</sup>) em função da aplicação de doses de esterco, em frações da recomendação<sup>1</sup>, nos esterco de frango, bovino e ovino, em cinco ciclos de cultivo

Esterco	Equação	R <sup>2</sup>
Primeiro ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 51,56 + 125,93^{***} X - 32,89^{**} X^2$	0,9941
Bovino	$\hat{Y} = 60,56 + 35,64^{**} X$	0,9215
Ovino	$\hat{Y} = 61,88 + 33,66^{**} X$	0,8840
Segundo ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 46,37 + 185,29^{**} X - 48,99^{*} X^2$	0,9732
Bovino	$\hat{Y} = 51,64 + 179,08^{**} X - 46,55^{*} X^2$	0,9700
Ovino	$\hat{Y} = 51,09 + 199,87^{**} X - 40,87^{0} X^2$	0,9786
Terceiro ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 44,68 + 65,84^{***} X$	0,9717
Bovino	$\hat{Y} = 36,86 + 79,93^{***} X$	0,9840
Ovino	$\hat{Y} = 46,10 + 118,22^{***} X$	0,9400
Quarto ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 25,32 + 31,21^{***} X$	0,9854
Bovino	$\hat{Y} = 25,79 + 39,91^{***} X$	0,9571
Ovino	$\hat{Y} = 27,84 + 38,66^{***} X$	0,9845
Quinto ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 21,41 + 15,29^{**} X$	0,8312
Bovino	$\hat{Y} = 15,96 + 33,04^{**} X$	0,8662
Ovino	$\hat{Y} = 16,74 + 39,54^{**} X$	0,9658

<sup>1</sup> Frações da recomendação: 0; 0,25; 0,50; 1,00; 1,50 e 2,00 vezes o N aplicado por 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino (Porto et al., 1999) ou 60,286 t ha<sup>-1</sup> de esterco de frango ou ovino. \*\*\*, \*\*, \*<sup>o</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente

recomendada para esterco de frango (221,5 g planta<sup>-1</sup>), 2,0 a de bovino (225,0 g planta<sup>-1</sup>) e 1,0 (223,5 g planta<sup>-1</sup>), 1,5 (236,0 g planta<sup>-1</sup>) e 2,0 vezes a dose recomendada para esterco de ovino (296,7 g planta<sup>-1</sup>), diferindo das menores da testemunha e do fertilizante mineral (Tabela 2).

Os resultados médios alcançados de produção de matéria fresca foram baixos para os três esterco em relação aos encontrados por Figueiredo & Ramos (200) altas temperaturas observadas durante o experimento, que apresentaram médias mensais de 25,5 °C. De acordo com Grangeiro et al. (2006) os fatores que podem estar associados a esses baixos rendimentos, são: o reduzido nível de tecnologia, falta de cultivares adaptadas às altas temperaturas e luminosidade e informações técnicas sobre o manejo da cultura.

Trabalhando com esterco de bovino e cama de galinha, Porto et al. (1999) ajustaram uma equação cúbica para bovino e raiz quadrada para o esterco de frango. Neste estudo os grandes incrementos obtidos na produção de matéria fresca com o aumento das doses de esterco de frango possibilitaram que se alcançasse o ponto de modificação da inclinação da curva, caracterizado pelo coeficiente quadrático no primeiro cultivo (Tabela 2). Para os esterco de bovino e ovino, no entanto, os incrementos não são tão altos com coeficientes de 35,64 e 33,66, respectivamente, não atingindo o intervalo experimental que propiciasse a obtenção de equações quadráticas com as doses utilizadas neste cultivo.

As equações de regressão ajustadas para a produção de matéria seca de plantas de alface (g planta<sup>-1</sup>) avaliadas em função das doses aplicadas permitem estimar essas variáveis em escala crescente da dose de esterco, sendo  $\hat{Y}$  cada variável estudada e  $X$  a parcela da dose de esterco (de 0,0 a 2,0 vezes 60,0 t ha<sup>-1</sup> para esterco bovino e 64,29 t ha<sup>-1</sup> para esterco de

frango e ovino), com equações diferenciadas para os cinco cultivos da planta. A produção de matéria seca foi linearmente crescente com as doses dos três esterco, sendo superior com o uso do esterco de frango em relação aos demais (Tabela 3).

