

**JOSE ULISSES PEIXOTO FILHO**

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE COM O USO DE  
DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA  
E EFEITO NA FERTILIDADE DO SOLO**

**RECIFE-PE**

**2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PENAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE COM O USO DE  
DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA  
E EFEITO NA FERTILIDADE DO SOLO**

**JOSÉ ULISSES PEIXOTO FILHO**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência do Solo da Universidade  
Federal Rural de Pernambuco  
como parte das exigências para  
obtenção do título de Mestre em  
Ciência do Solo

**RECIFE-PE  
ABRIL - 2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PENAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE COM O USO DE  
DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA  
E EFEITO NA FERTILIDADE DO SOLO**

**JOSÉ ULISSES PEIXOTO FILHO**

**ORIENTADOR:**

**MARIA BETÂNIA GALVÃO DOS SANTOS FREIRE, Dra.**

**CO-ORIENTADORES:**

**FERNANDO JOSÉ FREIRE, Dr.**

**ADRIANA MARIA DE AGUIAR ACCIOLY, Dra.**

**RECIFE-PE, ABRIL DE 2006**

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

P379p Peixoto Filho, José Ulisses  
Produtividade de alface com o uso de diferentes fontes de matéria orgânica e efeito na fertilidade do solo / José Ulisses Peixoto Filho. -- 2006.  
62 f. : il.

Orientadora : Maria Betânia Galvão Santos Freire  
Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) --  
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia.  
Inclui bibliografia

CDD 631.42

- 1 . Adubo orgânico
- 2 . Esterco bovino
- 3 . Esterco de ovino
- 4 . Esterco de ave
- 5 . Latossolo
- 6 . Fertilidade do solo
- 7 . Matéria seca
- 8 . Matéria fresca
- 9 . Produtividade
- I . Freire, Maria Betânia Galvão dos Santos
- II . Título



**JOSÉ ULISSES PEIXOTO FILHO**

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE COM O USO DE  
DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA  
E EFEITO NA FERTILIDADE DO SOLO**

Dissertação defendida e aprovada em 26 de abril de 2006 pela banca  
examinadora:

Orientador:

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Betânia Galvão dos Santos Freire**  
**UFRPE**

Examinadores:

---

**Dr<sup>o</sup>. Giuliano Marchi**  
**UFRPE**

---

**Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Dimas Menezes**  
**UFRPE**

---

**Dr<sup>a</sup> Adriana Maria De Aguiar Accioly**  
**EMBRAPA**



**Ao meu pai José Ulisses Peixoto Neto  
A minha mãe Maria Isolda Cartaxo Peixoto  
A minha esposa Renálvia Leandro Peixoto  
A todos que contribuíram para este trabalho  
DEDICO**



## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus Todo Poderoso que dá força e coragem na minha caminhada.

Aos meus pais José Ulisses Peixoto Neto e Maria Isolda Cartaxo Peixoto, que estão presentes nos momentos difíceis da minha vida.

A minha esposa Renálvia Leandro Peixoto que passa confiança e otimismo em todos os momentos.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade e confiança depositada nos mestrandos da Escola Agrotécnica Federal de Crato-CE

A orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Betânia Galvão dos Santos Freire, pela paciência, sapiência e orientações durante o curso de pós-graduação e principalmente na elaboração desta dissertação, bem como aos co-orientadores Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Fernando José Freire e Dr<sup>a</sup> Adriana Maria de Aguiar Accioly.

A todos os colegas da pós-graduação, em especial a Márcio Fléquisson Alves Miranda, bolsista PIBIC/CNPq/UFRPE pela sua colaboração no laboratório de química do solo.

Aos funcionários da pós-graduação Maria do Socorro de Santana e Severino dos Ramos Bastos e aos colegas da Escola Agrotécnica Federal de Crato, Valdemiro Marques Vieira, João Alberto Brito de Abreu, Aluisio Martins de Sousa Junior.

Aos colaboradores José Renato Correia de Brito, Henrique Soares da Silva, Antonio Nascimento Silva, Antonio Silvestre Dias e Sebastião de Lima na implantação e condução do experimento de campo.

## SUMÁRIO

	Pag
Dedicatória.....	i
Agradecimentos.....	ii
Sumário.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
1. Introdução.....	1
2. Revisão da Literatura.....	2
2.1 Importância da alface.....	2
2.2 Potencialidades para o consumo de produtos orgânicos.....	3
2.3 Exigências nutricionais.....	4
2.4 Adubação orgânica.....	5
2.5 Fontes e doses de adubo orgânico.....	7
3. Material e Métodos.....	8
3.1 Solo.....	8
3.2 Cultivar utilizada.....	9
3.3 Adubos orgânicos.....	10
3.4 Delineamento experimental.....	11
3.5 Condução do experimento.....	11
3.6 Variáveis analisadas.....	12
4 Resultados e Discussão.....	13
4.1 Classificação comercial do produto.....	13
4.2 Produtividade de alface.....	16
4.3 Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo.....	36
5. Conclusões.....	49
6. Referências Bibliográficas.....	50

## RESUMO

Foi conduzido um experimento na Escola Agrotécnica Federal de Crato em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO para estabelecer as doses de esterco de ave, bovino e ovino que proporcionam melhores rendimentos na cultura da alface. Foram coletadas amostras simples, na profundidade de 0 a 20cm, formando uma amostra composta para caracterização do solo. Como fertilização orgânica foram usados os esterco de ave, bovino e ovino nas proporções de 25%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada, em um delineamento experimental em blocos casualizados com arranjo fatorial  $[(3 \times 5) + 2]$ , sendo três fontes de matéria orgânica e cinco níveis, com dois tratamentos adicionais, um com fertilizante químico e uma testemunha absoluta, em quatro blocos, com uma repetição por bloco, totalizando 68 parcelas. Após o preparo das parcelas foi realizada a aplicação dos fertilizantes orgânicos, 10 dias antes do transplântio das mudas. As mudas foram plantadas num espaçamento de 0,25m x 0,25m, com parcelas medindo 1,875m<sup>2</sup> e com uma área útil de 1,00m x 0,75m, com doze plantas. Foram feitas capinas quando necessárias e a irrigação foi feita diariamente. Aos 30 dias do início do experimento foi realizada a colheita das plantas com raízes, plantando-se então o segundo cultivo da cultura, com mais 30 dias o terceiro e mais 30, o quarto e mais 30 o quinto. Foi realizada uma amostragem de solo em cada parcela no momento do transplântio (tempo zero) e aos 30 dias de cultivo no canteiro de cada cultivo. Nessas amostras foram analisados: carbono orgânico, nitrogênio total, fósforo e potássio disponível. No momento da colheita, foi medida a massa fresca das plantas por parcela, retirando-se uma planta para secagem em estufa a 65°C e determinação da matéria seca por planta. As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo também testados modelos de regressão entre as variáveis dependentes e os níveis de adubos utilizados. O esterco de ave proporcionou maiores produtividades de alface no primeiro cultivo, sendo superado pelos esterco bovino e ovino, a partir do segundo cultivo. Geralmente a partir de 100% da recomendação os resultados são semelhantes, não se justificando o uso de doses superiores a esta. No terceiro cultivo a qualidade do produto foi afetada mesmo nas maiores doses.

## ABSTRACT

A field experiment was conducted in the Agrotécnica Federal de Crato School in an Oxissol to establish the dosage of chicken, cow and sheep manure that would supply the best yield of a lettuce crop. Single samples were collected in the depths of 0 – 20 cm, making a compound sample to characterize the soil. As organic fertilizers chicken, cow and sheep manure were used at the rates of 25%, 50%, 100%, 150% and 200% of the recommended dosage , in an experimental design using randomized blocks in a factorial arrangement of the order [(3 x 5) + 2], with three sources of organic matter at five levels, with two additional treatments, the first one with chemical fertilizer and the second one as an absolute control in four blocks, with one replicate per block totalizing 68 plots . After the preparation of the plots an application of the organic manures was made at the tested levels, 10 days before the transplant of the seedlings. The seedlings were planted in the spacing of 0,25m x 0,25m with the plots measuring 1,875m<sup>2</sup> and with a useful area of 1,00m x 0,75m, with twelve plants per plot. Weeding was done when necessary and irrigation was done daily according to the crop needs. At 30 days after the beginning of the experiment the plants were harvested including the roots, when the second crop was planted , with 30 more days the third and 30 more , the fourth and 30 more the fifth crop were established . A soil sampling was made in each plot at the transplanting moment (zero time) and at 30 days of growth on the bed of each crop. In those samples the following analyses were run: organic carbon, total nitrogen, and available phosphorus and potassium. At harvest the plants fresh mass was measured by plot, and one plant was chosen for drying in an oven at 65 degrees Celsius and the dried matter by plant determined. The variables evaluated were subjected to analysis of variance, comparing the averages of the treatments by the Tukey test at the five percent probability level , and regression models were tested between the dependent variables an the levels of manure utilized. The chicken manure provided higher yields of lettuce in the first crop, being surpassed by the cow and sheep manures beginning with the second crop. In general, starting with the 100% recommendation the results are similar, with no justification of using higher dosages. In the third crop, the quality of the product was affected even at the highest dosages.

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica vem crescendo no Brasil e no mundo nos últimos anos em ritmo muito acelerado acompanhando o crescimento da demanda dos consumidores por alimentos mais saudáveis e produzidos sem agredir a natureza. A fertilização orgânica no cultivo de olerícolas têm crescido nos últimos anos, devido principalmente aos efeitos benéficos do material orgânico sobre os características físicas e químicas do solo, e também pelo alto custo dos adubos minerais. Esta fertilização não só incrementa a produtividade mas também proporciona a obtenção de plantas com características qualitativas distintas daquelas cultivadas exclusivamente com fertilizantes minerais. Temos na fertilização orgânica a oportunidade de oferecer alimento sadio a todos, pois a alimentação de qualidade é o anseio de todo o ser humano, aliado à conservação do ambiente.

A abertura do mercado brasileiro para produtos obtidos com fertilização orgânica é recente. Apoiado pela mídia, e com a elevada aceitação da população, ela vem crescendo 40 a 50% ao ano desde 1990. Neste contexto, o cultivo de hortaliças com fertilizantes orgânicos tem aumentado nos últimos anos, graças principalmente aos elevados custos dos fertilizantes minerais e aos efeitos benéficos da matéria orgânica em solos intensamente cultivados com métodos convencionais.

O Ceará é um dos maiores produtores e incentivadores da adubação orgânica na região Nordeste. Os principais produtos cultivados são: coco, acerola, melão, castanha, banana e hortaliças. Entre os estímulos oferecidos pelo Estado estão a disponibilidade de técnicos para acompanhar a formação de grupos de produtores, a promoção de discussões sobre o que produzir, onde comercializar, as orientações sobre certificação, difusão de tecnologia e cursos de capacitação aos produtores.

As redes de supermercados no Ceará vêm investindo gradativamente na produção, comercialização e consumo de produtos orgânicos. Nas prateleiras a oferta de produtos de origem orgânica já é visível. As principais empresas no Estado já acreditam num constante crescimento dos produtos para os próximos anos. Contudo, apesar da grande aceitação de produtos com fertilização orgânica na região do Cariri, poucas pesquisas têm sido realizadas para a definição dos tipos de adubos possíveis de serem utilizados, bem como as doses a serem aplicadas que possibilitem maior retorno econômico ao produtor.

Este trabalho visa avaliar a produtividade de alface (*Lactuca sativa* L) com diferentes fontes de fertilizante orgânico, esterco de ave, esterco bovino, esterco ovino e efeito na fertilidade do solo, pela facilidade de obtenção na região dos fertilizantes de origem animal.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Importância da alface

A produção de hortaliças na região Sul do Ceará tem crescido em função do melhor preço estabelecido pelos produtos obtidos organicamente, sendo a alface uma das hortaliças mais consumidas na região do Cariri (Franca & Sousa, 2004). A alface é a mais popular das hortaliças folhosas, sendo cultivada em quase todas as regiões do globo terrestre. Devido a sua riqueza alimentar, como fonte de vitaminas e sais minerais é a hortaliça mais consumida em todo mundo (Nicoulaud et al., 1990).

Há uma expansão da oferta, antes restrita às feiras de produtos orgânicos, agora também em grandes redes varejistas, caracterizada por produtos de ótima qualidade e apresentação (Penteado, 2003). Hoje, 42% das maiores redes de supermercados dos EUA vendem alimentos cultivados organicamente e 25% dos consumidores americanos compram produtos orgânicos pelo menos uma vez na semana.

A importância da alface na alimentação e saúde humana se deve por ser boa fonte de vitaminas e sais minerais, destacando-se seu elevado teor de vitamina A (Lopes et al., 2003). Seu consumo é feito na forma de folhas fresca e nestas condições apresenta a seguinte composição média por 100 gramas comestíveis: água 94%; valor calórico 18kcal; proteína 1,3g; gordura 0,3g; carboidratos totais 3,5g; fibra 0,7g; cálcio 68mg; fósforo 27mg; ferro 1,4mg; potássio 264mg; vitamina A 1900 UI; tiamina 0,05mg; riboflavina 0,08mg, niacina 0,4mg, vitamina C 18,0mg (Sgarbieri, 1987).

Devido a inegável importância nutricional, em função do seu conteúdo incluir diversas vitaminas, que aliado a sua pouca ou nenhuma quantidade calórica, bem como sua fácil digestão, torna seu consumo quase obrigatório para as pessoas que visam uma dieta balanceada (Silva, 2005).

A região do Crato, Sul do Ceará era abastecida com produtos hortícolas vindos dos projetos irrigados da Bahia, porém com o aumento da produção de alface no município tem-se diminuído a importação desta hortaliça de outras regiões, visto a facilidade de obtenção na região de fertilizantes orgânicos de origem animal.

## 2.2. Potencialidades para o consumo de produtos orgânicos

Franca & Sousa (2004), baseados numa compreensão social, econômica, ambiental e cultural da agricultura orgânica, na Associação Cristã de Base (ACB-2004), sentiram a necessidade de entender melhor os mecanismos da produção e comercialização dos produtos orgânicos na região do Cariri. Surgiu então uma pesquisa de mercado envolvendo os municípios da região caririense, principalmente o município do Crato-CE, tal pesquisa subsidiou a tomada de decisão para a realização da I Feira de Produtos Ecológicos do Crato, que teve início em Julho de 2003 e encontra-se atualmente em um contínuo processo de sensibilização, organização e cadastramento dos feirantes agroecológicos da região. Segundo a pesquisa uma porcentagem de 71,5% têm preferências por produtos locais, enquanto 26,9% responderam não ter preferência, uma pequena porcentagem de 1,6% não responderam. Foi também dada uma definição de produto orgânico, dando ao entrevistado maior compreensão sobre o assunto. Após o esclarecimento do conceito, procurou-se saber a disposição dos consumidores em adquirir os produtos orgânicos da região do Cariri ao mesmo preço dos que vêm de fora. Há uma alta disposição dos consumidores em adquirir os produtos orgânicos, atingindo 96,4% dos entrevistados, isto evidencia que há uma grande lacuna no mercado a ser preenchida, e que depende muito do somatório de forças do conjunto de entidades governamentais e não-governamentais na elaboração e execução de propostas de apoio a iniciativas locais. Quando colocou-se o produto orgânico com um preço superior ao produto não orgânico, o percentual de aquisição do orgânico decresceu um pouco em relação ao percentual anterior, indo de 96,4% para 91,9%, ocorrendo uma queda de 4,5%. Mesmo assim, chamou-se a atenção para um percentual ainda muito alto de 91,9%, disposto a adquirir o orgânico, evidenciando assim um grande potencial da população disposta a consumir produtos orgânicos.

De 2002 para 2003 a agricultura orgânica do Estado cresceu 8,2% e tem permanecido no patamar de cerca de 10% ao ano, o Ceará tem hoje uma área de

mais de 13.400 hectares produzindo apenas produtos orgânicos. Em 2004 foram produzidas mais de 640.000 toneladas de frutas, hortaliças e castanha (Lima, 2005).

A produção de hortaliças comercializada em 2004, pelas maiores associações de produtores (APOI – Associação dos produtores orgânicos da Ibiapaba e ADAO – Associação do Desenvolvimento da Agropecuária Orgânica) foram quase 500 toneladas. As perspectivas apontam para um aumento na diversidade de produtos cultivados e, até 2007, a expectativa é dobrar a área de produção, dos quais 30% da produção dos orgânicos é consumida dentro do estado (Lima, 2005).

Segundo Machado(2005), a rede do Hipermercantil há três anos comercializa alface, cenoura, cebola e outros produtos. A maioria das verduras e legumes orgânicos encontrados nas lojas são trazidos da serra da Ibiapaba e Cariri, já na sede de Supermercado Pão de Açúcar foram comercializados, só nos meses de dezembro de 2004 e janeiro de 2005, 30 toneladas de produtos orgânicos. Esta empresa, desde fevereiro de 2001, vem promovendo parceria com sucesso com a Associação dos Produtores Orgânicos da Ibiapaba (APOI) na comercialização de legumes e verduras livres de agrotóxicos como alfaces crespas e americanas, repolho, feijão-vagem, pimenta de cheiro e outras hortaliças. Nas lojas, os produtos orgânicos podem ser identificados em bandejas específicas, embaladas com o selo da certificadora.

### 2.3. Exigências nutricionais

A alface é considerada uma planta exigente, por necessitar de quantidades relativamente grandes de nutrientes em período de tempo muito curto (Lédo et al., 2000). De acordo com Faquin et al. (1996), a cultura da alface é altamente exigente em K, N e Ca, quando comparada com outras culturas. Zink & Yamaguchi (1962), obtiveram uma extração total por esta hortaliça (9.500 plantas/ha) de 23,2kg de N; 4,4kg de P; 50kg de K;13,3 kg de Ca; 3,2kg de Mg; 3,0kg de S.

No cultivo da alface é comum a utilização de doses altas de adubos orgânicos e minerais para atender à demanda de nutrientes (Rodrigues & Casali, 1999). Nesse sentido, a fertilização constitui a prática agrícola mais cara e a de maior retorno, visto que permite, não só maiores rendimentos, mas também obtenção de maior valor comercial ( Ricci et al., 1994). Em razão das folhas serem o



produto comercial, a cultura responde mais ao fornecimento de nitrogênio (Lédo et al., 2000).

O nitrogênio é o nutriente que promove maior rendimento da cultura da alface, bem como no peso médio da cabeça, sendo por essa razão utilizado em grandes quantidades (Ohse, 2000). Segundo Katayma (1993), a absorção de 80% do N total ocorre nas últimas semanas do ciclo.

Sendo esta folhosa mais consumida no país, e o nitrogênio um dos nutrientes mais exigidos pela planta, esta apresenta grande resposta à adubação nitrogenada (Kiehl, 1985), possuindo elevado potencial de produção com adubos orgânicos.

#### 2.4. Adubação orgânica

O emprego de resíduos de animais como fertilizantes do solo é muito antigo. Segundo Matsuo (1978), fertilizantes orgânicos eram usados no Japão no século VIII, mas a pesquisa com fertilizantes iniciou-se efetivamente em 1843 na Estação Experimental de Rothamsted, Inglaterra (Jenkinson, 1991). O estudo de fertilizantes denominados não convencionais, oriundos de materiais orgânicos diversos, teve incremento após a publicação dos resultados obtidos com produtos contendo ácidos fúlvicos e húmicos (Martin et al. , 1962)

Segundo Ricci et al. (1994), a fertilização constitui a prática agrícola mais cara e de maior retorno, visto que permite não só maiores rendimentos, mas também a obtenção de um produto com aspecto mais uniforme e de maior valor comercial.

Entretanto, as altas produtividades alcançadas por uso intensivo de adubos minerais e defensivos agrícolas tem sido questionados nos último anos, não só pelas contradições econômicas e ecológicas, mas também por desprezar aspectos qualitativos importantes da produção (Santos et al., 1994). Considerando-se este aspecto, Costa(1994) relata que em virtude do alto custo de fertilizantes minerais, têm-se cultivado hortaliças com adubos orgânicos de várias origens, visando melhorar as propriedades físicas e químicas do solo.

A adição de materiais orgânicos é fundamental à qualidade do solo, caracterizando-se pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização, embora dependa essencialmente da taxa de

decomposição, controlada pela temperatura, umidade, textura e mineralogia do solo, além da decomposição química do material orgânico utilizado (Zech et al., 1997).

Também o uso do composto orgânico permite melhoras na fertilidade, além de ser excelente condicionador de solo, melhorando suas características físicas, químicas e biológicas, entretanto o valor fertilizante do composto depende do material utilizado como matéria prima (Miyasaka et al., 1997).

A aplicação da matéria orgânica ocasiona modificações físicas, químicas e biológicas nos solos, as principais mudanças verificadas relacionam-se ao aumento da disponibilidade de nutrientes, à melhora da agregação e o aumento da capacidade de troca de cátions, do poder tampão e da formação de quelatos (Campbell, 1978).

O solo ideal para o cultivo dessa hortaliça é o areno-argiloso, rico em matéria orgânica e com boa disponibilidade de nutrientes, para maior produtividade é necessário o uso de insumos que melhorem as condições físicas, químicas e biológicas do solo (Filgueira, 1982). A matéria orgânica adicionada ao solo na forma de adubos orgânicos de acordo com o grau de decomposição dos resíduos, pode ter efeito imediato no solo ou efeito residual por meio de um processo mais lento de decomposição. Em trabalhos realizados com essa hortaliça foram observados aumentos na produção e nos teores de nutrientes nas plantas, após a aplicação de adubos orgânicos (Rodrigues, 1990).

Efeitos lineares crescentes de doses de adubos orgânicos sobre a produção de matéria fresca e matéria seca em cultivos sucessivos da alface foram observados por Vidigal et al. (1995 a, 1995 b). Os efeitos residuais de compostos orgânicos foram também verificados em até três cultivos sucessivos.

A matéria orgânica adicionada ao solo não disponibiliza de imediato as quantidades totais dos nutrientes para as plantas. Desse modo, com a aplicação continuada dos fertilizantes orgânicos tende a haver um acúmulo gradual dos nutrientes no solo, propiciando um efeito residual para os cultivos seguintes. Santos et al. (2001), encontraram que a adubação com composto orgânico proporcionou efeito residual sobre a produção de alface cultivada de 80 a 110 dias após a aplicação, constataram ainda que o aumento de adubo orgânico aumenta os teores de bases, fósforo e a CTC do solo e que o adubo mineral não propicia efeito residual sobre a produção de alface.

## 2.5. Fontes e doses de adubo orgânico

Aumentos lineares do peso da cabeça da alface americana foram obtidos com doses de até  $10,8 \text{ kg m}^{-2}$  de esterco de curral (Shneider, 1983). A aplicação de esterco de cama de aviário aumentou o rendimento da matéria seca em plantas de alface, sendo os rendimentos mais elevados obtidos com as doses 24 a  $36 \text{ t ha}^{-1}$  (Nicoulaud et al., 1990).