**Tabela 3.** Equações de regressão da produção de matéria seca de plantas de alface (g planta<sup>-1</sup>) em função da aplicação de doses de esterco, em frações da recomendação<sup>1</sup>, nos esterco de frango, bovino e ovino em cinco ciclos de cultivo

Esterco	Equação	R <sup>2</sup>
Primeiro ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 3,79 + 1,41^{*} X$	0,6998
Bovino	$\hat{Y} = 2,80 + 1,59^{***} X$	0,9343
Ovino	$\hat{Y} = 3,11 + 1,21^{*} X$	0,7680
Segundo ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 2,17 + 5,31^{**} X - 1,64^{*} X^2$	0,9594
Bovino	$\hat{Y} = 2,23 + 5,45^{**} X - 1,90^{*} X^2$	0,9308
Ovino	$\hat{Y} = 2,30 + 5,81^{*} X - 1,42^{0} X^2$	0,9462
Terceiro ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 1,97 + 1,92^{*} X$	0,7320
Bovino	$\hat{Y} = 1,55 + 2,26^{***} X$	0,9406
Ovino	$\hat{Y} = 1,62 + 5,54^{**} X - 1,73^{**} X^2$	0,9781
Quarto ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 1,24 + 1,22^{***} X$	0,9718
Bovino	$\hat{Y} = 1,04 + 2,06^{***} X$	0,9820
Ovino	$\hat{Y} = 1,51 + 1,34^{*} X$	0,7263
Quinto ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 1,03 + 0,64^{*} X$	0,7410
Bovino	$\hat{Y} = 0,76 + 1,26^{**} X$	0,8741
Ovino	$\hat{Y} = 0,94 + 1,29^{***} X$	0,9802

<sup>1</sup> Frações da recomendação: 0; 0,25; 0,50; 1,00; 1,50 e 2,00 vezes o N aplicado por 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino (Porto et al., 1999) ou 60,286 t ha<sup>-1</sup> de esterco de frango ou ovino; \*\*\*, \*\*, \*<sup>o</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente

Visando à produção de matéria seca de plantas de alface, equações lineares foram ajustadas para os três tipos de esterco no primeiro cultivo indicando que esta variável ainda poderia ser incrementada com maiores doses dos mesmos. A produção de matéria seca não diferiu estatisticamente entre o esterco de frango com 1,5 da dose recomendada (6,43 g planta<sup>-1</sup>) e as doses de 1,0 (6,69 g planta<sup>-1</sup>), 1,5 (6,99 g planta<sup>-1</sup>) e 2,0 vezes o esterco ovino (8,62 g planta<sup>-1</sup>), mostrando um aumento de matéria seca em relação ao primeiro cultivo (Tabelas 3).

É provável que a mineralização da matéria orgânica tenha sido mais lenta nos tratamentos dos esterco bovino e ovino em relação ao de frango, o que pode ter acarretado as maiores produções com o esterco de frango no primeiro cultivo, sendo superadas pelos outros esterco a partir do segundo cultivo. Observa-se que a relação C/N do esterco de frango foi praticamente a metade dos demais esterco, o que reforça a hipótese de sua mineralização mais rápida e, conseqüentemente, maior disponibilização do N.

Obtiveram-se equações quadráticas para a produtividade de alface (kg ha<sup>-1</sup>) com o uso dos esterco de frango e bovino e raiz quadrada para o esterco ovino, ainda neste cultivo (Tabela 4). Porto et al. (1999) descreveram comportamento quadrático para a produtividade com as doses de esterco bovino e raiz quadrada para cama de aviário, com valores pouco inferiores aos obtidos neste trabalho.