Herédia et al. (1996) verificaram incrementos significativos no cultivo de alface (54,61%) em relação à testemunha com a incorporação de  $14 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de galinha. Na aplicação de adubos orgânicos (esterco de galinha e de bovino), que foram previamente curtidos por 45 dias, para posterior incorporação no solo, foram aplicados  $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco bovino e  $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco de galinha em seus respectivos tratamentos (dose simples ou dupla). Neto et al. (1990) concluem que a matéria orgânica foi necessária para obter melhor produto e produtividade na cultura da alface e que a adubação com esterco bovino dobrado ( $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) foi suficiente para substituir a adubação química e/ou mista, obtendo-se bons resultados quanto à qualidade de produção.

Com o uso de composto orgânico, Yuri et al. (2004) obtiveram produtividade máxima na cultura da alface com a dose de  $59,4 \text{ t ha}^{-1}$ . 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 que com o esterco de bovino o máximo de rendimento de alface foi obtido na dose  $63,4 \text{ t ha}^{-1}$ , enquanto que com a cama de galinha a produtividade foi sempre crescente atingindo o máximo na dosagem de  $80 \text{ t ha}^{-1}$ .

Segundo Sousa & Resende (2003), nas adubações orgânicas em alface no primeiro ano de manejo recomenda-se abrir covas e adubar de forma localizada aplicando 200 gramas de composto úmido (50%) ou 100 gramas de húmus ou esterco de boi curtido. Há consenso entre diversos autores sobre a eficiência do esterco bovino, associado ou não a adubos minerais em hortaliças. Para outras culturas, como feijão-vagem (Santos et al., 2001) e em repolho (Oliveira et al., 2001) houve aumento de produção dessas hortaliças quando adubadas apenas com esterco bovino.

Por outro lado com relação às doses de esterco na batatinha, Silva et al. (1996) observaram efeito linear das mesmas sobre a produção comercial de tubérculos, tanto para esterco bovino, quanto para cama de galinha. Por meio de

equação de regressão estimou-se que a menor dose de esterco bovino ( $15 \text{ t ha}^{-1}$ ) elevaria a produção de 3,22 para  $6,72 \text{ t ha}^{-1}$ , o que significa um incremento de 109%. A dose correspondente a  $10 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de galinha elevou a produção de 4,48 para  $9,40 \text{ t ha}^{-1}$ , representando uma elevação de 110% na produção de batata. Já Ferreira et al. (2003) verificaram que a produtividade do tomate aumentou com a aplicação de nitrogênio, nos dois níveis de matéria orgânica testados.

Os adubos orgânicos aplicados ao solo sempre proporcionam respostas positivas a produção das culturas, chegando a igualarem ou até mesmo a superarem os efeitos dos fertilizantes químicos (Kiehl, 1985).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS.**

#### **3.1. Solo**

O solo utilizado foi um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico, textura franco arenosa/média fase floresta tropical subpernifolia relevo suave ondulado na área da Escola Agrotécnica Federal de Crato, geograficamente localizada a na longitude  $39^{\circ}25' \text{ W}$  e latitude  $7^{\circ}14' \text{ S}$ , sendo a altitude de 422 metros (Escola Agrotécnica Federal de Crato, 2005). O clima nesta Região é tropical úmido correspondendo a classificação AW de Köppen, com regime pluviométrico de 700 a  $1000 \text{ mm ano}^{-1}$  (Viana & Neumann, 1999). A área foi cultivada anteriormente com milho sem fertilização.

Foram coletadas amostras simples, na profundidade de 0-20cm, formando uma amostra composta, que foi seca ao ar, destorroada e peneirada em malha de 2 mm para caracterização física e química.

Na caracterização física foi determinada a granulometria pelo método do densímetro, a densidade do solo pelo método da proveta, a densidade das partículas pelo método do balão volumétrico, calculando-se a porosidade total (Quadro 1) (EMBRAPA, 1997).

Na caracterização química, foi medido o pH, determinaram-se os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  trocáveis, extraídos com KCl 1mol/L e dosados por volumetria; o  $\text{K}^{+}$  e o P extraídos com Mehlich-1, sendo o K dosado por fotometria de chama e o P por colorimetria (Quadro 1) (EMBRAPA, 1997).

Quadro 1 – Caracterização física e química do solo utilizado no experimento (0-20cm de profundidade)

Variável	Valor
Areia (g/kg)	716
Silte (g/kg)	112
Argila (g/kg)	172
Ds <sup>(1)</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	1,34
Dp <sup>(2)</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	2,47
Pt <sup>(3)</sup> (%)	45,75
pH	6,5
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	2,2
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,5
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,0
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,31
P (mg/dm <sup>3</sup> )	39,0
C.O (dag/kg)	1,51

<sup>1</sup> Densidade do solo; <sup>2</sup> Densidade das partículas; <sup>3</sup> Porosidade total

### 3.2. Cultivar Utilizada

As cultivares existentes no mercado são divididas em cinco grupos de acordo com as suas características morfológicas. Grupo de folhas soltas crespas possuem folhas soltas, crespas, consistentes não formando cabeça tipo repolhuda, bordas irregulares e recortadas. Este grupo representa aproximadamente 52% da área total plantada no Brasil. Grupo de folhas lisas possuem folhas soltas, lisas, tenras com bordas arredondadas não formando cabeça do tipo repolhuda. Grupo de folha lisa repolhuda, possuem folhas lisas, tenras, suculentas com aspecto oleoso, formando cabeças repolhudas compactas. Este grupo junto com o grupo de folha lisa não repolhuda representa aproximadamente 33% da área total plantada no Brasil. Grupo repolhuda cripa ou Americana, possuem folhas crespas, embrincadas, crocantes, formando cabeça repolhuda compacta, ou seja, forma cabeça geralmente de alta compacidade. Este grupo representa aproximadamente 14% da área total plantada no

Brasil. Grupo Romana, possuem folhas alongadas, duras, com nervuras claras e protuberantes, em geral este grupo possui pós-colheita maior que os demais.

Foi cultivada no experimento a cultivar Crespa Cacheada, do grupo de folhas soltas crespas, esta cultivar é largamente plantada na região, não forma cabeça do tipo repolhuda, possuindo folhas crespas, bordas irregulares e recortadas.

### 3.3. Adubos orgânicos

Como fertilização orgânica do solo, foram utilizados três tipos de adubos: esterco de ave franga poedeira sem cama, esterco bovino e esterco ovino de criação extensiva, estes esterco foram curtidos até a sua estabilização. Na caracterização dos esterco foram determinados os teores de carbono orgânico total pelo método do Walkey-Black (Mendonça & Matos, 2005), de nitrogênio total por digestão sulfúrica (Malavolta et al., 1989), e fósforo e potássio por digestão nitro-perclórica, sendo o fósforo dosado por colorimetria e o potássio por fotometria de chama (EMBRAPA, 1997) (Quadro 2).

Quadro 2 – Caracterização dos esterco de ave, bovino e ovino utilizados no experimento

Esterco	C.O <sup>(1)</sup>	N	Relação C/N	P	K
	dag kg <sup>-1</sup>	dag kg <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>	
Ave	7,99	1,4	5,71	3,23	8,96
Bovino	13,59	1,5	9,06	1,87	12,88
Ovino	12,55	1,4	8,96	1,15	14,70

<sup>1</sup>C.O – Carbono orgânico total pelo método Walkey-Black

Estas fontes foram fornecidas em cinco níveis, representando 25%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada. A dose recomendada dos fertilizantes foi baseada no N fornecido por 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, média utilizada na região (Porto et al., 1999). Todos os adubos orgânicos e o mineral forneceram as mesmas quantidades de N conforme o Quadro 3.

Quadro 3 – Teor de nitrogênio nos adubos, doses dos adubos orgânicos e mineral e fornecimento de nitrogênio para 100% da recomendação

Adubo	Teor de N	Dose do adubo	N fornecido
	dag kg <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
Esterco bovino	1,5	60.000	900
Esterco de ave	1,4	64.286	900
Esterco ovino	1,4	64.286	900
Uréia (mineral)	44,0	2.045	900

No tratamento do fertilizante químico o N foi fornecido como uréia conforme o Quadro 3, o fósforo na forma de superfosfato simples usando 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e o potássio na forma de cloreto de potássio, usando 60kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, atendendo às necessidades da cultura conforme análise química (Quadro 1). De acordo com as recomendações da Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado de Pernambuco (1998). Parte do Nitrogênio (40%) foi colocado em fundação com todo o fósforo e potássio numa profundidade de 10 cm, o restante do nitrogênio foi colocado em cobertura 15 dias após o transplântio.

#### 3.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com arranjo fatorial [(3 x 5) + 2], sendo três fontes de matéria orgânica e cinco níveis, com dois tratamentos adicionais, um com fertilizante químico e uma testemunha absoluta, em quatro blocos com uma repetição por bloco, totalizando 68 parcelas.

Cada bloco foi constituído por 17 parcelas de 1,875m<sup>2</sup> de área total, tendo 1,00m x 0,75m na área útil da parcela, com 12 plantas, num espaçamento de 0,25m x 0,25m.

#### 3.5. Condução do experimento

O experimento foi conduzido no campo e a área foi preparada manualmente, cada bloco foi formado por dois canteiros, os canteiros foram levantados manualmente com o auxílio da enxada, linha e trena para medição. Na marcação das parcelas nos canteiros foi usada uma grade com 1,25m de largura com 1,50m de comprimento, onde também continha a marcação do espaçamento utilizado, as parcelas foram separadas

por tábuas medindo 8 cm de altura onde eram fixadas no solo impedindo o contato entre os esterco presentes nas parcelas. Após o preparo das parcelas nos blocos, foi realizada a aplicação dos adubos orgânicos, nos níveis testados, 10 dias antes do transplante das mudas numa profundidade de 20cm.

As mudas foram preparadas no viveiro da Escola Agrotécnica Federal de Crato, em bandejas de isopor com 128 células em forma de pirâmide truncada invertida com volume de 35,2cm<sup>3</sup>, usando o substrato comercial plantimax, semeando-se três sementes por célula, onde foi feito o desbaste deixando-se uma plântula por célula de 8-10 dias após a germinação.

O transplante foi realizado quando as mudas apresentavam quatro a seis folhas definitivas, com aproximadamente 30 dias, no espaçamento de 0,25m x 0,25m. As irrigações foram realizadas com sistema de irrigação por micro-aspersão com emissores distanciados 3,5m x 3,5m com vazão de 79 L /h, As capinas foram realizadas manualmente, no primeiro cultivo foram realizadas duas capinas aos 10 dias e 20 dias após o transplante, no segundo, terceiro, quarto e quinto cultivos só foram necessárias uma única capina que foram realizadas aos 15 dias após o transplante.

O plantio do primeiro cultivo foi realizado no dia 14 de abril de 2005, sendo o segundo, terceiro, quarto e quinto cultivos sucessivos sem interrupção. As temperaturas médias diárias durante o primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto cultivos foram respectivamente 25,5 °C; 24,5°C; 24,5°C; 24,3°C; 25,5°C. As precipitações durante o primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto cultivos foram 60mm, 50mm, 9mm, 12mm, 00mm.

A colheita do primeiro cultivo foi feita aos 30 dias do plantio na área útil de cada parcela, retirando-se todas as plantas inteiras. Após a colheita do primeiro cultivo foi feito o plantio do segundo e após 30 dias a colheita do segundo cultivo. Da mesma maneira foram conduzidos o terceiro, quarto e quinto cultivos.

### 3.6. Variáveis analisadas

Antes da colheita, foi realizada a avaliação comercial do produto, consultando-se dois produtores de alface e dois comerciantes da Central de Abastecimento da Cidade do Crato, que classificaram o número de plantas de cada parcela como: primeira, segunda e refugo. Esta classificação foi realizada pelo aspecto visual, cor, turgidez das plantas para a comercialização. Com base na média desses dados, foi calculada a percentagem do produto de primeira qualidade para todos os tratamentos de cada cultivo.



No momento da colheita do primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto cultivos, foi medida a massa fresca de todas as plantas da área útil de cada parcela. Logo após, foi sorteada uma planta, contando-se o número de folhas, pesando-se para a obtenção da matéria fresca ( $\text{g planta}^{-1}$ ) e secando-se em estufa a  $65^{\circ}\text{C}$ , até atingir peso constante para determinação da matéria seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ). Calculando-se a produtividade com base na colheita da área útil.

Foi realizada uma amostragem de solo na profundidade de 20cm em cada parcela no momento do transplântio (tempo zero), aos 30 dias do primeiro cultivo no canteiro, 30 dias após o transplântio do segundo cultivo, 30 após o transplântio do terceiro cultivo, 30 após o quarto e 30 após o quinto, para avaliação do efeito residual. Estas amostras (compostas) foram secas ao ar e destoroadas e passadas em peneira de malha de 2mm para a determinação do carbono orgânico total pelo método Walkey Black (Mendonça & Matos, 2005), do nitrogênio total pelo método Kjeldahl (Malavolta et al., 1989) e extração do P e K pelo Mehlich-1 e determinação do P por colorimetria e do K por fotometria de chama (EMBRAPA, 1997).

Para cada cultivo, as variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância e modelos de regressão foram testados entre as variáveis dependentes e as doses de esterco aplicados. Para comparação com o tratamento de fertilização química aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Classificação comercial do produto**

Para os três tipos de esterco testados, observou-se que no primeiro cultivo, tomando como base uma classificação comercial boa acima de 90% de plantas primeira, sendo esta classificação feita pelo aspecto visual, cor e turgidez, não há necessidade de adubações com níveis elevados como 150% e 200% da dose recomendada, pois a partir de 25% da dose recomendada as plantas alcançaram boa classificação comercial. Ainda para o primeiro cultivo, os três esterco proporcionaram classificação comercial semelhante e sem diferença para o fertilizante químico (Figura 1).

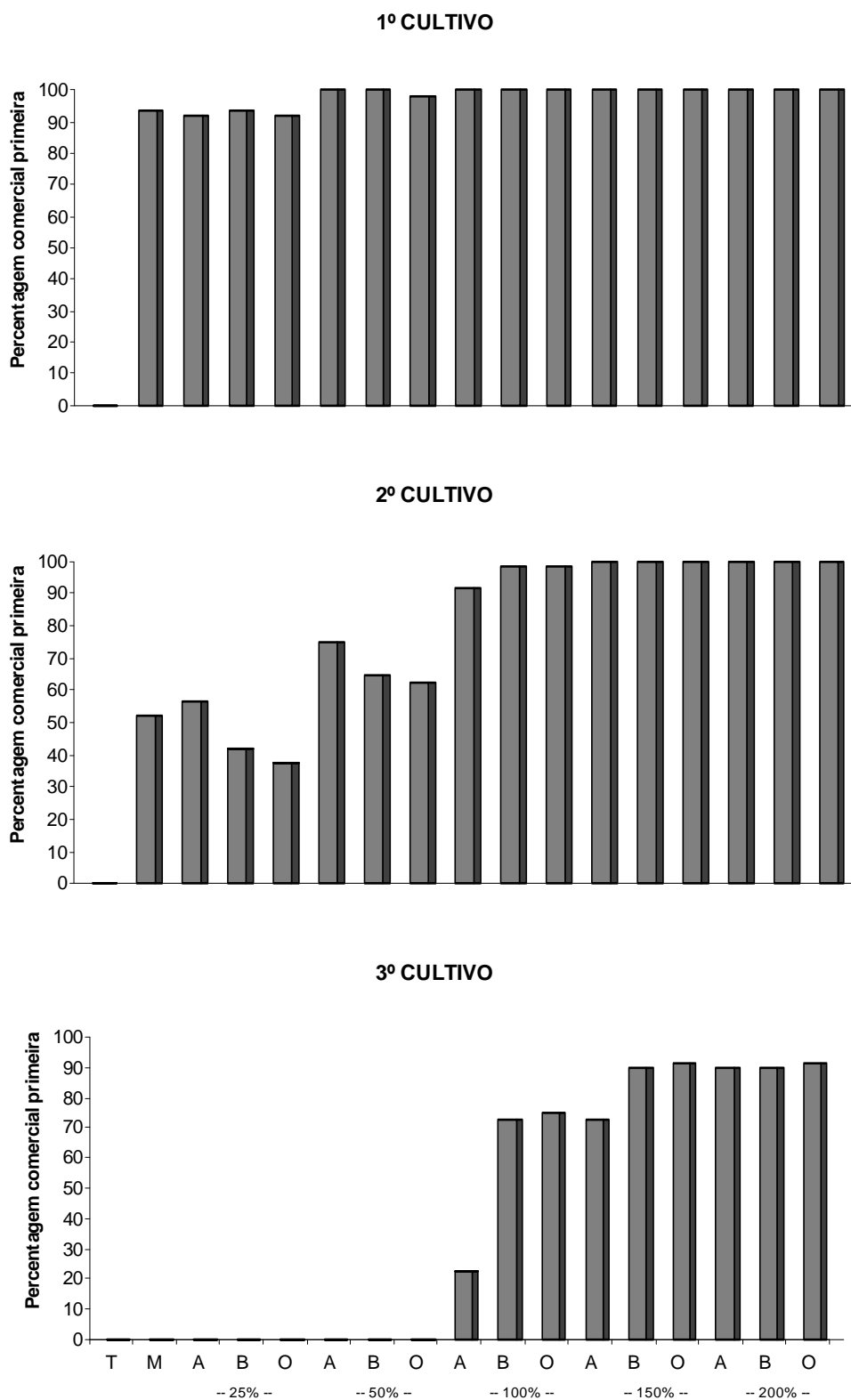


Figura 1 – Proporção de plantas de alface classificadas como “primeira” em três cultivos consecutivos. T (testemunha), M (fert. químico), A (ave), B (bovino), O (ovino); 25, 50, 100, 150 e 200 % da dose, respectivamente.

Para o segundo cultivo obteve-se classificação primeira acima de 90% com doses a partir de 100% da dose recomendada, enquanto que a adubação mineral já não apresentou resultados positivos de plantas classificadas como primeira, sendo necessário adubar quimicamente para o segundo cultivo. Possivelmente, o fertilizante químico foi solubilizado rapidamente, servindo de fonte de nutrientes para o primeiro cultivo, mas não deixando reserva para os cultivos subsequentes, justificando novas aplicações a cada cultivo de alface, apesar de ser uma cultura de ciclo curto.

Analisando o terceiro cultivo, nota-se que as doses de 150% e 200% da dose recomendada para ovino apresentaram ainda classificação comercial adequada. Provavelmente, os nutrientes fornecidos por este esterco foram suficientes para proporcionar esta classificação comercial ainda no terceiro cultivo. A mineralização dos nutrientes neste esterco, deve ter ocorrido de maneira mais lenta permitindo atender à demanda nutricional da cultura nas doses mais elevadas por mais tempo. O esterco de ave não conseguiu promover o desenvolvimento das plantas nem com 100% da dose recomendada, alcançando apenas 22% do produto de primeira qualidade.

As plantas do quarto e quinto cultivos não foram classificadas comercialmente como alface do tipo primeira, para nenhum dos tratamentos estudados, por isso não foram apresentados seus resultados. Possivelmente, os nutrientes fornecidos ao solo pela mineralização dos esterco só foram suficientes para proporcionar plantas bem desenvolvidas até o terceiro cultivo.

Além de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo o uso de adubos orgânicos contribui como fonte de nitrogênio para a cultura da alface interferindo diretamente sobre sua produtividade. Os resultados obtidos nas características comerciais concordam com os obtidos por Yuri et al. (2004), justificando o uso destes produtos orgânicos na fertilização da cultura da alface para a região do Crato.

Estes resultados para o período chuvoso onde há escassez de alface na central de abastecimento do Crato, tanto para o primeiro, segundo e terceiro cultivos, as doses de 100% acima da dose recomendada para os três tipos de esterco testados estariam com classificação comercial primeira. Contudo, se a aplicação do adubo corresponder a quantidades inferiores a 100% da dose recomendada, deve-se fazer nova aplicação a cada cultivo para se obter plantas com classificação comercial primeira.

## 4.2. Produtividade de alface

A interação entre os tipos de esterco e as doses foram significativas para os cinco cultivos de alface. No primeiro cultivo, as doses que proporcionaram maiores produções de matéria fresca foram 100%, 150% e 200% da dose recomendada para o esterco de ave (Quadro 4). Entretanto, os resultados médios alcançados de produção de matéria fresca de 134,7; 100,5 e 100,0 g planta<sup>-1</sup> para os esterco de ave, bovino e ovino, respectivamente, foram baixos em relação aos encontrados na literatura. Santos et al. (1994), usando composto orgânico em alface, alcançaram a produção máxima de matéria fresca de 321,69 g planta<sup>-1</sup>, com 65,85 t ha<sup>-1</sup> do composto e Yuri et al. (2004) relatam uma produção máxima de matéria fresca de 914,2 g planta<sup>-1</sup> com 59,4 t ha<sup>-1</sup>. Apesar das possíveis diferenças entre as cultivares utilizadas nos três trabalhos, os autores citados superam bastante os resultados deste trabalho. Estes baixos rendimentos encontrados podem, também, estar relacionados às condições do meio, como pelas temperaturas observadas no período do experimento, que podem ter contribuído negativamente para o crescimento das plantas.

Concordando com estes resultados, Neto et al. (1990), usando 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de esterco de ave e 120 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, obtiveram, respectivamente, produções de 72,1 e 136,0 g planta<sup>-1</sup>. E Vidigal et al. (1995), usando composto orgânico preparado com esterco bovino, alcançaram produções de 70,2 g planta<sup>-1</sup> com uma dose de 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> do composto, valores estes próximos aos aqui apresentados.

A produção máxima de matéria fresca (173,75 g planta<sup>-1</sup>) foi obtida com 200% do esterco de ave, correspondendo a 128,57 t ha<sup>-1</sup> do esterco. Para o esterco bovino, na dose de 120 t ha<sup>-1</sup>, obteve-se produção de 130,00 g planta<sup>-1</sup> e para o esterco ovino, na dose de 128,57 t ha<sup>-1</sup>, uma produção máxima de 129,50 g planta<sup>-1</sup>.

Contudo, na produção de matéria seca, o esterco de ave, não acarretou diferenças entre as doses de 25% a 200% e fertilizante químico, assemelhando-se, também, às três últimas doses dos esterco bovino e ovino. Observou-se que o esterco de ave foi o mais efetivo no incremento da produção de matéria seca das plantas de alface, mesmo nas menores doses. Nicoulaud et al. (1990) observaram aumentos na produção da matéria seca em plantas de alface usando cama de aviário, sendo os mais altos rendimentos alcançados com as doses de 24 a 36 t ha<sup>-1</sup>, o

mesmo foi verificado por Saminêz et al. (2002) com a aplicação de 30 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino.

Quadro 4 – Produção de matéria fresca e seca (g planta<sup>-1</sup>), produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), matéria fresca (kg parcela<sup>-1</sup>) e número de folhas em função da adubação com esterco de ave, bovino e ovino em doses crescentes, adubação com fertilizante químico, no primeiro cultivo de alface.