**Tabela 4.** Equações de regressão da produtividade de plantas de alface (kg ha<sup>-1</sup>) em função da aplicação de doses de esterco, em frações da recomendação<sup>1</sup>, nos esterco de frango, bovino e ovino em cinco ciclos de cultivo

Esterco	Equação	R <sup>2</sup>
Primeiro ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 11.754,7 + 20.230,3^{**}X - 5.803,2^* X^2$	0,9732
Bovino	$\hat{Y} = 11.415,7 + 10.381,0^{**}X - 1.614,3^* X^2$	0,9921
Ovino	$\hat{Y} = 10.946,6 + 4.572,7^* \sqrt{X} + 4.122,6^* X$	0,9956
Segundo ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 12.670,7 + 12.883,2^{***} X$	0,9401
Bovino	$\hat{Y} = 10.664,3 + 23.497,2^{**} X - 5.043,2^0 X^2$	0,9695
Ovino	$\hat{Y} = 9.582,4 + 29.569,2^{**} X - 5.761,3^0 X^2$	0,9784
Terceiro ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 9.656,1 + 6.929,6^{***} X$	0,9681
Bovino	$\hat{Y} = 9.667,3 + 7.900,8^{***} X$	0,9547
Ovino	$\hat{Y} = 8.246,5 + 18.112,8^{**} X - 3.191,2^0 X^2$	0,9824
Quarto ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 6.433,0 + 3.494,8^{***} X$	0,9490
Bovino	$\hat{Y} = 6.557,9 + 3.650,0^{***} X$	0,9492
Ovino	$\hat{Y} = 6.400,0 + 4.120,3^{***} X$	0,9811
Quinto ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 5.231,0 + 2.961,4^{***} X$	0,9564
Bovino	$\hat{Y} = 5.540,1 + 3.290,7^{***} X$	0,9664
Ovino	$\hat{Y} = 5.474,1 + 4.391,72^{***} X$	0,9825

<sup>1</sup> Frações da recomendação: 0; 0,25; 0,50; 1,00; 1,50 e 2,00 vezes o N aplicado por 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino (Porto et al., 1999) ou 60,286 t ha<sup>-1</sup> de esterco de frango ou ovino. \*\*\*, \*\*, \*, ° – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente

O uso de doses crescentes de esterco de frango promoveu aumento linear na produtividade da alface no segundo cultivo superada, contudo, pela obtida com os esterco bovino e ovino, de comportamento quadrático. A melhor dose foi 2,0 a dose recomendada para ovino (com produtividade de 47.107 kg ha<sup>-1</sup>), seguidas doses correspondentes a 1,5 (37.331 kg ha<sup>-1</sup>) e 1,0 (35.800 kg ha<sup>-1</sup>) de ovino; 2,0 (36.617 kg ha<sup>-1</sup>) e 1,5 (33.007 kg ha<sup>-1</sup>) de frango e 2,0 (37.597 kg ha<sup>-1</sup>) e 1,5 (34.873 kg ha<sup>-1</sup>) de esterco bovino (Tabela 4).

Os aumentos nos valores do segundo cultivo em relação ao primeiro podem ser atribuídos à maior disponibilidade dos nutrientes mineralizados dos esterco com o maior tempo de contato com o solo destacando-se o esterco ovino em relação aos demais.

Em estudo com a aplicação de diversos esterco, Brito et al. (2005) concluíram que o esterco de ovino foi o resíduo que determinou as principais alterações das propriedades químicas do solo uma vez que, em relação à testemunha, promoveu os maiores aumentos de cálcio, matéria orgânica e capacidade de troca de cátions. Esses efeitos, porém, só foram intensificados a partir do terceiro mês após a aplicação. A velocidade de decomposição e consequente mineralização dos resíduos orgânicos interferem diretamente na disponibilidade de nutrientes para as plantas sobremaneira para aquelas de ciclo curto, como a alface.

Sampaio et al. (2007) constataram que o esterco bovino causou imobilização de nutrientes do solo no primeiro mês após sua incorporação; depois deste período a liberação aumentou progressivamente atingindo as maiores quantidades entre três e seis meses após a incorporação.

Nas plantas fertilizadas com doses de 96,42 e 128,57 t ha<sup>-1</sup> de esterco de frango neste primeiro cultivo, foram verificadas

17 folhas; valor semelhante foi obtido por Porto et al. (1999); entretanto, com 90 e 120 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino e 96,42 e 128,57 t ha<sup>-1</sup> de esterco ovino observou-se menor número de folhas que o encontrado por Porto et al. (1999); no número de folhas mais uma vez as melhores doses foram 2,0 (com 17 folhas planta<sup>-1</sup>) e 1,5 (17 folhas planta<sup>-1</sup>) da dose recomendada para frango; 2,0 (18 folhas planta<sup>-1</sup>) e 1,5 (17 folhas planta<sup>-1</sup>) de bovino e 2,0 (21 folhas planta<sup>-1</sup>), 1,5 (19 folhas planta<sup>-1</sup>) e 1,0 (19 folhas planta<sup>-1</sup>) da dose recomendada para ovino (Tabela 5).