Tratamento	Matéria <sup>(1)</sup>		Produtividade <sup>(2)</sup>	Matéria	
	Fresca	Seca		Fresca	Nº de <sup>(1)</sup> Folhas
	g planta <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>	kg parcela <sup>-1</sup>	
Testemunha	48,00 g	2,67 c	10.900 f	0,82 e	9,75 d
Fert. Químico	112,75 cde	4,78 abc	21.637 abcde	1,57 abcd	12,75 abcd
25% Ave	82,50 efg	4,99 ab	18.417 cdef	1,38 bcde	13,00 abcd
50% Ave	112,25 cdef	5,00 ab	19.080 bcde	1,43 bcde	14,50 abc
100% Ave	141,50 abc	5,46 ab	26.720 ab	2,00 ab	15,00 abc
150% Ave	163,75 ab	5,40 ab	28.517 a	2,14 a	17,00 a
200% Ave	173,75 a	6,64 a	29.217 a	2,19 a	17,00 a
25% Bovino	75,00 fg	3,40 bc	14.550 ef	1,09 de	11,25 bcd
50% Bovino	86,25 ef	3,46 bc	16.517 def	1,24 cde	12,50 bcd
100% Bovino	102,50 def	4,79 abc	19.533 bcde	1,47 bcde	13,75 abcd
150% Bovino	108,75 cdef	4,68 abc	23.533 abcd	1,77 abc	15,50 ab
200% Bovino	130,00 bcd	6,17 a	25.753 abc	1,93 ab	15,00 abc
25% Ovino	76,25 efg	3,52 bc	14.250 ef	1,07 de	10,75 cd
50% Ovino	90,00 ef	3,75 bc	16.650 def	1,25 cde	13,75 abcd
100% Ovino	100,00 def	5,25 ab	19.000 bcde	1,43 bcde	14,50 abc
150% Ovino	104,25 cdef	4,44 abc	23.023 abcd	1,73 abcd	15,50 ab
200% Ovino	129,50 bcd	5,43 ab	25.660 abc	1,93 ab	15,00 abc
CV(%)	14,21	19,94	15,82	17,36	12,93

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Matéria fresca, matéria seca e número de folhas de uma planta sorteada na parcela

<sup>2</sup> Produtividade calculada com a área total sem desconto de perda de área

Quanto à produtividade em kg ha<sup>-1</sup>, as doses do esterco de ave que promoveram maiores valores foram 100%, 150% e 200% da dose recomendada, para

o esterco bovino e ovino as melhores doses foram as de 150% e 200% da dose recomendada (Quadro 4).

Neste primeiro cultivo o esterco de ave foi melhor que os demais no aumento de produtividade, com valor médio de  $24,39 \text{ t ha}^{-1}$ , enquanto que para o bovino foi alcançada uma média de  $19,98 \text{ t ha}^{-1}$  e para o ovino de  $19,72 \text{ t ha}^{-1}$ . Entretanto, os valores foram inferiores a alguns observados na literatura:  $46,9 \text{ t ha}^{-1}$  (Ricci et al., 1994) e  $50 \text{ t ha}^{-1}$  (Santos et al., 1994), ambos usando composto orgânico. Contudo, Neto et al. (1990) apresentam rendimentos de  $15,1 \text{ t ha}^{-1}$  com esterco bovino e  $8,0 \text{ t ha}^{-1}$  com cama de aviário; e Porto et al. (1999), produções de  $11,2 \text{ t ha}^{-1}$  com cama de aviário e de  $13,8 \text{ t ha}^{-1}$  com esterco bovino.

O mesmo ocorreu em relação à matéria fresca por parcela, em que as doses 100%, 150% e 200% da dose recomendada para ave, 150% e 200% da dose recomendada para bovino e ovino não diferiram do fertilizante químico.

Quanto ao número de folhas por planta, as doses de 25% a 200% da dose recomendada para ave; 100%, 150% e 200% da dose recomendada para bovino e 50% a 200% da dose recomendada para ovino não diferiram do fertilizante químico, no primeiro cultivo.

Concordando com estes resultados, Vidigal et al. (1995), aplicando composto orgânico preparado com esterco bovino nas quantidades de  $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  a  $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , não encontraram diferença entre estas quantidades, obtendo uma média de 30 folhas por planta. Enquanto que Porto et al. (1999), aplicando uma dose de  $80 \text{ t ha}^{-1}$  de esterco de ave e bovino, encontraram os maiores números de folhas por planta de alface, cerca de 18. Neste trabalho, com as doses de  $96,42 \text{ t ha}^{-1}$  e  $128,57 \text{ t ha}^{-1}$  de esterco de ave no primeiro cultivo foram verificadas 17 folhas, próximo do encontrado por Porto et al. (1999). Estas diferenças podem estar relacionadas às características da cultivar utilizada em cada trabalho.

Entretanto, com a aplicação de  $90 \text{ t ha}^{-1}$  e  $120 \text{ t ha}^{-1}$  de esterco bovino e  $96,4 \text{ t ha}^{-1}$  e  $128,57 \text{ t ha}^{-1}$  de esterco ovino, observou-se menor número de folhas (Quadro 4) que o encontrado por Vidigal et al. (1995) e Porto et al. (1999), demonstrando maior potencialidade do esterco de ave em relação aos demais no primeiro cultivo de alface.

Em todas as variáveis avaliadas, a testemunha foi o tratamento que apresentou valores inferiores, por não ter recebido nutrientes via fertilização. Ou seja, o solo não foi capaz de suportar a produção da cultura sem acréscimos de fertilizantes.

Com isto observamos que os adubos orgânicos aplicados ao solo sempre proporcionaram respostas positivas à produção das culturas, chegando a igualarem ou até mesmo superarem os efeitos dos fertilizantes concordando com Kiehl (1985).

No segundo cultivo de alface, em geral, houve um incremento de produção em relação ao primeiro cultivo para as variáveis avaliadas. Isso foi observado com maior intensidade para os esterços bovino e ovino (Quadros 4 e 5).

Os tratamentos que apresentaram maiores produções de matéria fresca por planta foram os de 200% do esterco de ave, 200% do bovino e 100%, 150% e 200% do esterco ovino, diferindo das menores doses dos três esterços, da testemunha e do fertilizante químico. Foram alcançadas produções máximas de 221,5, 225,0 e 296,7 g planta<sup>-1</sup>, nas doses de 128,57, 120,00 e 128,57 t ha<sup>-1</sup> dos esterços de ave, bovino e ovino, respectivamente.

A produção de matéria seca não difereu estatisticamente entre o esterco de ave na dose de 150% e as doses de 100%, 150% e 200% do esterco ovino, mostrando um aumento de matéria seca em relação ao primeiro cultivo. É provável que a mineralização da matéria orgânica tenha sido mais lenta nos tratamentos dos esterços bovino e ovino em relação ao de ave, o que pode ter acarretado as maiores produções com o esterco de ave no primeiro cultivo e uma inversão observada a partir do segundo cultivo. O esterco de ave apresenta menores teores de carbono em relação aos demais (Quadro 2) sendo, portanto, mais rapidamente decomposto que estes, disponibilizando logo os nutrientes.

No segundo cultivo foram obtidas as maiores produtividades em kg ha<sup>-1</sup> (Quadro 5), superando inclusive as médias da região de cerca de 20.000 kg ha<sup>-1</sup> (dados informais de produtores). Para esta variável, a melhor dose foi 200% da dose recomendada para ovino, seguindo-se de boa produtividade as doses 100%, 150% ovino e 150% 200% de ave e bovino. Na matéria fresca por parcela foi observado o mesmo desempenho.

Aplicando cama de aviário, Nicoulaud et al. (1990) verificaram aumentos no rendimento de matéria seca em plantas de alface, sendo os rendimentos mais elevados obtidos com as doses de 24 a 36 t ha<sup>-1</sup>. Enquanto que Porto et al. (1999) obtiveram maiores produtividades com cama de galinha na dosagem de 80 t ha<sup>-1</sup>. Neste trabalho, as maiores produtividades foram alcançadas com esterco de ave, com aplicações de 64,27 t ha<sup>-1</sup> a 128,53 t ha<sup>-1</sup>. O esterco de ave usado neste estudo

apresentou teor de N mais baixo que os encontrados na literatura (Quadro 2), por isso as doses aplicadas foram superiores às de Nicoulaud et al. (1990).

Quadro 5 – Produção de matéria fresca e seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ), produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), matéria fresca ( $\text{kg parcela}^{-1}$ ) e número de folhas em função da adubação com esterco de ave, bovino e ovino em doses crescentes, adubação com fertilizante químico, no segundo cultivo de alface.

Tratamento	Matéria <sup>(1)</sup>	Matéria <sup>(1)</sup>	Produtividade <sup>(2)</sup>	Matéria	Nº de <sup>(1)</sup> Folhas
	Fresca	Seca		Fresca	
	$\text{g planta}^{-1}$		$\text{kg ha}^{-1}$	$\text{kg parcela}^{-1}$	
Testemunha	42,50 f	1,86 f	8.730 h	0,66 h	9,50 f
Fert. Químico	131,00 de	5,41 bcdf	21.917efg	1,64 efg	12,25 ef
25% Ave	106,75 ef	4,05 def	19.077 fg	1,43 fg	14,00 def
50% Ave	108,00 ef	4,11 cdef	19.587 fg	1,47 fg	14,25 cde
100% Ave	187,25 bcd	5,80 bcde	26.643 de	2,00 de	16,25 bcde
150% Ave	216,75 bc	6,43 abc	33.007 bc	2,48 bc	17,00 abcd
200% Ave	221,50 ab	6,25 bcd	36.617 b	2,75 b	16,75 abcde
25% Bovino	114,75 def	4,17 cdef	19.667 fg	1,48 fg	13,75 def
50% Bovino	115,75 def	4,15 cdef	20.387 fg	1,53 fg	14,00 def
100% Bovino	187,50 bcd	5,93 bcde	27.953 cd	2,10 cd	15,75 bcde
150% Bovino	212,50 bc	5,85 bcde	34.873 b	2,62 b	16,75 abcde
200% Bovino	225,00 ab	5,64 bcde	37.597 b	2,82 b	18,75 abc
25% Ovino	107,25 ef	3,75 ef	17.153 g	1,29 g	13,75 def
50% Ovino	140,75 cde	5,60 bcde	23.043 def	1,73 def	15,00 bcde
100% Ovino	223,50 ab	6,69 ab	35.800 b	2,69 b	19,00 ab
150% Ovino	236,00 ab	6,99 ab	37.331 b	2,80 b	19,00 ab
200% Ovino	296,75 a	8,62 a	47.107 a	3,53 a	21,00 a
CV(%)	19,69	18,25	8,31	8,31	12,54

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Matéria fresca, matéria seca e número de folhas de uma planta sorteada na parcela

<sup>2</sup> Produtividade calculada com a área total sem desconto de perda de área

Para o número de folhas, as melhores doses foram 150%, 200% da dose recomendada para ave e bovino; 100%, 150% e 200% da dose recomendada para



ovino, sendo esta uma variável importante por ser a alface uma hortaliça folhosa para consumo na forma de folhas frescas.

Apesar dos decréscimos de produtividade no terceiro cultivo (Quadro 6) os resultados observados demonstram que ainda há a capacidade de manutenção da cultura com as doses mais elevadas dos esterços utilizados, principalmente para bovino e ovino, mostrando assim o efeito residual para as maiores doses até o terceiro cultivo. As melhores doses para a matéria fresca foram 150% e 200% da dose recomendada para ovino, sem diferenças estatísticas entre si. Para as doses de 25% e 50% dos três tipos de esterços, verificou-se uma diminuição na matéria fresca em relação ao primeiro e segundo cultivos, mostrando a necessidade de nova adubação.

As maiores produções de matéria seca foram obtidas com as doses de 150% e 200% de esterco de ave e bovino e 100%, 150% e 200% de esterco ovino (Quadro 6). Verificou-se uma diminuição na produção de matéria seca para as outras doses dos três tipos de esterco, também em relação aos cultivos anteriores, evidenciando um baixo efeito residual dos esterços no terceiro cultivo. As doses mais elevadas parecem continuar fornecendo os nutrientes para manter as plantas até o terceiro cultivo, não sendo necessário nova aplicação dos mesmos.

O esterco ovino nas doses de 150% e 200% e o de bovino na de 200% promoveram maiores produtividades, diminuindo em relação ao segundo cultivo (Quadro 5) e superando o primeiro (Quadro 4), o mesmo sendo observado na produção de matéria fresca na parcela. Quanto ao número de folhas, as melhores doses foram 150% e 200% da dose recomendada para ovino. Observou-se que o número de folhas diminuiu em relação ao segundo cultivo para todas as doses dos três tipos de esterco, sendo um fator negativo para a comercialização do produto.

No 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 (Quadros 7 e 8). Não foram encontrados na literatura resultados de vários cultivos de alface, que possibilitassem comparações com os obtidos neste trabalho, provavelmente pelas elevadas exigências nutricionais da cultura, que acarretam fertilizações sempre a cada cultivo.

Quadro 6 – Produção de matéria fresca e seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ), produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), matéria fresca ( $\text{kg parcela}^{-1}$ ) e número de folhas em função da adubação com esterco de ave, bovino e ovino em doses crescentes, adubação com fertilizante químico, no terceiro cultivo de alface.

Tratamento	Matéria <sup>(1)</sup>		Produtividade <sup>(2)</sup>	Matéria Fresca	Nº de <sup>(1)</sup> Folhas
	Fresca	Seca			
	$\text{g planta}^{-1}$		$\text{kg ha}^{-1}$	$\text{kg parcela}^{-1}$	
Testemunha	37,25 g	1,76 f	8.717 g	0,65 g	9,25 e
Fert. Químico	50,25 g	2,07 ef	10.133 fg	0,76 fg	9,25 e
25% Ave	75,00 efg	2,57 ef	12.333 efg	0,93 efg	10,75 de
50% Ave	69,50 efg	2,58 ef	12.367 efg	0,93 efg	11,25 cde
100% Ave	110,00 de	3,85 cdef	17.617 cdef	1,32 cdef	12,25 cd
150% Ave	150,00 bcd	6,27 a	20.700 cd	1,55 cd	13,50 cd
200% Ave	172,00 b	4,71 abcd	22.583 bc	1,69 bc	13,50 cd
25% Bovino	57,25 fg	1,89 f	12.050 efg	0,90 efg	11,25 cde
50% Bovino	68,75 efg	2,66 def	12.900 efg	0,97 efg	11,75 cde
100% Bovino	124,00 cd	4,05 bcde	19.150 cde	1,44 cde	13,00 cd
150% Bovino	167,00 bc	6,26 a	22.883 bc	1,72 bc	13,25 cd
200% Bovino	187,50 b	6,12 ab	23.783 abc	1,78 abc	13,75 bc
25% Ovino	75,75 efg	2,84 def	13.267 defg	1,00 defg	12,25 cd
50% Ovino	102,75 def	3,85 cdef	14.567 defg	1,09 defg	12,50 cd
100% Ovino	165,25 bc	5,19 abc	23.133 bc	1,74 bc	13,25 cd
150% Ovino	264,00 a	6,51 a	29.817 ab	2,24 ab	16,50 ab
200% Ovino	252,25 a	5,60 abc	30.937 a	2,32 a	17,50 a
CV(%)	16,99	22,49	18,32	18,32	9,55

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Matéria fresca, matéria seca e número de folhas de uma planta sorteada na parcela

<sup>2</sup> Produtividade calculada com a área total sem desconto de perda de área

Foram observadas reduções de 64,10%, 63,34%, 49,35 % e 39,64% entre as produções de matéria fresca em  $\text{g planta}^{-1}$  e  $\text{kg ha}^{-1}$ , matéria seca em  $\text{g planta}^{-1}$  e número de folhas entre o segundo e quarto cultivos de alface. Do quarto para o quinto cultivos, as reduções não foram tão elevadas, pelo esgotamento da capacidade de suporte da cultura pelo solo.

Quadro 7 – Produção de matéria fresca e seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ), produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), matéria fresca ( $\text{kg parcela}^{-1}$ ) e número de folhas em função da adubação com esterco de ave, bovino e ovino em doses crescentes, adubação com fertilizante químico, no quarto cultivo de alface.

Tratamento	Matéria <sup>(1)</sup>		Produtividade <sup>(2)</sup>	Matéria Fresca	Nº de <sup>(1)</sup> Folhas
	Fresca	Seca			
	g planta <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>	kg parcela <sup>-1</sup>	
Testemunha	22,25 f	1,05 f	5.750 a	0,43 c	7,25 g
Fert. Químico	26,75 ef	1,19 ef	7.003 a	0,53 bc	8,00 fg
25% Ave	38,25 ef	1,83 def	7.780 a	0,58 bc	8,25 efg
50% Ave	40,50 ef	1,77 def	8.033 a	0,60 abc	8,25 efg
100% Ave	54,00 de	2,48 cdef	10.333 a	0,78 abc	9,50 cdef
150% Ave	72,75 bcd	3,14 bcde	12.383 a	0,93 ab	9,50 cdef
200% Ave	88,00 abc	3,64 abcd	12.667 a	0,95 ab	10,75abc
25% Bovino	38,25 ef	1,82 def	7.993 a	0,60abc	8,00 fg
50% Bovino	39,75 ef	1,72 def	8.333 a	0,63 abc	8,25 efg
100% Bovino	77,25 abcd	3,22 bcd	10.667 a	0,80 abc	10,00 bcde
150% Bovino	86,00 abc	4,02 abc	12.667 a	0,95 ab	10,25 abcd
200% Bovino	100,75 ab	5,25 a	13.100 a	0,98 ab	11,75 ab
25% Ovino	39,25 ef	1,91 def	8.050 a	0,60abc	8,25 efg
50% Ovino	49,50 def	2,26 cdef	8.433 a	0,63 abc	8,75 defg
100% Ovino	70,75 cd	3,07 bcde	10.667 a	0,80 abc	10,50 abcd
150% Ovino	86,00 abc	4,51 ab	12.800 a	0,96 ab	11,75 ab
200% Ovino	101,75 a	3,32 abcd	14.333 a	1,08 a	12,00 a
CV (%)	20,80	32,37	26,79	26,79	8,09

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Matéria fresca, matéria seca e número de folhas de uma planta sorteada na parcela

<sup>2</sup> Produtividade calculada com a área total sem desconto de perda de área

No geral, as doses que proporcionaram resultados superiores das variáveis de produção foram as mais elevadas. Mesmo assim, estes resultados são baixos para a potencialidade da cultura, evidenciando, mais uma vez, a necessidade de novas aplicações de fertilizantes para a obtenção de boas produtividades.

Quadro 8 – Produção de matéria fresca e seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ), produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), matéria fresca ( $\text{kg parcela}^{-1}$ ) e número de folhas em função da adubação com esterco de ave, bovino e ovino em doses crescentes, adubação com fertilizante químico, no quinto cultivo de alface.

Tratamento	Matéria <sup>(1)</sup>		Produtividade <sup>(2)</sup>	Matéria Fresca	Nº de <sup>(1)</sup> Folhas
	Fresca	Seca			
	g planta <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>	kg parcela <sup>-1</sup>	
Testemunha	22,00 c	1,00 d	5.000 d	0,38 d	7,25 b
Fert. Químico	23,00 c	1,06 d	5.667 d	0,43 d	7,50 b
25% Ave	25,25 c	1,06 d	5.700 d	0,43 d	7,75 b
50% Ave	33,25 c	1,67 cd	7.000 bcd	0,53 bcd	8,00 ab
100% Ave	33,25 c	1,49 cd	8.333 abcd	0,63 abcd	9,25 a
150% Ave	36,25 bc	1,57 cd	10.400 abcd	0,78 abcd	9,25 a
200% Ave	58,75 abc	2,64 abcd	10.500 abcd	0,79 abcd	9,25 a
25% Bovino	25,25 c	1,09 d	6.183 cd	0,46 cd	8,00 ab
50% Bovino	33,25 c	1,45 cd	7.867 abcd	0,59 abcd	8,25 ab
100% Bovino	41,00 bc	1,69 bcd	9.083 abcd	0,68 abcd	9,25 a
150% Bovino	51,50 abc	2,16 abcd	10.717 abcd	0,80 abcd	9,25 a
200% Bovino	96,25 a	3,80 a	11.667 abc	0,88 abc	9,25 a
25% Ovino	27,50 c	1,21 d	6.667 cd	0,50 cd	8,25 ab
50% Ovino	33,25 c	1,59 cd	7.900 abcd	0,59 abcd	8,00 ab
100% Ovino	46,50 bc	2,10 abcd	10.000 abcd	0,75 abcd	9,25 a
150% Ovino	81,25 ab	3,13 abc	12.667 ab	0,95 ab	9,25 a
200% Ovino	95,50 a	3,41 ab	13.667 a	1,03 a	9,25 a
CV(%)	45,68	39,30	28,37	28,37	6,92

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Matéria fresca, matéria seca e número de folhas de uma planta sorteada na parcela

<sup>2</sup> Produtividade calculada com a área total sem desconto de perda de área

Para avaliar o comportamento das variáveis de crescimento de planta em função das doses de esterco aplicadas foram ajustadas equações de regressão para cada tipo de esterco, nos cinco cultivos da alface. As equações obtidas apresentaram bons coeficientes e foram admitidos parâmetros significativos até 10% de probabilidade.

Com as equações de regressão obtidas foram elaboradas figuras para visualizar as diferenças entre os cinco cultivos consecutivos da alface. Na Figura 2, montada com os resultados estimados da produção de matéria fresca por planta, observa-se aumento no crescimento em função das doses. O esterco de ave no primeiro cultivo proporcionou as produtividades mais elevadas e os maiores incrementos com o esterco de ave ocorreram com as maiores doses.

A produção de matéria fresca no primeiro cultivo foi crescente com o aumento das doses dos esterco, sendo ajustada uma equação quadrática para o esterco de ave e equações lineares para os demais (Figura 2, 1º cultivo). Possivelmente, o esterco de ave apresentou uma disponibilidade de nutrientes rápida, atingindo o máximo de produção neste cultivo, observado pela curvatura da equação. Já para os esterco bovino e ovino foram ajustadas equações lineares, indicando, provavelmente, que os nutrientes não estavam totalmente disponibilizados no primeiro cultivo, por isso, não atingiram o ponto de curvatura.

Na literatura encontram-se alguns resultados avaliados na forma de equações, como o de Santos et al. (1994), usando composto orgânico, que obtiveram uma equação quadrática para a produção de matéria fresca de alface em função das doses de composto. Contudo, Vidigal et al. (1995) apresentam resultados que seguem comportamento linear, usando composto orgânico na cultura da alface. Já Porto et al. (1999), trabalhando com esterco de bovino e cama de galinha, ajustaram uma equação cúbica para bovino e raiz quadrada para o esterco de ave. Neste estudo, os grandes incrementos obtidos com o aumento das doses de esterco de ave possibilitaram que se alcançasse o ponto de modificação da inclinação da curva, caracterizada pelo coeficiente quadrático. Para os esterco de bovino e ovino, os incrementos não são tão altos, com coeficientes lineares 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.

Contudo, para a produção de matéria seca foram ajustadas equações lineares para os três tipos de esterco (Figura 4, 1º cultivo), indicando que esta variável ainda poderia ser incrementada com maiores doses dos mesmos, concordando com os resultados apresentados por Vidigal et al. (1995) usando composto orgânico.

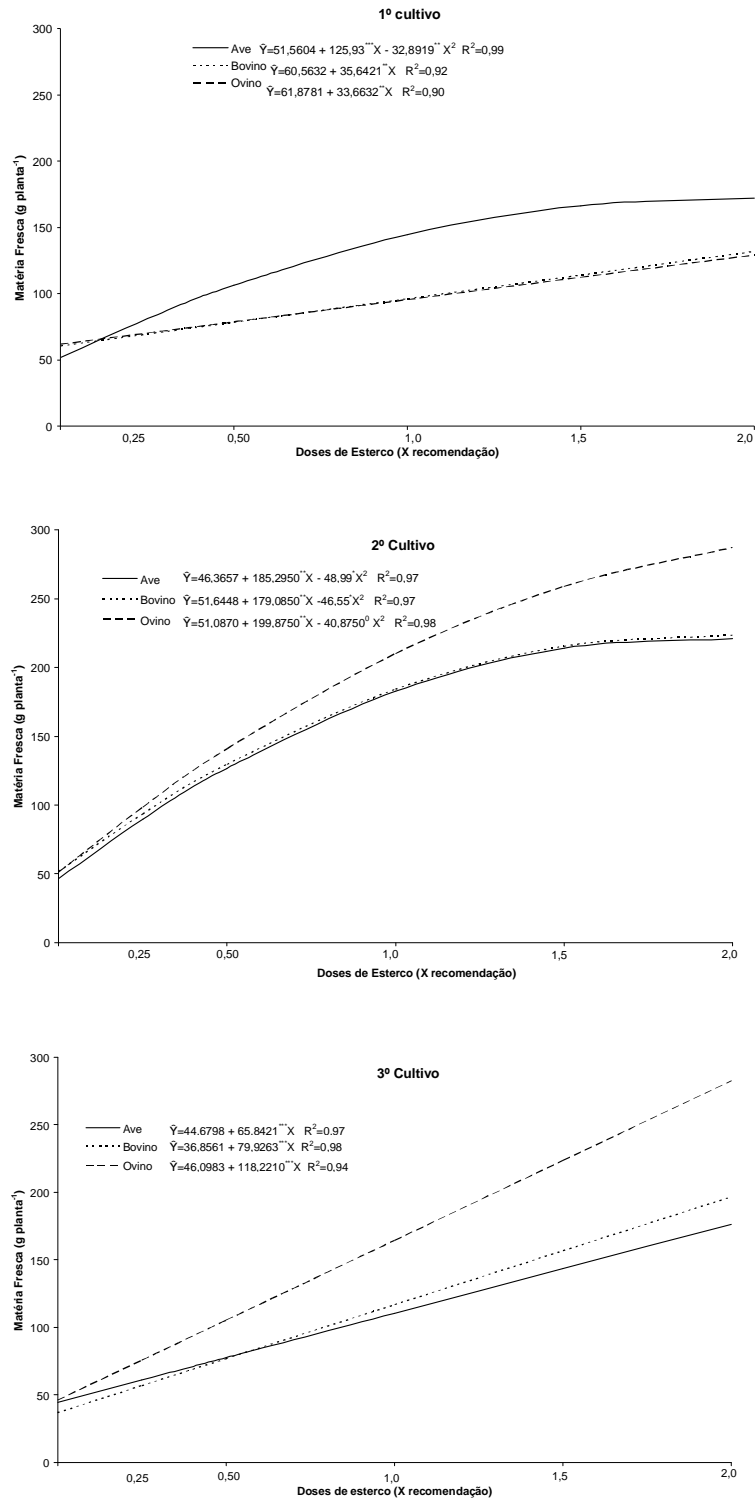


Figura 2. Produção de matéria fresca de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no primeiro, segundo e terceiro cultivos de alfafa.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

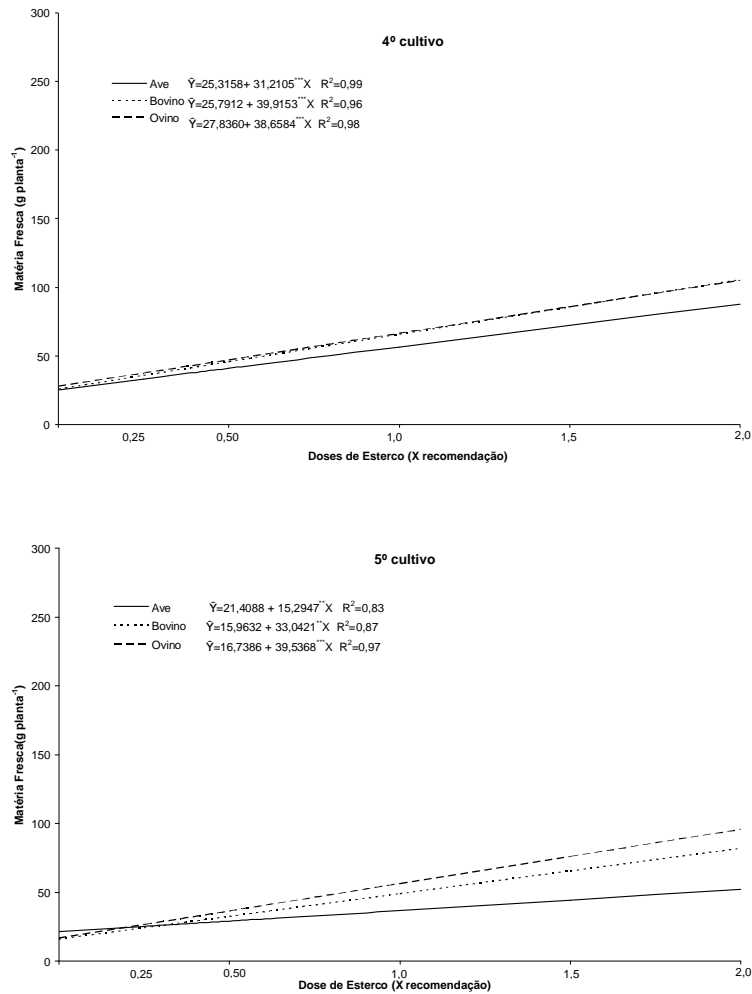


Figura 3. Produção de matéria fresca de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no quarto e quinto cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

Para a produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ , foram obtidas equações quadráticas para os esterco de ave e bovino e raiz quadrada para o esterco ovino. Porto et al. (1999) descrevem um 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.

O número de folhas também foi crescente com o aumento das doses dos três esterco, seguindo um comportamento quadrático, enquanto que Porto et al. (1999) relatam um comportamento de uma equação raiz quadrada para os esterco bovino e cama de aviário.

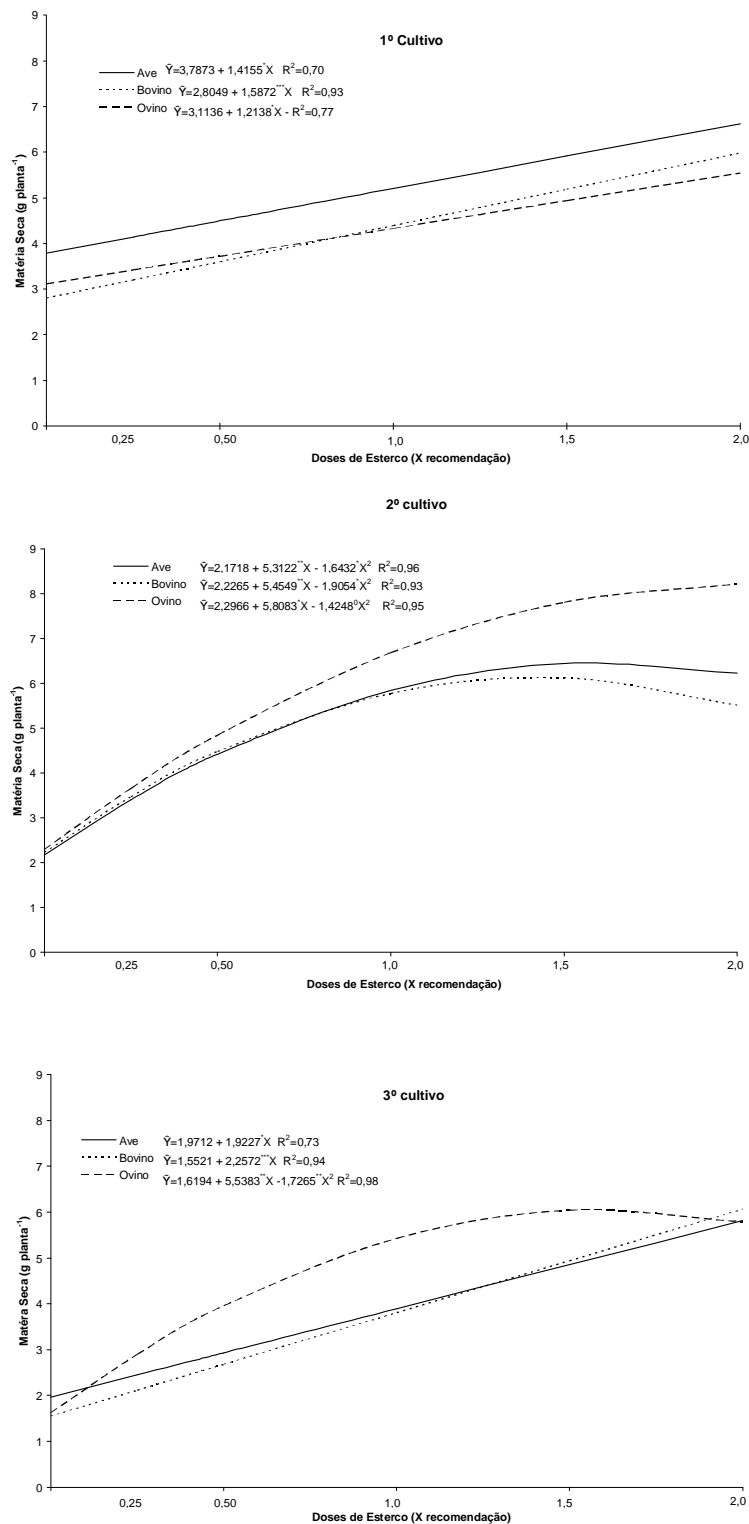


Figura 4. Produção de matéria seca de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;



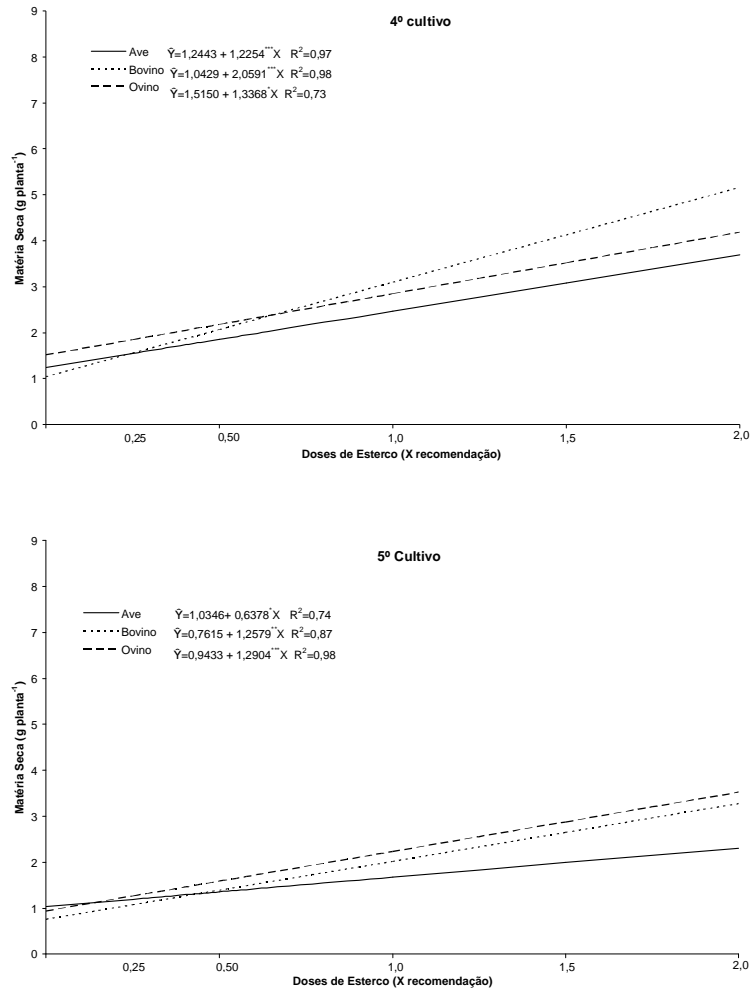


Figura 5. Produção de matéria seca de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no quarto e quinto cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>o</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

No segundo cultivo, as variáveis de crescimento de planta foram ajustadas a equações quadráticas, exceto a produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$  com esterco de ave e número de folhas com esterco bovino (Figuras 2, 4, 6, 8, 2º cultivo). Com dez dias até o plantio do primeiro cultivo, mais trinta dias de cultivo deste, o segundo cultivo da alface parece ter sido desenvolvido em situação de maior disponibilidade de nutrientes, pelo maior tempo de mineralização da matéria orgânica. Os coeficientes quadráticos nas equações indicam decréscimos nos dados de produção avaliados com o uso de doses mais elevadas. E os coeficientes lineares apresentam valores superiores aos obtidos no primeiro cultivo, acarretando maiores incrementos iniciais, ou seja, ao se aplicar pequenas doses dos esterco, os ganhos de produção serão

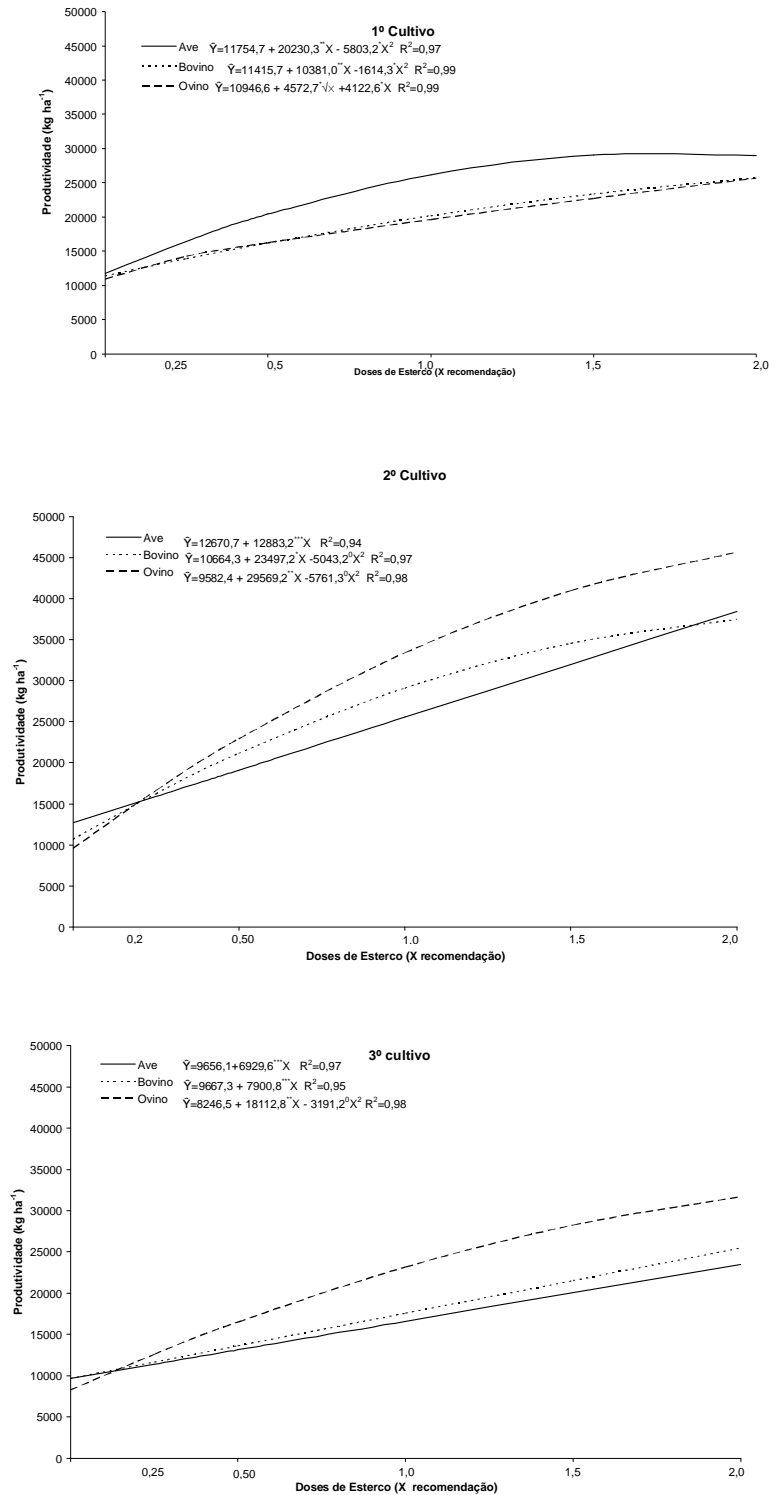


Figura 6. Produtividade de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no primeiro, segundo e terceiro cultivos de alfaca.

\*\*\*, \*\*, \*<sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

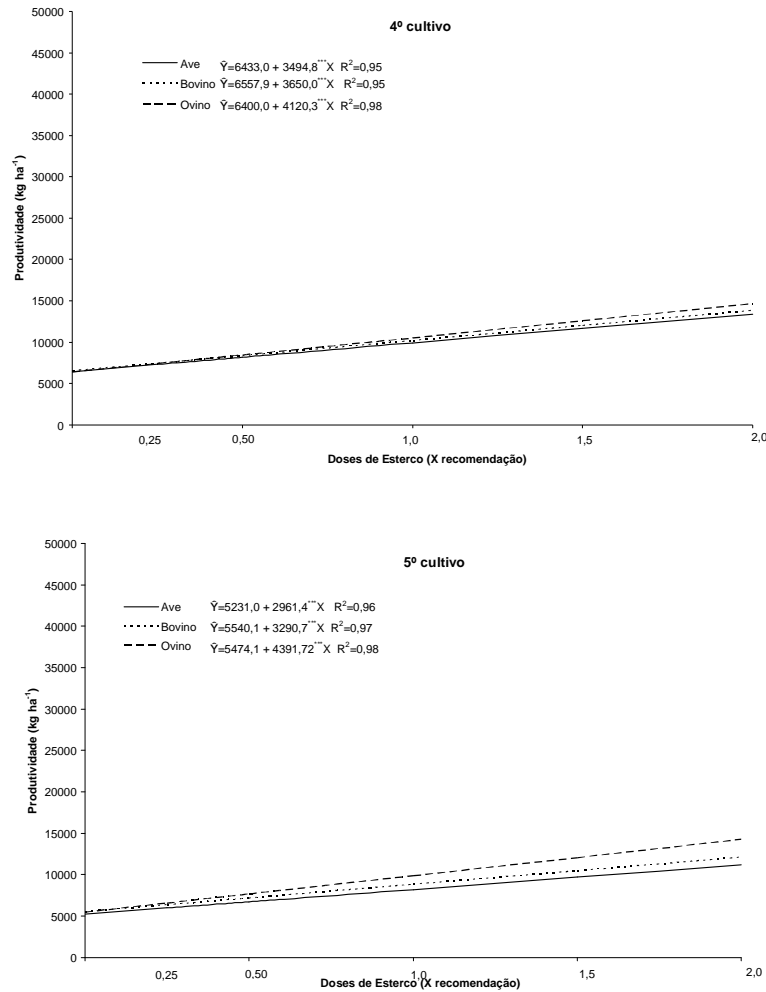


Figura 7. Produtividade de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no quarto e quinto cultivos de alfafa.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>o</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

elevados, equilibrando-se com o crescimento das doses, podendo ocorrer decréscimos de produção nas doses mais elevadas.

Isto adquire importância maior ao se considerar a relação custo/benefício na produção agrícola. Pequenos acréscimos de matéria orgânica podem aumentar a produtividade, contudo, não se justifica o uso de doses mais elevadas, com aumento nos gastos, sem retorno econômico compensatório. Além disso, doses muito altas podem acarretar contaminação de cursos d'água pela lixiviação de elementos fornecidos em excesso.