Apesar disto, as duas últimas doses do esterco ovino ainda possibilitaram resultados satisfatórios de 16,5 folhas (1,5 da dose de esterco ovino) e 17,50 folhas (2,0 da dose de esterco ovino) no terceiro cultivo (Tabela 5) demonstrando um efeito residual deste esterco até o terceiro ciclo da cultura da alface fornecendo os nutrientes necessários sem requisitar outra aplicação de fertilizante, o que é fator positivo haja que permite a redução dos custos de produção com aplicações menos frequentes de fertilizantes, bem como a diminuição do uso de produtos na agricultura, minimizando problemas de contaminação ambiental, fator tão preocupante nos dias atuais.

**Tabela 5.** Equações de regressão do número de folhas de plantas de alface em função da aplicação de doses de esterco, em frações da recomendação<sup>1</sup>, nos esterco de frango, bovino e ovino, em cinco ciclos de cultivo

Esterco	Equação	R <sup>2</sup>
Primeiro ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 10,50 + 7,65^* X - 2,23^0 X^2$	0,9336
Bovino	$\hat{Y} = 9,77 + 6,10^{**} X - 1,71^* X^2$	0,9845
Ovino	$\hat{Y} = 9,64 + 7,75^{**} X - 2,55^* X^2$	0,9529
Segundo ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 10,46 + 9,25^* X - 3,11^* X^2$	0,9183
Bovino	$\hat{Y} = 11,40 + 3,83^{**} X$	0,8695
Ovino	$\hat{Y} = 10,21 + 11,28^{**} X - 3,08^* X^2$	0,9623
Terceiro ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 9,44 + 4,14^{**} X - 1,05^* X^2$	0,9802
Bovino	$\hat{Y} = 9,65 + 4,74^{**} X - 1,39^* X^2$	0,9568
Ovino	$\hat{Y} = 10,23 + 3,78^{**} X$	0,9281
Quarto ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 7,55 + 1,56^{***} X$	0,9347
Bovino	$\hat{Y} = 7,35 + 2,17^{***} X$	0,9711
Ovino	$\hat{Y} = 7,58 + 2,48^{***} X$	0,9580
Quinto ciclo		
Frango	$\hat{Y} = 7,53 + 1,06^{**} X$	0,8281
Bovino	$\hat{Y} = 7,68 + 0,98^{**} X$	0,8010
Ovino	$\hat{Y} = 7,70 + 0,96^* X$	0,7669

<sup>1</sup> Frações da recomendação: 0; 0,25; 0,50; 1,00; 1,50 e 2,00 vezes o N aplicado por 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino (Porto et al., 1999) ou 60,286 t ha<sup>-1</sup> de esterco de frango ou ovino; \*\*\*, \*\*, \*, ° – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente

O número de folhas também foi crescente com o aumento das doses dos três esterco, seguindo um comportamento quadrático (Tabela 5) enquanto Porto et al. (1999) relataram comportamento de uma equação raiz quadrada estudando fontes e doses de matéria orgânica na cultura da alface.

Apesar dos acréscimos na produção de matéria fresca, matéria seca, produtividade e número de folhas no terceiro cultivo não terem sido tão intensos quanto no segundo os resultados observados se assemelham aos encontrados no primeiro cultivo e demonstram que ainda há a capacidade de manutenção da cultura com as doses mais elevadas dos esterco utilizados, principalmente para bovino e ovino (Tabelas 1 a 5).

Nos quarto e quinto cultivos as plantas não se desenvolveram satisfatoriamente observando-se elevadas reduções dos dados de produção em relação aos primeiros cultivos e pouca diferença entre os tratamentos aplicados. Foram observadas reduções médias de 64,10; 63,34; 49,35 e 39,64%, entre as produções de matéria fresca em g planta<sup>-1</sup>, produtividade em kg ha<sup>-1</sup>, matéria seca em g planta<sup>-1</sup> e número de folhas, respectivamente, entre o segundo e quarto cultivos de alface; do quarto para o quinto cultivo as reduções não foram tão relevantes, pelo esgotamento da capacidade de suporte da cultura pelo solo, já no quarto cultivo (Tabelas 1 a 5).