Até o terceiro cultivo, as plantas ainda conseguiram produzir satisfatoriamente com as maiores doses, entretanto, começa-se a observar quedas na produção, principalmente no esterco de ave em relação aos dois primeiros

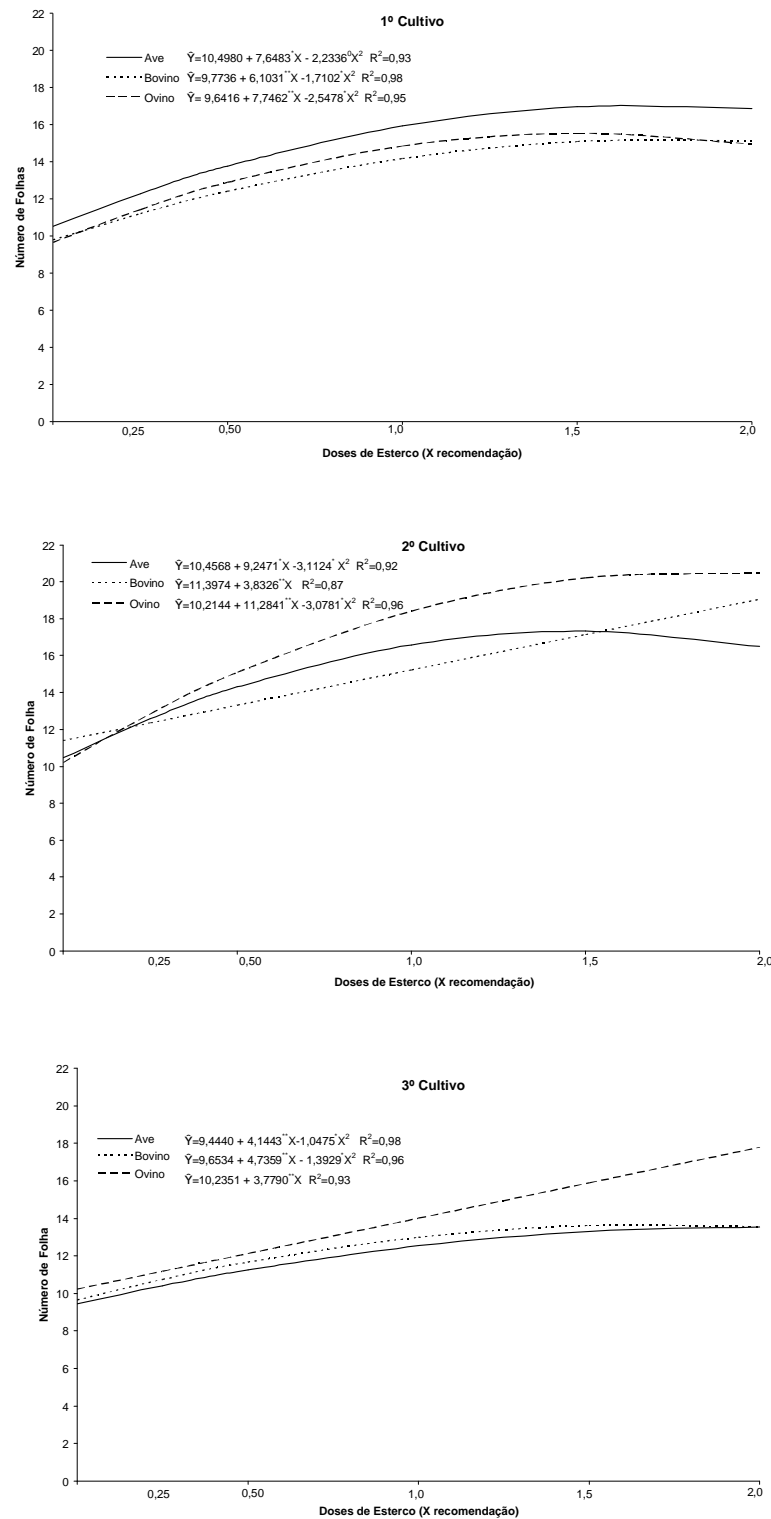


Figura 8. Número de folhas por plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*,<sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

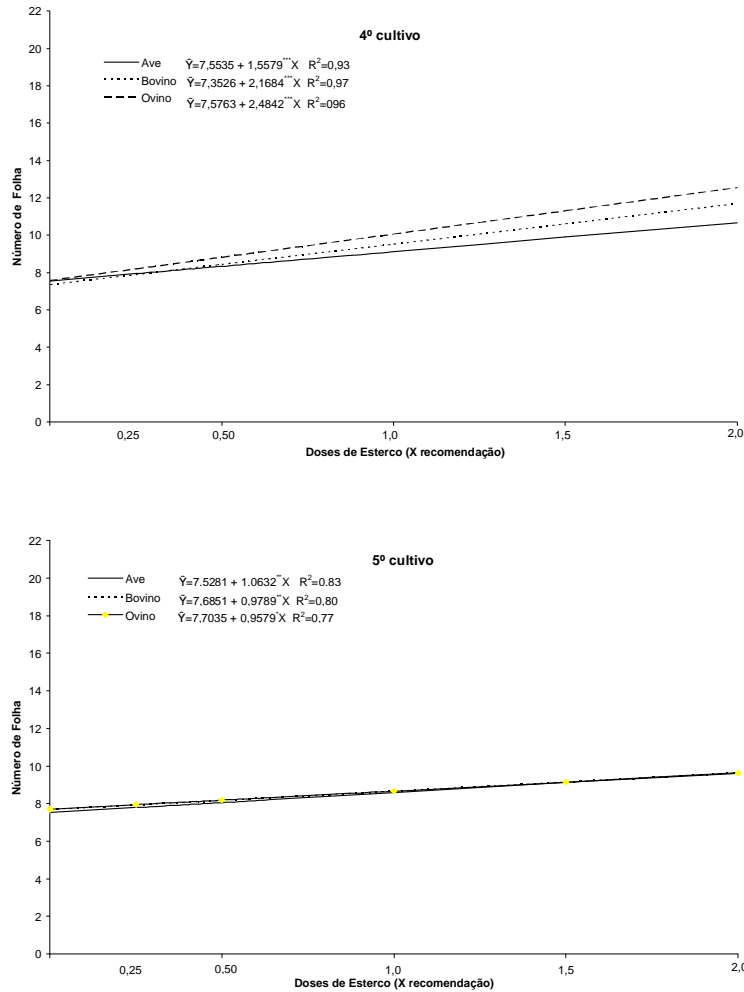


Figura 9. Número de folhas por plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no quarto e quinto cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

cultivos (Figuras 2, 4, 6, 8, 3º cultivo). O esterco ovino passa a representar a melhor alternativa entre os três produtos testados por conseguir manter a cultura por três cultivos com apenas uma aplicação do adubo.

A maioria das equações ajustadas foi do tipo linear, caracterizando, ainda, crescimento de produção com o aumento das doses. Parece ter ocorrido o consumo dos nutrientes fornecidos pelos estercos até este cultivo, que será confirmado com os dados de solo, discutidos posteriormente.

Os dois cultivos subsequentes foram caracterizados por equações lineares, confirmando a suposição levantada de esgotamento da capacidade de fornecimento de nutrientes dos adubos orgânicos (Figuras 3, 5, 7, 9, 4º e 5º cultivos).

Verificam-se menores valores para os coeficientes das equações, refletindo em reduções de produtividade em relação aos cultivos iniciais.

No primeiro cultivo, o esterco de ave proporcionou maior produção de matéria fresca, os estercos bovino e ovino proporcionaram produções semelhantes. O máximo de matéria fresca seria obtido com as doses de  $128,57 \text{ t ha}^{-1}$  para os estercos de ave e ovino, e de  $120 \text{ t ha}^{-1}$  para o de bovino. A partir do segundo cultivo, o esterco de ovino superou os demais em produção de matéria fresca, os estercos de ave e bovino foram praticamente iguais no segundo e terceiro cultivos, sendo que no segundo cultivo houve um incremento de produção de matéria fresca em relação ao cultivo inicial (Figura 2).

A produção de matéria fresca obtida nos dois cultivos finais (quarto e quinto), foi bastante reduzida em relação aos três cultivos iniciais (Figura 3), provavelmente, pela baixa capacidade de fornecimento de nutrientes por parte do solo, sem novos acréscimos de fertilizantes.

O comportamento observado para a produção de matéria seca foi o mesmo da matéria fresca, em que o esterco de ave proporcionou melhores resultados no primeiro cultivo, com inversão a partir do segundo, passando a ser o esterco que produziu resultados inferiores de matéria seca (Figuras 4 e 5). Os estercos de bovino e ovino se assemelharam no cultivo inicial, diferenciando-se nos cultivos subseqüentes, em que o ovino proporcionou maiores produções no segundo e terceiro cultivos, sendo superado pelo de bovino no quarto cultivo, principalmente nas maiores doses.

Quanto à produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ , foi observado comportamento semelhante, com o esterco de ave, promovendo maiores produtividades do que os demais estercos no primeiro cultivo, sendo as produtividades dos estercos bovino e ovino próximas (Figura 6). Os dados de classificação comercial do produto não permitem separar as doses inferiores e superiores dos estercos (Figura 1), contudo, a produtividade na dose de 25% não alcançou os valores das maiores, sendo até mesmo inferior à média da região, de  $20.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Possivelmente, no momento da avaliação do produto pelos produtores e comerciantes não foi considerada a produtividade, e sim, a apresentação da planta para a comercialização.

Mais uma vez, a partir do segundo cultivo, o esterco de ovino superou os demais estercos em produtividade, sendo o esterco bovino superior ao de ave (Figuras 6 e 7). No segundo cultivo, os três estercos promoveram produtividades superiores à da região com 100% da dose recomendada, sendo que os estercos

bovino e ovino superaram a média da região já a partir de 50% da dose recomendada. Neste mesmo cultivo, a classificação comercial apontou também uma classificação boa acima de 90% de plantas primeiras com as doses a partir de 100% da recomendada para os três esterços.

As produtividades estimadas de alface no segundo cultivo apresentaram os maiores valores em relação aos outros cultivos, correspondendo a 38.437 kg ha<sup>-1</sup> com o esterco de ave, 37.485 kg ha<sup>-1</sup> com o de bovino, 45.675 kg ha<sup>-1</sup> com o de ovino. Doses de 64,28 t ha<sup>-1</sup> a 128,57 t ha<sup>-1</sup> de esterco de ave no primeiro e segundo cultivo seriam capazes de proporcionar produtividades superiores à da região, que é de 20.000 kg ha<sup>-1</sup>. Contudo, no primeiro cultivo, os esterços de bovino e ovino só se aproximam da média da região com 100% da dose recomendada, que corresponde a 60 t ha<sup>-1</sup> para bovino e 64,28 t ha<sup>-1</sup> para ovino.

A diferença entre o esterco de ovino e os demais começa a ser maior no terceiro cultivo, em que é o único a superar a média da região na dose de 100% da recomendada, o que não ocorre para o de ave e o bovino. Para que estes últimos possam manter boas produtividades até o terceiro cultivo seria necessária a aplicação de doses superiores a 100%. Contudo, mesmo com estas doses superiores, não foram obtidas boas classificações comerciais no terceiro cultivo, indicando a necessidade de novas aplicações dos fertilizantes, exceto para o esterco ovino (Figura 1). No quarto e quinto cultivos, a produtividade diminuiu em relação aos cultivos anteriores (Figura 7), provavelmente os nutrientes fornecidos ao solo pela mineralização dos esterços só foram suficientes para proporcionar melhores produtividades até o terceiro cultivos, resultados que são confirmados pela classificação comercial, em que nenhum esterco proporcionou boa classificação comercial nas doses testadas nestes cultivos.

O número de folhas nas plantas de alface foi superior nos tratamentos do esterco de ave no primeiro cultivo, entretanto, nos cultivos seguintes, este foi sendo superado pelos outros esterços (Figuras 8 e 9). No quarto e quinto cultivos, o número de folhas foi bem menor que nos cultivos anteriores, observando-se leves incrementos deste em função das doses de esterco aplicadas para ave, bovino e ovino e, no quinto, o comportamento dos três esterços é bastante similar, misturando-se entre si (Figura 9).

Esta variável é de grande importância, tendo em vista que a alface é uma hortaliça folhosa de consumo de folhas frescas e que a qualidade do produto está associada ao número de folhas por cabeça, bem como a aparência e vigor destas.

Assim, a utilização de apenas uma aplicação dos esterco não se mostrou eficiente para suprir a alface por mais de três cultivos, demonstrando a necessidade de nova aplicação para a obtenção de produto de boa qualidade, mesmo nas doses elevadas dos três esterco estudados.

#### 4.3. Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo.

Os resultados de carbono na forma orgânica, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo, determinados nas amostras colhidas no momento do plantio do primeiro cultivo da alface, ou seja, dez dias após a aplicação dos esterco encontram-se no Quadro 9. Segundo Rajj et al.( 1986), a aplicação de esterco de curral e esterco de galinha deve ocorrer pelo menos 10 dias antes da semeadura ou do transplante das mudas, possibilitando maior disponibilidade de nutrientes para o cultivo. Como neste trabalho a incorporação dos esterco ocorreu dez dias antes do transplante das mudas, possivelmente esta disponibilidade ainda não estava em seu máximo. As doses que se destacaram quanto ao fornecimento de carbono orgânico total foram 200% ave; 100%, 150% e 200% da dose recomendada para bovino; e de 50% a 200% da dose recomendada para ovino. O esterco de ave parece ter sido o que forneceu menores quantidades de carbono, concordando com o teor de carbono neste esterco, menor que o dos outros dois estudados, expresso na caracterização dos esterco (Quadro 2).

Não foram verificadas diferenças no teor de nitrogênio total entre as doses dos três tipos de esterco, observando-se apenas leves incrementos do nitrogênio com o aumento das doses (Quadro 9). Para Filgueira (2002), já foi constatado que o nitrogênio é o nutriente que promove maior incremento na produtividade e no peso médio da planta. Esse autor argumenta que o excesso de nitrogênio também pode ser prejudicial, podendo causar queima de folhas nas plântulas que são prejudiciais à produtividade, além de dificultar a absorção de outros nutrientes.

O esterco de ave proporcionou maiores teores de fósforo disponível no solo em todas as doses, igualando-se às maiores doses dos esterco bovino e ovino, bem como ao fertilizante químico.

Para o potássio, os tratamentos que forneceram maiores teores foram as doses de 150 e 200% do esterco ovino, seguidos das três últimas doses dos esterco de ave e bovino e de 100% de ovino.



Quadro 9 – Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo em função dos tratamentos aplicados no momento do primeiro plantio de alface

Tratamento	Carbono orgânico total	Nitrogênio total	Fósforo	Potássio
	dag kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Testemunha	1,61 de	0,12 b	16,30 f	0,63 h
Fert. Químico	1,54 e	0,13 b	59,93 abcde	0,79 gh
25% Ave	1,64 cde	0,15 ab	55,82 abcdef	1,15 efgh
50% Ave	1,64 cde	0,17 ab	77,33 abc	1,18 efgh
100% Ave	1,75 bcde	0,17 ab	83,62 ab	2,36 bcde
150% Ave	1,75 bcde	0,18 ab	86,97 ab	2,68 bcd
200% Ave	1,89 abcde	0,20 ab	99,10 a	2,86 bc
25% Bovino	1,66 cde	0,14 ab	30,82 def	0,98 fgh
50% Bovino	1,79 bcde	0,15 ab	52,33 bcdef	1,17 efgh
100% Bovino	2,31 ab	0,22 a	58,62 abcdef	2,02 bcdefg
150% Bovino	2,44 a	0,23 a	61,97 abcde	2,46 bcde
200% Bovino	2,44 a	0,22 a	74,10 abcd	2,87 b
25% Ovino	1,85 bcde	0,16 ab	30,54 ef	1,45 defgh
50% Ovino	2,04 abcde	0,17 ab	31,86 def	1,60 cdefgh
100% Ovino	2,12 abcd	0,17 ab	38,77 cdef	2,24 bcdef
150% Ovino	2,21 abc	0,21 a	61,16 abcde	3,01 a
200% Ovino	2,23 ab	0,23 a	69,72 abcde	4,46 a
CV(%)	11,91	24,54	28,85	25,32

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No momento da colheita do primeiro cultivo de alface, os tratamentos que proporcionaram maiores teores de carbono orgânico total foram as doses 100%, 150% e 200% de esterco bovino; 150% e 200% de ovino, superando os resultados observados com esterco de ave (Quadro 10).

Os tratamentos utilizados não acarretaram diferenças no nitrogênio total do solo na colheita do primeiro cultivo, igualando-se até mesmo à testemunha (Quadro 10). Contudo, seus teores foram inferiores aos do solo no momento do plantio. Este fato era esperado, por ser o nitrogênio um elemento susceptível a intensas mudanças no solo, incluindo-se perdas consideráveis, capazes de reduzir

Quadro 10 – Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo em função dos tratamentos aplicados no momento da colheita do primeiro cultivo de alface

Tratamento	Carbono orgânico total	Nitrogênio total	Fósforo	Potássio
	dag kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Testemunha	1,61 d	0,12 a	19,15 f	0,46 g
Fert. Químico	1,56 d	0,15 a	49,93 cdef	0,51 fg
25% Ave	1,72 bcd	0,15 a	52,02 bcdef	0,99 cdefg
50% Ave	1,73 bcd	0,15 a	53,07 bcdef	0,91 defg
100% Ave	1,75 bcd	0,15 a	65,36 abcde	1,12 cdefg
150% Ave	1,77 bcd	0,16 a	85,18 ab	1,32 bcde
200% Ave	1,78 bcd	0,17 a	95,14 a	1,40 abcde
25% Bovino	1,62 d	0,13 a	31,47 ef	0,69 efg
50% Bovino	1,78 bcd	0,15 a	33,07 ef	0,76 efg
100% Bovino	1,98 abcd	0,17 a	45,36 cdef	1,18 bcdef
150% Bovino	2,07 abc	0,18 a	65,18 abcde	1,51 abcd
200% Bovino	2,20 a	0,19 a	72,76 abcd	1,69 abc
25% Ovino	1,65 cd	0,14 a	32,02 ef	1,05 cdefg
50% Ovino	1,62 d	0,14 a	32,60 ef	1,21 bcdef
100% Ovino	1,74 bcd	0,15 a	38,41 def	1,40 abcde
150% Ovino	2,09 ab	0,16 a	58,23 bcde	1,86 ab
200% Ovino	2,20 a	0,20 a	75,14 abc	2,06 a
CV (%)	8,78	14,89	25,63	20,65

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

seus teores em pequenos intervalos de tempo, como o decorrido entre o plantio e a colheita do primeiro cultivo de alface neste experimento (30 dias).

Da mesma forma que para o início do experimento, o fósforo disponível no solo na colheita do primeiro cultivo, 30 dias após, foi mais elevado para o esterco de ave, principalmente em suas maiores doses, não diferindo de 150% e 200% do esterco bovino e 200% do esterco ovino. Nicoulaud et al. (1990) verificaram que o aumento no rendimento de matéria seca esteve relacionado, principalmente, com os aumentos na disponibilidade de fósforo e potássio. A disponibilidade de fósforo e potássio encontradas para o esterco de ave proporcionaram maiores quantidades de

matéria seca para o primeiro cultivo neste trabalho, concordando com Nicoulaud et al. (1990). Provavelmente, a disponibilidade rápida de fósforo, potássio e nitrogênio do esterco de ave, que apresentou menor quantidade de carbono orgânico, levaram aos aumentos também de produtividade e número de folha no primeiro cultivo.

Apesar dos menores teores de potássio encontrados no solo na colheita do primeiro cultivo de alface, em relação ao início do experimento, o esterco ovino continuou se destacando em relação aos outros esterco, principalmente nas últimas doses. Nicoulaud et al. (1990), ao compararem doses de calcário, nitrogênio, fósforo, potássio e cama de aviário, constataram que somente a adubação com matéria orgânica afetou positivamente o rendimento da alface. Neste trabalho, os rendimentos das variáveis no primeiro cultivo e segundo cultivo, usando os esterco de ave, bovino e ovino também afetaram positivamente seus rendimentos em função da liberação dos nutrientes. Rodrigues & Lobo (1972) mostraram respostas positivas do alface ao potássio, estando associado principalmente ao teor inicial de potássio no solo, o que também se verificou neste trabalho.

Na colheita do segundo cultivo de alface, a última dose do esterco ovino foi a que promoveu maiores teores de carbono orgânico no solo, mais uma vez sendo o esterco de ave o de resultados inferiores desta variável em relação aos outros dois esterco estudados, igualando-se à testemunha e ao tratamento do fertilizante químico mesmo nas maiores doses aplicadas (Quadro 11).

Outra vez, não foram detectadas diferenças nos teores do nitrogênio total do solo entre os tratamentos estudados, nem mesmo na testemunha, que não recebeu nenhuma fonte do elemento (Quadro 11).

Os maiores teores de fósforo disponível continuaram sendo observados com a aplicação do esterco de ave, a partir da aplicação de 100% da dose recomendada, assemelhando-se às doses de 150% acima dos esterco bovino e ovino. Contudo, as menores doses dos três esterco forneceram os mesmos teores de fósforo disponível no solo que a testemunha e o fertilizante químico (Quadro 11). O fósforo é o macronutriente exigido em menor quantidade pela planta, mas trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil, devido a problemas de retenção do nutriente no solo (Raij, 1981).

Contudo, o esterco de ave é o que forneceu menores teores de potássio disponível ao solo (Quadro 11), demonstrando que o baixo teor deste nutriente é um fator limitante à produção de cultura tão exigente com o uso de esterco de ave, se

Quadro 11 – Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo em função dos tratamentos aplicados no momento da colheita do segundo cultivo de alface

Tratamento	Carbono orgânico total	Nitrogênio total	Fósforo	Potássio
	dag kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Testemunha	1,59 fg	0,12 a	17,62 f	0,44 hi
Fert. Químico	1,50 g	0,12 a	42,95 cdef	0,43 i
25% Ave	1,53 fg	0,13 a	45,21 cdef	0,87 efg
50% Ave	1,56 fg	0,13 a	47,61 cdef	0,86 efg
100% Ave	1,73 defg	0,14 a	65,43 abcde	0,90 efg
150% Ave	1,80 defg	0,14 a	80,32 abc	0,98 defg
200% Ave	1,87 defg	0,15 a	95,14 ab	1,03 defg
25% Bovino	1,68 efg	0,13 a	30,21 ef	0,74 ghi
50% Bovino	2,03 bcdef	0,15 a	32,61 ef	0,76 fgh
100% Bovino	2,19 bcde	0,17 a	56,56 bcde	1,01 defg
150% Bovino	2,49 b	0,18 a	65,32 abcde	1,09 cdef
200% Bovino	2,26 bcd	0,18 a	72,18 abcd	1,22 abcd
25% Ovino	1,53 fg	0,14 a	44,14 cdef	1,01 defg
50% Ovino	1,93 cdefg	0,14 a	37,18 def	1,40 abc
100% Ovino	1,98 bcdefg	0,15 a	38,66 def	1,24 abcd
150% Ovino	2,44 bc	0,15 a	63,53 abcde	1,47 ab
200% Ovino	3,04 a	0,19 a	99,95 a	1,62 a
CV (%)	11,21	20,56	27,21	14,57

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

houver a intenção de manter a produção por mais de um cultivo, sem novas fertilizações. Os dados de produção mostram que a cultura respondeu mais ao aumento nas doses do esterco ovino neste cultivo (Quadro 5), possivelmente, pelos maiores teores de potássio disponibilizados à cultura, por ser a alface uma planta exigente em potássio (Faquin et al., 1996).

Apesar do esterco de ave fornecer mais fósforo ao solo, sua capacidade de suprimento de nitrogênio e potássio não parece ser suficiente para suprir as necessidades da cultura neste cultivo, já que são os dois nutrientes mais extraídos

pela alface (Zink & Yamaguchi, 1962). Parecem ter ocorrido respostas positivas ao nitrogênio e ao potássio dos esterco, uma vez que, com as doses de 60 t ha<sup>-1</sup> a 120 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino e 64,28 t ha<sup>-1</sup> a 128,57 t ha<sup>-1</sup> de esterco ovino, foram obtidos os maiores teores de nitrogênio e potássio no solo, refletindo no aumento da produtividade, número de folhas no segundo e terceiro cultivos.

O potássio não participa de combinações orgânicas na planta, como acontece com o nitrogênio e fósforo, o seu efeito só pode se manifestar plenamente quando forem satisfeitas primeiramente as necessidades de nitrogênio e fósforo. Uma vez que o fósforo parece estar disponível em quantidades suficientes, as respostas às doses de 60 t ha<sup>-1</sup> a 120 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino e 64,28 t ha<sup>-1</sup> a 128,57 t ha<sup>-1</sup> de esterco ovino no segundo e terceiro cultivos podem ser atribuídas ao nitrogênio e ao potássio. Contudo, o excesso de potássio pode reduzir a absorção de cobre, ferro, manganês e zinco, como também provocar deficiência induzida de magnésio. Um aspecto importante quanto ao potássio é a relação K/Mg que, segundo Epstein (1975) e Gil Martinez (1995), se a relação for alta ocorrerá uma redução na absorção de magnésio de tal forma que a planta poderá apresentar sintomas de deficiência. Como não foi realizada a determinação do magnésio no solo, não podemos confirmar esta hipótese, que deveria ser investigada posteriormente.

Na colheita do terceiro cultivo observou-se o empobrecimento do solo em todos os tratamentos, caracterizado pelos teores encontrados dos elementos estudados em relação aos cultivos anteriores (Quadro 12). Devido a isso, não foram avaliados os resultados destes elementos na colheita do quarto e quinto cultivos da alface.

Foram ajustadas equações relacionando os teores dos elementos encontrados no solo com as doses dos três esterco utilizados no início do experimento, aos dez dias de aplicação dos tratamentos e nos três primeiros cultivos da alface (Figuras 10, 11, 12 e 13).

No momento do primeiro plantio, usando-se esterco de ave foi ajustada uma equação linear e equações quadráticas para os esterco bovino e ovino na variável carbono orgânico total do solo (Figura 10). Os acréscimos no carbono do solo são maiores para os dois últimos esterco em relação ao de ave, por apresentar este menores teores de carbono, conforme caracterização (Quadro 2), indicando a necessidade de maiores doses para fornecer as mesmas quantidades de carbono que os esterco de bovino e ovino.

Quadro 12 – Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo em função dos tratamentos aplicados no momento da colheita do terceiro cultivo de alface

Tratamento	Carbono orgânico total	Nitrogênio total	Fósforo	Potássio
	dag kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Testemunha	1,51 c	0,12 a	10,78 f	0,40 d
Fert. Químico	1,58 bc	0,12 a	21,69 ef	0,41 d
25% Ave	1,65 abc	0,13 a	43,21 bcdef	0,72 c
50% Ave	1,65 abc	0,13 a	44,25 bcdef	0,70 c
100% Ave	1,65 abc	0,13 a	55,00 bcde	0,74 bc
150% Ave	1,65 abc	0,14 a	67,03 abc	0,77bc
200% Ave	1,66 abc	0,15 a	93,80 a	0,79 bc
25% Bovino	1,64 abc	0,13 a	29,96 def	0,71 c
50% Bovino	1,64 abc	0,14 a	31,66 cdef	0,75 bc
100% Bovino	1,68 abc	0,16 a	50,00 bcde	0,85 abcd
150% Bovino	1,71 ab	0,16 a	62,03 abcd	0,87 abc
200% Bovino	1,75 a	0,17 a	73,91 ab	0,97 abc
25% Ovino	1,70 ab	0,14 a	39,22 bcdef	0,72 c
50% Ovino	1,72 ab	0,14 a	39,25 bcdef	0,77 bc
100% Ovino	1,75 a	0,14 a	42,50 bcdef	0,93 abc
150% Ovino	1,77 a	0,15 a	61,47 abcd	0,99 ab
200% Ovino	1,79 a	0,18 a	91,80 a	1,11 a
CV (%)	9,91	13,14	27,30	14,73

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o nitrogênio total do solo no momento do primeiro plantio foram obtidas equações lineares com os três esterco, sem atingir o ponto que possibilitasse o ajuste de equações quadráticas, indicando, ainda, o acréscimo de nitrogênio no solo com a aplicação de doses mais elevadas dos esterco (Figura 11).

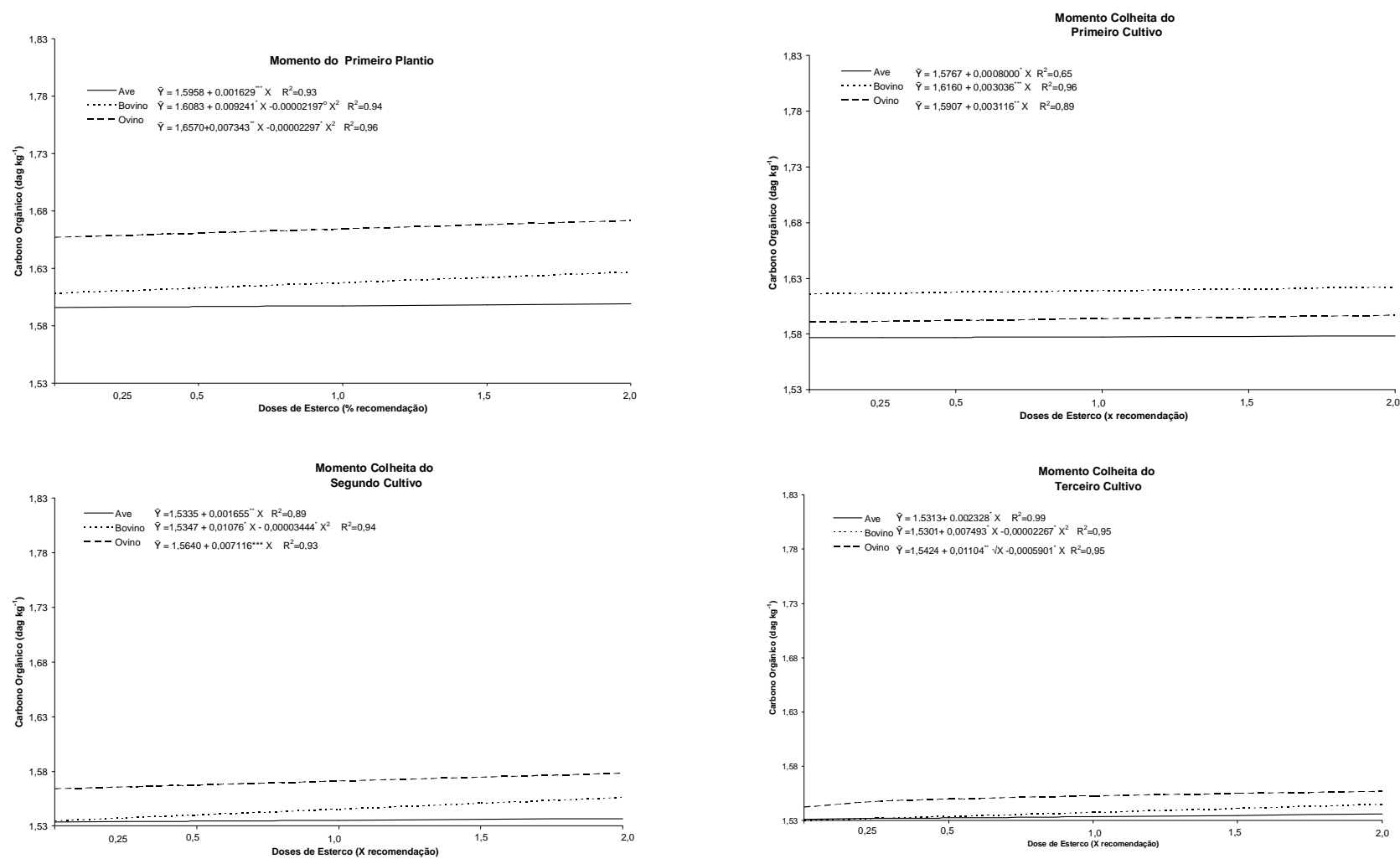


Figura 10. Teores de carbono orgânico total no solo em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no momento do primeiro plantio e nas colheitas do primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

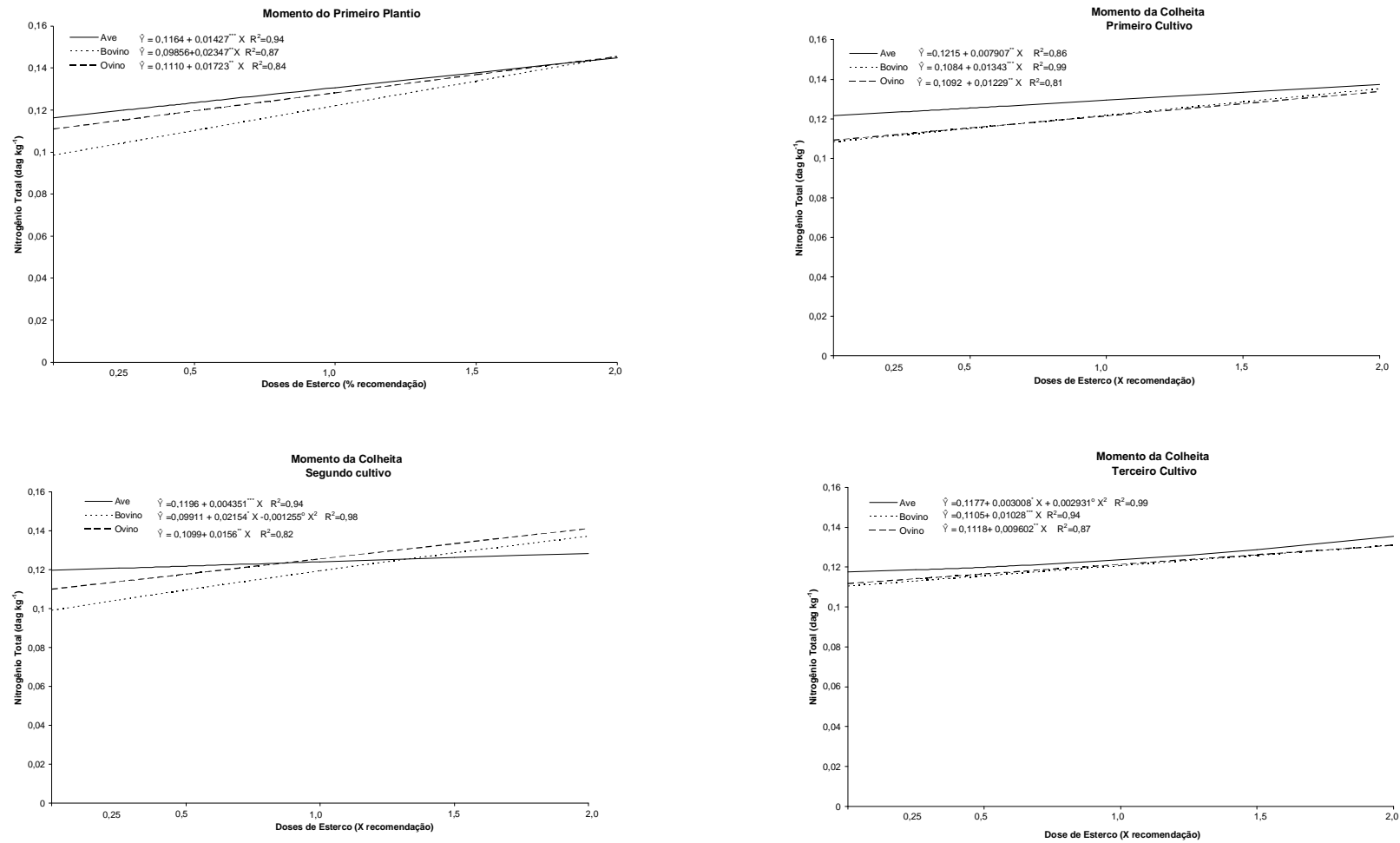


Figura 11. Teores de nitrogênio total no solo em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no momento do primeiro plantio e nas colheitas do primeiro, segundo e terceiro cultivos de alfaca.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;



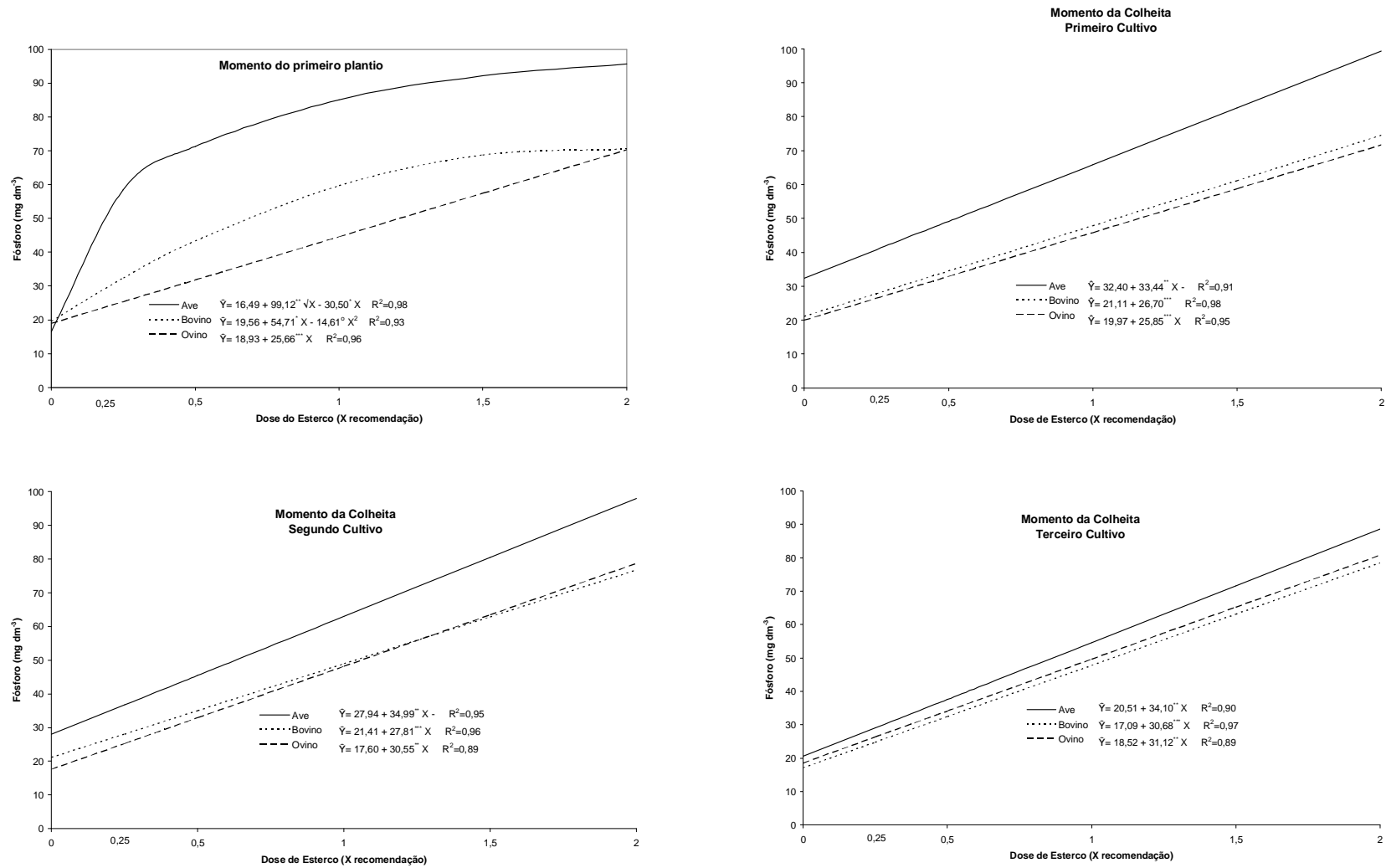


Figura 12. Teores de fósforo disponível no solo em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no momento do primeiro plantio e nas colheitas do primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.  
 \*\*\*, \*\*, \*<sup>o</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

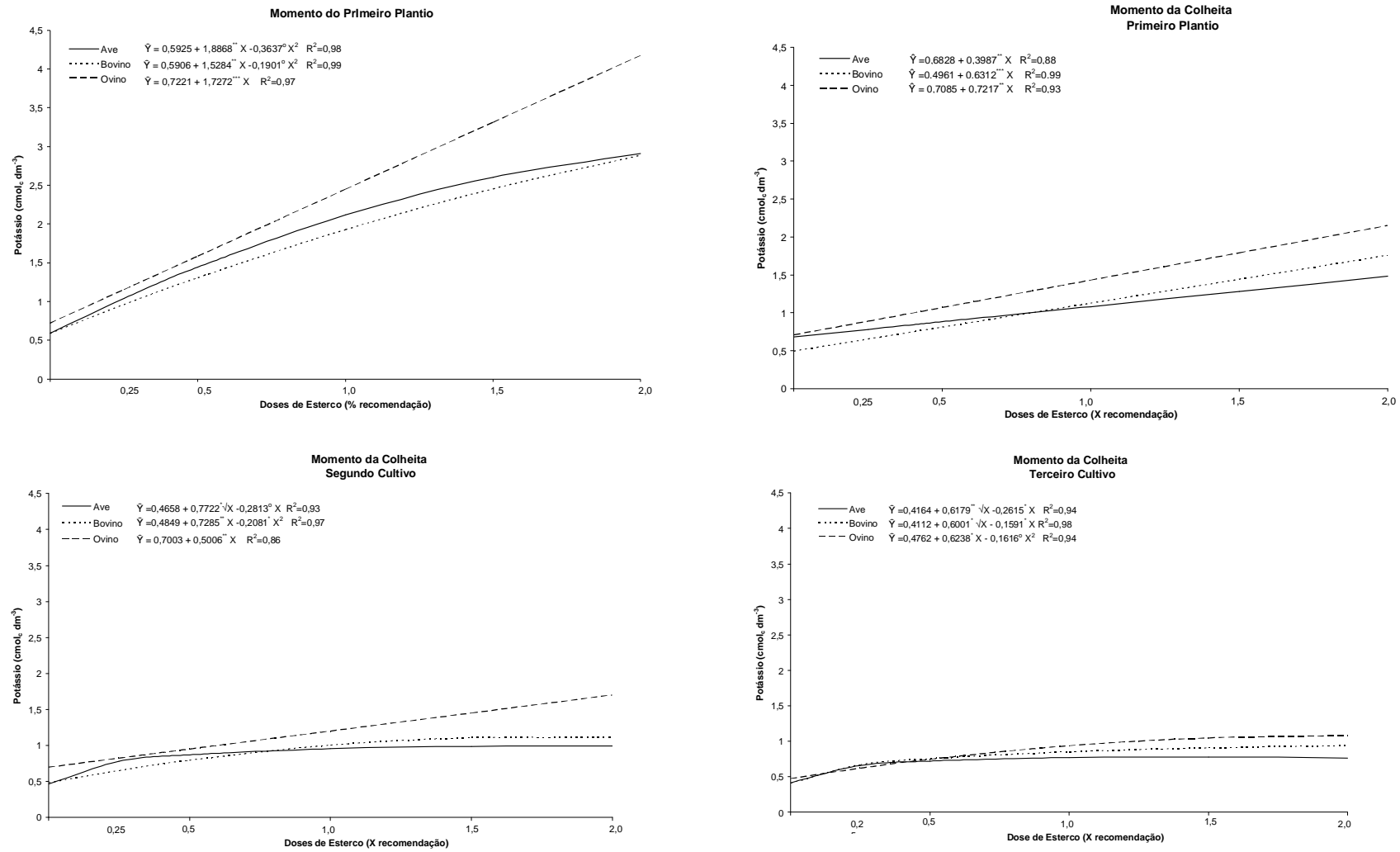


Figura 13. Teores de potássio disponível no solo em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no momento do primeiro plantio e nas colheitas do primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.  
 \*\*\*, \*\*, \*, <sup>o</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

No início do experimento, o fósforo no solo é crescente com o aumento das doses dos três esterco, com coeficientes elevados (Figura 12). O esterco de ovino parece ter disponibilizado menores quantidades do fósforo ao solo até este momento, o que pode ser atribuído ao pouco tempo para sua decomposição.

As equações obtidas para o potássio no solo no momento do primeiro plantio foram quadráticas para os esterco de ave e bovino e linear para o de ovino (Figura 13), sendo este último o que disponibilizou maiores quantidades do potássio ao solo em relação aos outros dois esterco (Quadro 9), contudo, não atingindo o ponto de curvatura da equação.

No momento da colheita do primeiro cultivo da alface, 40 dias após a aplicação dos esterco, para o carbono orgânico total no solo em função das doses aplicadas foram ajustadas equações lineares para os três esterco (Figura 10).

O teor de nitrogênio total do solo também seguiu um comportamento linear para os três esterco estudados na colheita do primeiro cultivo da alface, o mesmo ocorrendo para o fósforo e o potássio disponíveis no solo (Figuras 11, 12 e 13).

Contudo, na colheita do segundo cultivo, alguns resultados das variáveis de solo se ajustaram a equações quadráticas, como o carbono orgânico total, o nitrogênio total e potássio disponíveis em função das doses de esterco bovino, além do potássio com o esterco de ave (Figuras 10, 11 e 13). Para os demais resultados foram obtidas equações lineares, como ocorreu no primeiro cultivo.

Na colheita do terceiro cultivo também foi possível ajustar equações significativas, lineares, quadráticas ou raiz quadrada, contudo, os valores estimados dos elementos no solo passaram a ser bem menores do que nos tempos anteriores, comprovado pelos baixos valores dos coeficientes observados (Figuras 10, 11, 12 e 13). Tendo em vista os baixos teores dos elementos encontrados, não foram usados os resultados dos dois últimos cultivos da alface.

Para uma comparação entre os resultados das análises dos elementos no solo no início do experimento (primeiro plantio) e na colheita dos três primeiros cultivos, as Figuras 10, 11, 12 e 13 ilustram as alterações com o tempo de uso do solo.

O esterco de ave foi o que forneceu quantidades inferiores de carbono orgânico total ao solo, devido a seu mais baixo teor de carbono em relação aos esterco de bovino e ovino (Figura 10). Observaram-se pequenos acréscimos do carbono no solo com a elevação das doses de esterco aplicadas, contudo, os esterco foram capazes de liberar carbono para o solo, que foi diminuindo do início

do primeiro plantio até o terceiro cultivo da alface. As temperaturas registradas durante o experimento, associadas a umidade devido à irrigação, podem ter promovido uma queima acelerada do carbono fornecido pelos esterco, principalmente para o de ave. Assim, no terceiro cultivo os teores de carbono no solo foram bem próximos aos do solo antes do acréscimo dos esterco, que foi de  $1,51 \text{ dag kg}^{-1}$  (Quadro 1). Apenas o esterco de ovino manteve os teores de carbono orgânico superiores aos do solo na caracterização, o que pode ajudar a caracterizá-lo como importante fonte de matéria orgânica aos solos do sertão, onde este pode ser obtido com facilidade.

Os teores de nitrogênio total do solo após a aplicação dos esterco foram muito similares entre os três tipos aplicados (Figura 11), com acréscimos significativos com o aumento das doses. As doses dos três esterco foram calculadas de modo a fornecer as mesmas quantidades de nitrogênio, por isso, não ocorreram diferenças muito grandes para esta variável entre eles, principalmente no terceiro cultivo.

O fósforo no solo foi crescente com as doses de esterco aplicadas e o esterco de ave mostrou-se como melhor fonte deste nutriente, principalmente no momento do plantio do primeiro cultivo (Figura 12). Os esterco de bovino e ovino promoveram o fornecimento de praticamente os mesmos teores de fósforo disponível nos três últimos momentos de amostragem do solo. O esterco de ave foi obtido na Escola Agrotécnica Federal de Crato, onde os animais são criados com o uso de ração balanceada que contém fósforo. Os esterco de bovino e ovino foram obtidos de criação extensiva com pastagem nativa do sertão, sem acréscimo de fontes minerais em sua alimentação. Justifica-se assim maior fornecimento de fósforo pelo esterco de ave em relação aos demais, sendo uma boa opção para solos pobres em fósforo.