A produção de matéria seca, produtividade e número de folhas foram superiores nos tratamentos com esterco de frango no primeiro cultivo; entretanto, nos cultivos seguintes este foi sendo superado pelos outros esterco; nos quarto e quinto cultivos a produção dessas variáveis foi bem menor que nos cultivos anteriores.

Encontram-se poucos trabalhos na literatura avaliando cultivos sucessivos de alface com a aplicação de fertilizantes mineral e orgânico, com o que se adquire importância maior ao se considerar a relação custo/benefício na produção agrícola. Pequenos acréscimos de matéria orgânica podem aumentar a produtividade mas não justifica o uso de doses mais elevadas com aumento nos custos, sem retorno econômico compensatório. Além disso, doses muito elevada podem acarretar contaminação de cursos d'água pela lixiviação de elementos fornecidos em excesso com a mineralização dos adubos orgânicos.

### CONCLUSÕES

1. O esterco de frango proporcionou maiores produtividades de alface no primeiro cultivo; a partir do segundo cultivo foi superado pelos esterco bovino e ovino.

2. As maiores doses dos esterco proporcionaram produtividades elevadas até o terceiro cultivo sendo imprescindível nova aplicação dos mesmos a partir daí.

3. O fertilizante mineral só promoveu boas produtividades até o segundo cultivo de alface.

### LITERATURA CITADA

- Brito O. R.; Vendrame, P. R. S.; Brito, R. M. Alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. *Semina: Ciências Agrárias*, v.26, p.33-40, 2005.
- CEFS/PE - Comissão Estadual de Fertilidade do Solo de Pernambuco. *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. Recife: IPA. 1998. 198p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.
- Figueiredo C. C.; Ramos M. L. G. Biomassa microbiana do solo e produção de alface em função da dose de N e adubo orgânico. *Bioscience Journal*, v.25, p.9-15, 2009.
- Figueiredo C. C.; Ramos M. L. G.; Mcmanus, C. M.; Menezes A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. *Horticultura Brasileira*, v.30, p.175-179, 2012.
- Fontanetti, A.; Carvalho, G. J.; Gomes, L. A. A.; Almeida, K.; Moraes, S. R. G.; Teixeira, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.146-150, 2006.
- Grangeiro, L. C.; Costa, K. R.; Medeiros, M. A.; Salviano, A. M.; Negreiros, M. Z.; Bezerra Neto, F.; Oliveira, S. L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivada em condições do semi-árido. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.190-194, 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo agropecuário 2006*, Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 777p.
- Melo, L. C. A.; Silva, C. A.; Dias, B. de O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.101-110, 2008.
- Oliveira E. Q.; Souza, R. J.; Cruz, M. C. M.; Marques, V. B.; França, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.36-40, 2010.
- Porto, V. C. N.; Negreiros, M. Z. de; Bezerra Neto, F.; Nogueira, I. C. C. Fontes e doses de matéria orgânica na produção de alface. *Revista Caatinga*, v.12, p.7-11, 1999.
- Sampaio, E. V. de S. B.; Oliveira, N. M. B. de; Nascimento, P. R. F. do. Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com *Egeria densa*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.995-1002, 2007.
- Silva, E. M. N. C. P.; Ferreira, R. L. F.; Araújo Neto S. E.; Tavella, L. B.; Solino, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. *Horticultura Brasileira*, v.29, p.242-245, 2011.
- Silva, F. A. M.; Vilas-Boas, R. L.; Silva, R. B. da. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.32, p.131-137, 2010.
- Souto, P. C.; Souto, J. S.; Santos, R. V.; Araújo, G. T.; Souto, L. S. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.125-130, 2005.
- Souza, P. A.; Negreiros, M. Z.; Menezes, J. B.; Bezerra Neto, F.; Souza, G. L. F. M.; Carneiro, C. R.; Queiroga, R. C. F. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. *Horticultura Brasileira*, v.23, p.754-757, 2005.
- Tedesco, M. J.; Selbach, P. A.; Gianello, C.; Camargo, F. A. O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: Santos, G. A.; Silva, L. S.; Canellas, L. P.; Camargo, F. A. O. (ed.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.113-136.