Para o potássio disponível no solo, o esterco de ovino foi o que se destacou, fornecendo maiores teores deste nutriente, principalmente nas maiores doses aplicadas (Figura 13). Apesar de que as diferenças tenham diminuído com o tempo, sendo bem pequenas na colheita do terceiro cultivo da alface, os teores deste nutriente ainda foram superiores aos do solo antes do acréscimo dos esterco (Quadro 1), indicando a importância do uso dos três tipos testados como fonte de potássio ao solo e, deste, para a planta e se caracterizando como bons produtos a serem utilizados na fertilização orgânica da cultura da alface.

## 5. CONCLUSÕES

- No primeiro cultivo de alface a qualidade do produto colhido foi superior nas doses a partir de 50% da recomendada para os três esterco avaliados. Contudo, no segundo cultivo, apenas as doses a partir de 100% da recomendada foram capazes de manter a qualidade do produto como superior. A partir do terceiro cultivo, a qualidade foi bastante afetada, mesmo nas maiores doses.
- O esterco de ave proporcionou maiores produtividades de alface no primeiro cultivo, contudo, a partir do segundo cultivo, foi superado pelos esterco de bovino e ovino, especialmente o último, caracterizando-o como um bom adubo orgânico.
- A produtividade de plantas de alface foi crescente com o aumento das doses dos três esterco estudados, geralmente, apresentando resultados semelhantes entre as doses a partir de 100 % da recomendada, não se justificando o uso de doses superiores a esta.
- As maiores doses dos esterco proporcionaram boas produtividades até o terceiro cultivo, sendo necessária nova aplicação dos mesmos a partir daí para a manutenção dos resultados almejados. O fertilizante químico só promoveu boas produtividades até o segundo cultivo, sendo necessária nova aplicação do produto a partir do terceiro cultivo.
- O aporte de carbono orgânico ao solo foi superior com os esterco de bovino e ovino, sendo o de ave o que promoveu menores acréscimos deste elemento ao solo. Os teores de nitrogênio total do solo foram semelhantes entre os esterco testados, com incrementos em função das doses aplicadas. O esterco de ave caracterizou-se como fonte de fósforo, sendo uma boa opção para solos pobres nesse nutriente. Os três esterco são caracterizados como bons produtos a serem usados na fertilização orgânica da cultura da alface como fornecedores de potássio, destacando-se o esterco ovino, por fornecer maiores aportes deste nutriente.
- Os esterco melhoraram a fertilidade do solo, aumentando os teores de nutrientes, especialmente fósforo e potássio, em relação ao tratamento químico, que comportou-se de maneira semelhante à testemunha. O uso dos

mesmos é uma alternativa para um manejo equilibrado da produção de alface, especialmente o de ovino, que tem se destacado na região.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPBELL, C. A. **Soil Organic Carbon, nitrogen and fertility**. In: SCHNITZER, M. & KHAN, S.U. ed. **Soil Organic Matter**. Amsterdam, Elsevier, p.173-271.1978.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife, 1998. 198p.
- COSTA, C. A. **Crescimento e teores de sódio e de metais pesados na alface e na cenoura adubadas com compostos orgânico de lixo urbano**. 1994. 89 p (tese Mestrado), UFV, Viçosa.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisas de Solo, 1997. 212P
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Ed.da Universidade de São Paulo, 1975. 341 p.
- ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE CRATO-CE. **Localização da EAFC, 2005**. Disponível em <http://www.eafcrato.com.br>, acessado em 10/01/2005.
- FAQUIN, V. ; FIRTINI, N. A. E.; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1996. 50 p.
- FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v, 21, n. 3, p. 468-473, 2003.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura, cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo, V. 2, Agrônoma Ceres, 1982, 357 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 1 ed. 1 reimp. Viçosa: UFV, 2002. 402 p.
- FRANCA. M. J. P. da; SOUSA, G. S. de. **O mercado de frutas e hortaliças e a perspectiva de produção agroecológica nos município de Crato, Jardim e Nova Olinda** – Estado do Ceará, ACB, Crato-CE, 2004 178 p.

GIL MARTINEZ, F. **Elementos de fisiologia vegetal: relaciones hídricas , nutricion mineral transporte e metabolismo**. Madrid: mundi-prensa. 1995 1147 p.

HEREDIA, Z. N. A.; VIEIRA, M. C.; CABEÇAS, Jr. O. Influência da cama de aviário semi-decomposta em cobertura e incorporada sobre a produção de alface "Grand Rapids" em Dourados-MS. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 89, 1996

JENKINSON, D.S. **The Rothamsted longterm experiments: are they still of use? Agronomy Journal**, Madison, v. 83, n.2 p. 2-10, 1991.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória, almeirão. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO ADUBAÇÃO E HORTALIÇAS. Piracicaba: POTAFOS, 1993. Cap. 4, p. 141-148.

KIEHL, F. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, Piracicaba, 1985.492P.

LÉDO, F. P. J. S.; CASALI, V, W. D.; MOURA, W. M.; PEREIRA, P. R. G. ; CRUZ, C. D. Eficiência nutricional do nitrogênio em cultivares de alface. Minas Gerais, **Ceres**, v. 47, n. 271, p. 273-285, 2000.

LIMA, H. J. M. – Agricultura orgânica: uma forma saudável de produzir. **Agronegócio Cearense**. Fortaleza, nº 02, ano 1, p. 36-38, 2005.

LOPES, M. C.; MATTE, J. D.; GARTNR, M.; FRANZENER G.; CASIMIRO, L. N.; SEVIGNANI, A. Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.21, p.204-209, 2003.

MARTIN, J. A.; SENN, T. L.; CRAWFORD, J. H.; MOORE, M. D. Influence of humic and fulvic acids on the growth yield and quality of certain horticultural crops. Clemson: South Carolina Agricultural Experiment station, 1962 69 P. (**Research Series, 30**).

MATSUO, H. Review of recent studies on organic matter as fertilizers. In: **FAO organic recycling in Asia**. Rome: SIDA, 1978. p. 267-286 (FAO soils Bulletin, 36).

MACHADO, W. Redes de Supermercados Investem em Produtos Orgânicos no Ceará. **Agronegócio Cearense**, Fortaleza, nº 02, ano 1, p. 39, 2005.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. **Agricultura natural**. 2 ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1997.73P.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. O.; SEBASTIÃO, A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, Piracicaba, 1989, 201 P.
- MENDONÇA E. de S.; MATOS, E. da S. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análise**. Viçosa, UFV 2005. 107 p.
- NICOULAUD, B. A. L.; MEURER, E. J.; ANGHINONI, I. Rendimento e absorção de nutrientes por alface em função de calagem e adubação mineral e orgânica em solo. "Areia quartzosa hidromórfica". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, n.2, p. 6 - 9, 1990.
- NETO, J. X. de A.; CARNEIRO, I. F.; PEREIRA, A. V. Efeito de diferentes resíduos orgânicos no desenvolvimento e na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.) **Anais das Escolas de Agronomia e de Veterinária**, Goiás, v.20, n.1, UFG, 1990.
- OHSE, S. **Qualidade nutricional e acúmulo de nitrato em alface hidropônica**. In: **Hidroponia da alface**. Santos, O. Santa Maria: UFSM. p. 10-24. 2000.
- OLIVEIRA, A. P.; FERREIRA, D. S.; COSTA, C. C.; SILVA, A. F.; ALVES, E. U. Uso de esterco bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.1, p. 70-73, 2001.
- PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil, 2003. 235 P.
- PORTO, V. C. N.; NEGREIROS, M.Z. de; NETO, F. B.; NOGUEIRA, I. C. C. Fontes e doses de matéria orgânica na produção de alface. **Caatinga**, Mossoró-RN. v. 12(1/2). p. 7-11. 1999.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 Ed. Campinas IAC, 1986. p 168;
- RAIJ, B. V. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fósforo., 1981.142 p.
- RICCI, M. dos S. F.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A.; Produção de alface adubadas com compostos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n.1, p. 56-58 1994.
- RODRIGUES, E.T. **Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca Sativa* L.)** Viçosa MG: UFV, 1990, 60 p Dissertação de Mestrado



RODRIGUES, E.T.; CASALI, V. W. D. Rendimento e concentração em alface em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n. 2, p. 125-128, 1999.

RODRIGUEZ, JR. M. & LOBO, M. A. **Fertilizacion de hortalizas em solos volcanicos en antigua y caldas**. Revista ICA, 7: 219 – 232. 1972 Webster.

SAMINÊZ, T. C. de O.; RESENDE, F. V.; COUTO, J. R.; PAULA, W. S. de; SOUZA, T. A. de; CARNEIRO, R. G. Produção de alface em função de diferentes fontes de matéria orgânica sob sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**. Brasília v. 20 nº 2, suplemento 1 p. 280 , 2002.

SANTOS, R. H.S.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R.; MIRANDA, L. C. G. Qualidade da Alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n.1, p. 29-32 1994.

SANTOS, G. M.; OLIVEIRA, A.P.; SILVA, J. A.L.; ALVES, E. U.; COSTA, C.C. Características de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n.1, p. 30-35, 2001.

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

SGARBIERI, V. C. Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas: UNICAMP, 1987. 387 p.

SILVA, M. C. L. da; PEREIRA, J. T.; MELO, J. N.; LIMA, L. E. de. Avaliação de doses de esterco na cultura da batata (*solanum tuberosum* L.) no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 9 n. especial, p. 89-93. 1996.

SILVA, R. A. da. Inverno: você sabia que ele pode chegar mal acompanhado? Tecnologias de produção HFF& CITRUS, hortaliças, frutas, flores. Jaguariúna- SP. nº 07 ano II, p. 12, 2005.

SOUSA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa. 2003. 564 P.

VIANA, M. S. S & NEUMANN, V. H. L., **O membro Crato da formação Santana-CE**, 1999. Disponível em <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio005/sitio0005.htm>, acessado em 10/01/2005.

VIDIGAL, S, M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito da adubação orgânica: II Ensaio em casa de vegetação. **Revista Ceres**, Viçosa, V. 42 nº 239, p. 89-97, 1995 b.

VIDIGAL, S, M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I Ensaio de campo. **Revista Ceres**, Viçosa, V. 42 nº 239, p. 80-88, 1995 a.

YURY, J. E.; RESENDE, G. M. de J.; JUAREZ, C. R.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de, Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1. 2004.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T. M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factor Crontrolling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, 79: 117 - 161, 1997.

ZINK, F. W & YAMAGUCHI, M. Studies onthe growth rate and nutrint absorption of read lettuce. **Higardia**, 32 (11): 471-500. 1962.

**JOSE ULISSES PEIXOTO FILHO**

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE COM O USO DE  
DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA  
E EFEITO NA FERTILIDADE DO SOLO**

**RECIFE-PE**

**2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PENAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE COM O USO DE  
DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA  
E EFEITO NA FERTILIDADE DO SOLO**

**JOSÉ ULISSES PEIXOTO FILHO**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciência do Solo da Universidade  
Federal Rural de Pernambuco  
como parte das exigências para  
obtenção do título de Mestre em  
Ciência do Solo

**RECIFE-PE  
ABRIL - 2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PENAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE COM O USO DE  
DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA  
E EFEITO NA FERTILIDADE DO SOLO**

**JOSÉ ULISSES PEIXOTO FILHO**

**ORIENTADOR:**

**MARIA BETÂNIA GALVÃO DOS SANTOS FREIRE, Dra.**

**CO-ORIENTADORES:**

**FERNANDO JOSÉ FREIRE, Dr.**

**ADRIANA MARIA DE AGUIAR ACCIOLY, Dra.**

**RECIFE-PE, ABRIL DE 2006**

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

P379p Peixoto Filho, José Ulisses  
Produtividade de alface com o uso de diferentes fontes de matéria orgânica e efeito na fertilidade do solo / José Ulisses Peixoto Filho. -- 2006.  
62 f. : il.

Orientadora : Maria Betânia Galvão Santos Freire  
Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) --  
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia.  
Inclui bibliografia

CDD 631.42

- 1 . Adubo orgânico
- 2 . Esterco bovino
- 3 . Esterco de ovino
- 4 . Esterco de ave
- 5 . Latossolo
- 6 . Fertilidade do solo
- 7 . Matéria seca
- 8 . Matéria fresca
- 9 . Produtividade
- I . Freire, Maria Betânia Galvão dos Santos
- II . Título



**JOSÉ ULISSES PEIXOTO FILHO**

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE COM O USO DE  
DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA  
E EFEITO NA FERTILIDADE DO SOLO**

Dissertação defendida e aprovada em 26 de abril de 2006 pela banca  
examinadora:

Orientador:

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Betânia Galvão dos Santos Freire**  
**UFRPE**

Examinadores:

---

**Dr<sup>o</sup>. Giuliano Marchi**  
**UFRPE**

---

**Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Dimas Menezes**  
**UFRPE**

---

**Dr<sup>a</sup> Adriana Maria De Aguiar Accioly**  
**EMBRAPA**





**Ao meu pai José Ulisses Peixoto Neto  
A minha mãe Maria Isolda Cartaxo Peixoto  
A minha esposa Renálvia Leandro Peixoto  
A todos que contribuíram para este trabalho  
DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus Todo Poderoso que dá força e coragem na minha caminhada.

Aos meus pais José Ulisses Peixoto Neto e Maria Isolda Cartaxo Peixoto, que estão presentes nos momentos difíceis da minha vida.

A minha esposa Renálvia Leandro Peixoto que passa confiança e otimismo em todos os momentos.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade e confiança depositada nos mestrandos da Escola Agrotécnica Federal de Crato-CE

A orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Betânia Galvão dos Santos Freire, pela paciência, sapiência e orientações durante o curso de pós-graduação e principalmente na elaboração desta dissertação, bem como aos co-orientadores Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Fernando José Freire e Dr<sup>a</sup> Adriana Maria de Aguiar Accioly.

A todos os colegas da pós-graduação, em especial a Márcio Fléquisson Alves Miranda, bolsista PIBIC/CNPq/UFRPE pela sua colaboração no laboratório de química do solo.

Aos funcionários da pós-graduação Maria do Socorro de Santana e Severino dos Ramos Bastos e aos colegas da Escola Agrotécnica Federal de Crato, Valdemiro Marques Vieira, João Alberto Brito de Abreu, Aluisio Martins de Sousa Junior.

Aos colaboradores José Renato Correia de Brito, Henrique Soares da Silva, Antonio Nascimento Silva, Antonio Silvestre Dias e Sebastião de Lima na implantação e condução do experimento de campo.

## SUMÁRIO

	Pag
Dedicatória.....	i
Agradecimentos.....	ii
Sumário.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
1. Introdução.....	1
2. Revisão da Literatura.....	2
2.1 Importância da alface.....	2
2.2 Potencialidades para o consumo de produtos orgânicos.....	3
2.3 Exigências nutricionais.....	4
2.4 Adubação orgânica.....	5
2.5 Fontes e doses de adubo orgânico.....	7
3. Material e Métodos.....	8
3.1 Solo.....	8
3.2 Cultivar utilizada.....	9
3.3 Adubos orgânicos.....	10
3.4 Delineamento experimental.....	11
3.5 Condução do experimento.....	11
3.6 Variáveis analisadas.....	12
4 Resultados e Discussão.....	13
4.1 Classificação comercial do produto.....	13
4.2 Produtividade de alface.....	16
4.3 Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo.....	36
5. Conclusões.....	49
6. Referências Bibliográficas.....	50

## RESUMO

Foi conduzido um experimento na Escola Agrotécnica Federal de Crato em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO para estabelecer as doses de esterco de ave, bovino e ovino que proporcionam melhores rendimentos na cultura da alface. Foram coletadas amostras simples, na profundidade de 0 a 20cm, formando uma amostra composta para caracterização do solo. Como fertilização orgânica foram usados os esterco de ave, bovino e ovino nas proporções de 25%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada, em um delineamento experimental em blocos casualizados com arranjo fatorial  $[(3 \times 5) + 2]$ , sendo três fontes de matéria orgânica e cinco níveis, com dois tratamentos adicionais, um com fertilizante químico e uma testemunha absoluta, em quatro blocos, com uma repetição por bloco, totalizando 68 parcelas. Após o preparo das parcelas foi realizada a aplicação dos fertilizantes orgânicos, 10 dias antes do transplântio das mudas. As mudas foram plantadas num espaçamento de 0,25m x 0,25m, com parcelas medindo 1,875m<sup>2</sup> e com uma área útil de 1,00m x 0,75m, com doze plantas. Foram feitas capinas quando necessárias e a irrigação foi feita diariamente. Aos 30 dias do início do experimento foi realizada a colheita das plantas com raízes, plantando-se então o segundo cultivo da cultura, com mais 30 dias o terceiro e mais 30, o quarto e mais 30 o quinto. Foi realizada uma amostragem de solo em cada parcela no momento do transplântio (tempo zero) e aos 30 dias de cultivo no canteiro de cada cultivo. Nessas amostras foram analisados: carbono orgânico, nitrogênio total, fósforo e potássio disponível. No momento da colheita, foi medida a massa fresca das plantas por parcela, retirando-se uma planta para secagem em estufa a 65°C e determinação da matéria seca por planta. As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo também testados modelos de regressão entre as variáveis dependentes e os níveis de adubos utilizados. O esterco de ave proporcionou maiores produtividades de alface no primeiro cultivo, sendo superado pelos esterco bovino e ovino, a partir do segundo cultivo. Geralmente a partir de 100% da recomendação os resultados são semelhantes, não se justificando o uso de doses superiores a esta. No terceiro cultivo a qualidade do produto foi afetada mesmo nas maiores doses.

## ABSTRACT

A field experiment was conducted in the Agrotécnica Federal de Crato School in an Oxissol to establish the dosage of chicken, cow and sheep manure that would supply the best yield of a lettuce crop. Single samples were collected in the depths of 0 – 20 cm, making a compound sample to characterize the soil. As organic fertilizers chicken, cow and sheep manure were used at the rates of 25%, 50%, 100%, 150% and 200% of the recommended dosage , in an experimental design using randomized blocks in a factorial arrangement of the order [(3 x 5) + 2], with three sources of organic matter at five levels, with two additional treatments, the first one with chemical fertilizer and the second one as an absolute control in four blocks, with one replicate per block totalizing 68 plots . After the preparation of the plots an application of the organic manures was made at the tested levels, 10 days before the transplant of the seedlings. The seedlings were planted in the spacing of 0,25m x 0,25m with the plots measuring 1,875m<sup>2</sup> and with a useful area of 1,00m x 0,75m, with twelve plants per plot. Weeding was done when necessary and irrigation was done daily according to the crop needs. At 30 days after the beginning of the experiment the plants were harvested including the roots, when the second crop was planted , with 30 more days the third and 30 more , the fourth and 30 more the fifth crop were established . A soil sampling was made in each plot at the transplanting moment (zero time) and at 30 days of growth on the bed of each crop. In those samples the following analyses were run: organic carbon, total nitrogen, and available phosphorus and potassium. At harvest the plants fresh mass was measured by plot, and one plant was chosen for drying in an oven at 65 degrees Celsius and the dried matter by plant determined. The variables evaluated were subjected to analysis of variance, comparing the averages of the treatments by the Tukey test at the five percent probability level , and regression models were tested between the dependent variables an the levels of manure utilized. The chicken manure provided higher yields of lettuce in the first crop, being surpassed by the cow and sheep manures beginning with the second crop. In general, starting with the 100% recommendation the results are similar, with no justification of using higher dosages. In the third crop, the quality of the product was affected even at the highest dosages.

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica vem crescendo no Brasil e no mundo nos últimos anos em ritmo muito acelerado acompanhando o crescimento da demanda dos consumidores por alimentos mais saudáveis e produzidos sem agredir a natureza. A fertilização orgânica no cultivo de olerícolas têm crescido nos últimos anos, devido principalmente aos efeitos benéficos do material orgânico sobre os características físicas e químicas do solo, e também pelo alto custo dos adubos minerais. Esta fertilização não só incrementa a produtividade mas também proporciona a obtenção de plantas com características qualitativas distintas daquelas cultivadas exclusivamente com fertilizantes minerais. Temos na fertilização orgânica a oportunidade de oferecer alimento sadio a todos, pois a alimentação de qualidade é o anseio de todo o ser humano, aliado à conservação do ambiente.

A abertura do mercado brasileiro para produtos obtidos com fertilização orgânica é recente. Apoiado pela mídia, e com a elevada aceitação da população, ela vem crescendo 40 a 50% ao ano desde 1990. Neste contexto, o cultivo de hortaliças com fertilizantes orgânicos tem aumentado nos últimos anos, graças principalmente aos elevados custos dos fertilizantes minerais e aos efeitos benéficos da matéria orgânica em solos intensamente cultivados com métodos convencionais.

O Ceará é um dos maiores produtores e incentivadores da adubação orgânica na região Nordeste. Os principais produtos cultivados são: coco, acerola, melão, castanha, banana e hortaliças. Entre os estímulos oferecidos pelo Estado estão a disponibilidade de técnicos para acompanhar a formação de grupos de produtores, a promoção de discussões sobre o que produzir, onde comercializar, as orientações sobre certificação, difusão de tecnologia e cursos de capacitação aos produtores.

As redes de supermercados no Ceará vêm investindo gradativamente na produção, comercialização e consumo de produtos orgânicos. Nas prateleiras a oferta de produtos de origem orgânica já é visível. As principais empresas no Estado já acreditam num constante crescimento dos produtos para os próximos anos. Contudo, apesar da grande aceitação de produtos com fertilização orgânica na região do Cariri, poucas pesquisas têm sido realizadas para a definição dos tipos de adubos possíveis de serem utilizados, bem como as doses a serem aplicadas que possibilitem maior retorno econômico ao produtor.

Este trabalho visa avaliar a produtividade de alface (*Lactuca sativa* L) com diferentes fontes de fertilizante orgânico, esterco de ave, esterco bovino, esterco ovino e efeito na fertilidade do solo, pela facilidade de obtenção na região dos fertilizantes de origem animal.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Importância da alface

A produção de hortaliças na região Sul do Ceará tem crescido em função do melhor preço estabelecido pelos produtos obtidos organicamente, sendo a alface uma das hortaliças mais consumidas na região do Cariri (Franca & Sousa, 2004). A alface é a mais popular das hortaliças folhosas, sendo cultivada em quase todas as regiões do globo terrestre. Devido a sua riqueza alimentar, como fonte de vitaminas e sais minerais é a hortaliça mais consumida em todo mundo (Nicoulaud et al., 1990).

Há uma expansão da oferta, antes restrita às feiras de produtos orgânicos, agora também em grandes redes varejistas, caracterizada por produtos de ótima qualidade e apresentação (Penteado, 2003). Hoje, 42% das maiores redes de supermercados dos EUA vendem alimentos cultivados organicamente e 25% dos consumidores americanos compram produtos orgânicos pelo menos uma vez na semana.

A importância da alface na alimentação e saúde humana se deve por ser boa fonte de vitaminas e sais minerais, destacando-se seu elevado teor de vitamina A (Lopes et al., 2003). Seu consumo é feito na forma de folhas fresca e nestas condições apresenta a seguinte composição média por 100 gramas comestíveis: água 94%; valor calórico 18kcal; proteína 1,3g; gordura 0,3g; carboidratos totais 3,5g; fibra 0,7g; cálcio 68mg; fósforo 27mg; ferro 1,4mg; potássio 264mg; vitamina A 1900 UI; tiamina 0,05mg; riboflavina 0,08mg, niacina 0,4mg, vitamina C 18,0mg (Sgarbieri, 1987).

Devido a inegável importância nutricional, em função do seu conteúdo incluir diversas vitaminas, que aliado a sua pouca ou nenhuma quantidade calórica, bem como sua fácil digestão, torna seu consumo quase obrigatório para as pessoas que visam uma dieta balanceada (Silva, 2005).



A região do Crato, Sul do Ceará era abastecida com produtos hortícolas vindos dos projetos irrigados da Bahia, porém com o aumento da produção de alface no município tem-se diminuído a importação desta hortaliça de outras regiões, visto a facilidade de obtenção na região de fertilizantes orgânicos de origem animal.

## 2.2. Potencialidades para o consumo de produtos orgânicos

Franca & Sousa (2004), baseados numa compreensão social, econômica, ambiental e cultural da agricultura orgânica, na Associação Cristã de Base (ACB-2004), sentiram a necessidade de entender melhor os mecanismos da produção e comercialização dos produtos orgânicos na região do Cariri. Surgiu então uma pesquisa de mercado envolvendo os municípios da região caririense, principalmente o município do Crato-CE, tal pesquisa subsidiou a tomada de decisão para a realização da I Feira de Produtos Ecológicos do Crato, que teve início em Julho de 2003 e encontra-se atualmente em um contínuo processo de sensibilização, organização e cadastramento dos feirantes agroecológicos da região. Segundo a pesquisa uma porcentagem de 71,5% têm preferências por produtos locais, enquanto 26,9% responderam não ter preferência, uma pequena porcentagem de 1,6% não responderam. Foi também dada uma definição de produto orgânico, dando ao entrevistado maior compreensão sobre o assunto. Após o esclarecimento do conceito, procurou-se saber a disposição dos consumidores em adquirir os produtos orgânicos da região do Cariri ao mesmo preço dos que vêm de fora. Há uma alta disposição dos consumidores em adquirir os produtos orgânicos, atingindo 96,4% dos entrevistados, isto evidencia que há uma grande lacuna no mercado a ser preenchida, e que depende muito do somatório de forças do conjunto de entidades governamentais e não-governamentais na elaboração e execução de propostas de apoio a iniciativas locais. Quando colocou-se o produto orgânico com um preço superior ao produto não orgânico, o percentual de aquisição do orgânico decresceu um pouco em relação ao percentual anterior, indo de 96,4% para 91,9%, ocorrendo uma queda de 4,5%. Mesmo assim, chamou-se a atenção para um percentual ainda muito alto de 91,9%, disposto a adquirir o orgânico, evidenciando assim um grande potencial da população disposta a consumir produtos orgânicos.

De 2002 para 2003 a agricultura orgânica do Estado cresceu 8,2% e tem permanecido no patamar de cerca de 10% ao ano, o Ceará tem hoje uma área de

mais de 13.400 hectares produzindo apenas produtos orgânicos. Em 2004 foram produzidas mais de 640.000 toneladas de frutas, hortaliças e castanha (Lima, 2005).

A produção de hortaliças comercializada em 2004, pelas maiores associações de produtores (APOI – Associação dos produtores orgânicos da Ibiapaba e ADAO – Associação do Desenvolvimento da Agropecuária Orgânica) foram quase 500 toneladas. As perspectivas apontam para um aumento na diversidade de produtos cultivados e, até 2007, a expectativa é dobrar a área de produção, dos quais 30% da produção dos orgânicos é consumida dentro do estado (Lima, 2005).

Segundo Machado(2005), a rede do Hipermercantil há três anos comercializa alface, cenoura, cebola e outros produtos. A maioria das verduras e legumes orgânicos encontrados nas lojas são trazidos da serra da Ibiapaba e Cariri, já na sede de Supermercado Pão de Açúcar foram comercializados, só nos meses de dezembro de 2004 e janeiro de 2005, 30 toneladas de produtos orgânicos. Esta empresa, desde fevereiro de 2001, vem promovendo parceria com sucesso com a Associação dos Produtores Orgânicos da Ibiapaba (APOI) na comercialização de legumes e verduras livres de agrotóxicos como alfaces crespas e americanas, repolho, feijão-vagem, pimenta de cheiro e outras hortaliças. Nas lojas, os produtos orgânicos podem ser identificados em bandejas específicas, embaladas com o selo da certificadora.

### 2.3. Exigências nutricionais

A alface é considerada uma planta exigente, por necessitar de quantidades relativamente grandes de nutrientes em período de tempo muito curto (Lédo et al., 2000). De acordo com Faquin et al. (1996), a cultura da alface é altamente exigente em K, N e Ca, quando comparada com outras culturas. Zink & Yamaguchi (1962), obtiveram uma extração total por esta hortaliça (9.500 plantas/ha) de 23,2kg de N; 4,4kg de P; 50kg de K;13,3 kg de Ca; 3,2kg de Mg; 3,0kg de S.

No cultivo da alface é comum a utilização de doses altas de adubos orgânicos e minerais para atender à demanda de nutrientes (Rodrigues & Casali, 1999). Nesse sentido, a fertilização constitui a prática agrícola mais cara e a de maior retorno, visto que permite, não só maiores rendimentos, mas também obtenção de maior valor comercial ( Ricci et al., 1994). Em razão das folhas serem o

produto comercial, a cultura responde mais ao fornecimento de nitrogênio (Lédo et al., 2000).

O nitrogênio é o nutriente que promove maior rendimento da cultura da alface, bem como no peso médio da cabeça, sendo por essa razão utilizado em grandes quantidades (Ohse, 2000). Segundo Katayma (1993), a absorção de 80% do N total ocorre nas últimas semanas do ciclo.

Sendo esta folhosa mais consumida no país, e o nitrogênio um dos nutrientes mais exigidos pela planta, esta apresenta grande resposta à adubação nitrogenada (Kiehl, 1985), possuindo elevado potencial de produção com adubos orgânicos.

#### 2.4. Adubação orgânica

O emprego de resíduos de animais como fertilizantes do solo é muito antigo. Segundo Matsuo (1978), fertilizantes orgânicos eram usados no Japão no século VIII, mas a pesquisa com fertilizantes iniciou-se efetivamente em 1843 na Estação Experimental de Rothamsted, Inglaterra (Jenkinson, 1991). O estudo de fertilizantes denominados não convencionais, oriundos de materiais orgânicos diversos, teve incremento após a publicação dos resultados obtidos com produtos contendo ácidos fúlvicos e húmicos (Martin et al. , 1962)

Segundo Ricci et al. (1994), a fertilização constitui a prática agrícola mais cara e de maior retorno, visto que permite não só maiores rendimentos, mas também a obtenção de um produto com aspecto mais uniforme e de maior valor comercial.

Entretanto, as altas produtividades alcançadas por uso intensivo de adubos minerais e defensivos agrícolas tem sido questionados nos último anos, não só pelas contradições econômicas e ecológicas, mas também por desprezar aspectos qualitativos importantes da produção (Santos et al., 1994). Considerando-se este aspecto, Costa(1994) relata que em virtude do alto custo de fertilizantes minerais, têm-se cultivado hortaliças com adubos orgânicos de várias origens, visando melhorar as propriedades físicas e químicas do solo.

A adição de materiais orgânicos é fundamental à qualidade do solo, caracterizando-se pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização, embora dependa essencialmente da taxa de

decomposição, controlada pela temperatura, umidade, textura e mineralogia do solo, além da decomposição química do material orgânico utilizado (Zech et al., 1997).

Também o uso do composto orgânico permite melhoras na fertilidade, além de ser excelente condicionador de solo, melhorando suas características físicas, químicas e biológicas, entretanto o valor fertilizante do composto depende do material utilizado como matéria prima (Miyasaka et al., 1997).

A aplicação da matéria orgânica ocasiona modificações físicas, químicas e biológicas nos solos, as principais mudanças verificadas relacionam-se ao aumento da disponibilidade de nutrientes, à melhora da agregação e o aumento da capacidade de troca de cátions, do poder tampão e da formação de quelatos (Campbell, 1978).

O solo ideal para o cultivo dessa hortaliça é o areno-argiloso, rico em matéria orgânica e com boa disponibilidade de nutrientes, para maior produtividade é necessário o uso de insumos que melhorem as condições físicas, químicas e biológicas do solo (Filgueira, 1982). A matéria orgânica adicionada ao solo na forma de adubos orgânicos de acordo com o grau de decomposição dos resíduos, pode ter efeito imediato no solo ou efeito residual por meio de um processo mais lento de decomposição. Em trabalhos realizados com essa hortaliça foram observados aumentos na produção e nos teores de nutrientes nas plantas, após a aplicação de adubos orgânicos (Rodrigues, 1990).

Efeitos lineares crescentes de doses de adubos orgânicos sobre a produção de matéria fresca e matéria seca em cultivos sucessivos da alface foram observados por Vidigal et al. (1995 a, 1995 b). Os efeitos residuais de compostos orgânicos foram também verificados em até três cultivos sucessivos.

A matéria orgânica adicionada ao solo não disponibiliza de imediato as quantidades totais dos nutrientes para as plantas. Desse modo, com a aplicação continuada dos fertilizantes orgânicos tende a haver um acúmulo gradual dos nutrientes no solo, propiciando um efeito residual para os cultivos seguintes. Santos et al. (2001), encontraram que a adubação com composto orgânico proporcionou efeito residual sobre a produção de alface cultivada de 80 a 110 dias após a aplicação, constataram ainda que o aumento de adubo orgânico aumenta os teores de bases, fósforo e a CTC do solo e que o adubo mineral não propicia efeito residual sobre a produção de alface.

## 2.5. Fontes e doses de adubo orgânico

Aumentos lineares do peso da cabeça da alface americana foram obtidos com doses de até  $10,8 \text{ kg m}^{-2}$  de esterco de curral (Shneider, 1983). A aplicação de esterco de cama de aviário aumentou o rendimento da matéria seca em plantas de alface, sendo os rendimentos mais elevados obtidos com as doses 24 a  $36 \text{ t ha}^{-1}$  (Nicoulaud et al., 1990).

Herédia et al. (1996) verificaram incrementos significativos no cultivo de alface (54,61%) em relação à testemunha com a incorporação de  $14 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de galinha. Na aplicação de adubos orgânicos (esterco de galinha e de bovino), que foram previamente curtidos por 45 dias, para posterior incorporação no solo, foram aplicados  $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco bovino e  $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco de galinha em seus respectivos tratamentos (dose simples ou dupla). Neto et al. (1990) concluem que a matéria orgânica foi necessária para obter melhor produto e produtividade na cultura da alface e que a adubação com esterco bovino dobrado ( $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) foi suficiente para substituir a adubação química e/ou mista, obtendo-se bons resultados quanto à qualidade de produção.

Com o uso de composto orgânico, Yuri et al. (2004) obtiveram produtividade máxima na cultura da alface com a dose de  $59,4 \text{ t ha}^{-1}$ . 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 que com o esterco de bovino o máximo de rendimento de alface foi obtido na dose  $63,4 \text{ t ha}^{-1}$ , enquanto que com a cama de galinha a produtividade foi sempre crescente atingindo o máximo na dosagem de  $80 \text{ t ha}^{-1}$ .

Segundo Sousa & Resende (2003), nas adubações orgânicas em alface no primeiro ano de manejo recomenda-se abrir covas e adubar de forma localizada aplicando 200 gramas de composto úmido (50%) ou 100 gramas de húmus ou esterco de boi curtido. Há consenso entre diversos autores sobre a eficiência do esterco bovino, associado ou não a adubos minerais em hortaliças. Para outras culturas, como feijão-vagem (Santos et al., 2001) e em repolho (Oliveira et al., 2001) houve aumento de produção dessas hortaliças quando adubadas apenas com esterco bovino.

Por outro lado com relação às doses de esterco na batatinha, Silva et al. (1996) observaram efeito linear das mesmas sobre a produção comercial de tubérculos, tanto para esterco bovino, quanto para cama de galinha. Por meio de

equação de regressão estimou-se que a menor dose de esterco bovino ( $15 \text{ t ha}^{-1}$ ) elevaria a produção de 3,22 para  $6,72 \text{ t ha}^{-1}$ , o que significa um incremento de 109%. A dose correspondente a  $10 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de galinha elevou a produção de 4,48 para  $9,40 \text{ t ha}^{-1}$ , representando uma elevação de 110% na produção de batata. Já Ferreira et al. (2003) verificaram que a produtividade do tomate aumentou com a aplicação de nitrogênio, nos dois níveis de matéria orgânica testados.

Os adubos orgânicos aplicados ao solo sempre proporcionam respostas positivas a produção das culturas, chegando a igualarem ou até mesmo a superarem os efeitos dos fertilizantes químicos (Kiehl, 1985).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS.**

#### **3.1. Solo**

O solo utilizado foi um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico, textura franco arenosa/média fase floresta tropical subpernifolia relevo suave ondulado na área da Escola Agrotécnica Federal de Crato, geograficamente localizada a na longitude  $39^{\circ}25' \text{ W}$  e latitude  $7^{\circ}14' \text{ S}$ , sendo a altitude de 422 metros (Escola Agrotécnica Federal de Crato, 2005). O clima nesta Região é tropical úmido correspondendo a classificação AW de Köppen, com regime pluviométrico de 700 a  $1000 \text{ mm ano}^{-1}$  (Viana & Neumann, 1999). A área foi cultivada anteriormente com milho sem fertilização.

Foram coletadas amostras simples, na profundidade de 0-20cm, formando uma amostra composta, que foi seca ao ar, destorroada e peneirada em malha de 2 mm para caracterização física e química.

Na caracterização física foi determinada a granulometria pelo método do densímetro, a densidade do solo pelo método da proveta, a densidade das partículas pelo método do balão volumétrico, calculando-se a porosidade total (Quadro 1) (EMBRAPA, 1997).

Na caracterização química, foi medido o pH, determinaram-se os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  trocáveis, extraídos com KCl 1mol/L e dosados por volumetria; o  $\text{K}^{+}$  e o P extraídos com Mehlich-1, sendo o K dosado por fotometria de chama e o P por colorimetria (Quadro 1) (EMBRAPA, 1997).

Quadro 1 – Caracterização física e química do solo utilizado no experimento (0-20cm de profundidade)

Variável	Valor
Areia (g/kg)	716
Silte (g/kg)	112
Argila (g/kg)	172
Ds <sup>(1)</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	1,34
Dp <sup>(2)</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	2,47
Pt <sup>(3)</sup> (%)	45,75
pH	6,5
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	2,2
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,5
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,0
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,31
P (mg/dm <sup>3</sup> )	39,0
C.O (dag/kg)	1,51

<sup>1</sup> Densidade do solo; <sup>2</sup> Densidade das partículas; <sup>3</sup> Porosidade total

### 3.2. Cultivar Utilizada

As cultivares existentes no mercado são divididas em cinco grupos de acordo com as suas características morfológicas. Grupo de folhas soltas crespas possuem folhas soltas, crespas, consistentes não formando cabeça tipo repolhuda, bordas irregulares e recortadas. Este grupo representa aproximadamente 52% da área total plantada no Brasil. Grupo de folhas lisas possuem folhas soltas, lisas, tenras com bordas arredondadas não formando cabeça do tipo repolhuda. Grupo de folha lisa repolhuda, possuem folhas lisas, tenras, suculentas com aspecto oleoso, formando cabeças repolhudas compactas. Este grupo junto com o grupo de folha lisa não repolhuda representa aproximadamente 33% da área total plantada no Brasil. Grupo repolhuda crespa ou Americana, possuem folhas crespas, embrincadas, crocantes, formando cabeça repolhuda compacta, ou seja, forma cabeça geralmente de alta compacidade. Este grupo representa aproximadamente 14% da área total plantada no

Brasil. Grupo Romana, possuem folhas alongadas, duras, com nervuras claras e protuberantes, em geral este grupo possui pós-colheita maior que os demais.

Foi cultivada no experimento a cultivar Crespa Cacheada, do grupo de folhas soltas crespas, esta cultivar é largamente plantada na região, não forma cabeça do tipo repolhuda, possuindo folhas crespas, bordas irregulares e recortadas.

### 3.3. Adubos orgânicos

Como fertilização orgânica do solo, foram utilizados três tipos de adubos: esterco de ave franga poedeira sem cama, esterco bovino e esterco ovino de criação extensiva, estes esterco foram curtidos até a sua estabilização. Na caracterização dos esterco foram determinados os teores de carbono orgânico total pelo método do Walkey-Black (Mendonça & Matos, 2005), de nitrogênio total por digestão sulfúrica (Malavolta et al., 1989), e fósforo e potássio por digestão nitro-perclórica, sendo o fósforo dosado por colorimetria e o potássio por fotometria de chama (EMBRAPA, 1997) (Quadro 2).

Quadro 2 – Caracterização dos esterco de ave, bovino e ovino utilizados no experimento

Esterco	C.O <sup>(1)</sup>	N	Relação C/N	P	K
	dag kg <sup>-1</sup>	dag kg <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>	
Ave	7,99	1,4	5,71	3,23	8,96
Bovino	13,59	1,5	9,06	1,87	12,88
Ovino	12,55	1,4	8,96	1,15	14,70

<sup>1</sup>C.O – Carbono orgânico total pelo método Walkey-Black

Estas fontes foram fornecidas em cinco níveis, representando 25%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada. A dose recomendada dos fertilizantes foi baseada no N fornecido por 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, média utilizada na região (Porto et al., 1999). Todos os adubos orgânicos e o mineral forneceram as mesmas quantidades de N conforme o Quadro 3.



Quadro 3 – Teor de nitrogênio nos adubos, doses dos adubos orgânicos e mineral e fornecimento de nitrogênio para 100% da recomendação

Adubo	Teor de N	Dose do adubo	N fornecido
	dag kg <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
Esterco bovino	1,5	60.000	900
Esterco de ave	1,4	64.286	900
Esterco ovino	1,4	64.286	900
Uréia (mineral)	44,0	2.045	900

No tratamento do fertilizante químico o N foi fornecido como uréia conforme o Quadro 3, o fósforo na forma de superfosfato simples usando 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e o potássio na forma de cloreto de potássio, usando 60kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, atendendo às necessidades da cultura conforme análise química (Quadro 1). De acordo com as recomendações da Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado de Pernambuco (1998). Parte do Nitrogênio (40%) foi colocado em fundação com todo o fósforo e potássio numa profundidade de 10 cm, o restante do nitrogênio foi colocado em cobertura 15 dias após o transplântio.

#### 3.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com arranjo fatorial [(3 x 5) + 2], sendo três fontes de matéria orgânica e cinco níveis, com dois tratamentos adicionais, um com fertilizante químico e uma testemunha absoluta, em quatro blocos com uma repetição por bloco, totalizando 68 parcelas.

Cada bloco foi constituído por 17 parcelas de 1,875m<sup>2</sup> de área total, tendo 1,00m x 0,75m na área útil da parcela, com 12 plantas, num espaçamento de 0,25m x 0,25m.

#### 3.5. Condução do experimento

O experimento foi conduzido no campo e a área foi preparada manualmente, cada bloco foi formado por dois canteiros, os canteiros foram levantados manualmente com o auxílio da enxada, linha e trena para medição. Na marcação das parcelas nos canteiros foi usada uma grade com 1,25m de largura com 1,50m de comprimento, onde também continha a marcação do espaçamento utilizado, as parcelas foram separadas

por tábuas medindo 8 cm de altura onde eram fixadas no solo impedindo o contato entre os esterco presentes nas parcelas. Após o preparo das parcelas nos blocos, foi realizada a aplicação dos adubos orgânicos, nos níveis testados, 10 dias antes do transplante das mudas numa profundidade de 20cm.

As mudas foram preparadas no viveiro da Escola Agrotécnica Federal de Crato, em bandejas de isopor com 128 células em forma de pirâmide truncada invertida com volume de 35,2cm<sup>3</sup>, usando o substrato comercial plantimax, semeando-se três sementes por célula, onde foi feito o desbaste deixando-se uma plântula por célula de 8-10 dias após a germinação.

O transplante foi realizado quando as mudas apresentavam quatro a seis folhas definitivas, com aproximadamente 30 dias, no espaçamento de 0,25m x 0,25m. As irrigações foram realizadas com sistema de irrigação por micro-aspersão com emissores distanciados 3,5m x 3,5m com vazão de 79 L /h, As capinas foram realizadas manualmente, no primeiro cultivo foram realizadas duas capinas aos 10 dias e 20 dias após o transplante, no segundo, terceiro, quarto e quinto cultivos só foram necessárias uma única capina que foram realizadas aos 15 dias após o transplante.

O plantio do primeiro cultivo foi realizado no dia 14 de abril de 2005, sendo o segundo, terceiro, quarto e quinto cultivos sucessivos sem interrupção. As temperaturas médias diárias durante o primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto cultivos foram respectivamente 25,5 °C; 24,5°C; 24,5°C; 24,3°C; 25,5°C. As precipitações durante o primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto cultivos foram 60mm, 50mm, 9mm, 12mm, 00mm.

A colheita do primeiro cultivo foi feita aos 30 dias do plantio na área útil de cada parcela, retirando-se todas as plantas inteiras. Após a colheita do primeiro cultivo foi feito o plantio do segundo e após 30 dias a colheita do segundo cultivo. Da mesma maneira foram conduzidos o terceiro, quarto e quinto cultivos.

### 3.6. Variáveis analisadas

Antes da colheita, foi realizada a avaliação comercial do produto, consultando-se dois produtores de alface e dois comerciantes da Central de Abastecimento da Cidade do Crato, que classificaram o número de plantas de cada parcela como: primeira, segunda e refugo. Esta classificação foi realizada pelo aspecto visual, cor, turgidez das plantas para a comercialização. Com base na média desses dados, foi calculada a percentagem do produto de primeira qualidade para todos os tratamentos de cada cultivo.

No momento da colheita do primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto cultivos, foi medida a massa fresca de todas as plantas da área útil de cada parcela. Logo após, foi sorteada uma planta, contando-se o número de folhas, pesando-se para a obtenção da matéria fresca ( $\text{g planta}^{-1}$ ) e secando-se em estufa a  $65^{\circ}\text{C}$ , até atingir peso constante para determinação da matéria seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ). Calculando-se a produtividade com base na colheita da área útil.

Foi realizada uma amostragem de solo na profundidade de 20cm em cada parcela no momento do transplântio (tempo zero), aos 30 dias do primeiro cultivo no canteiro, 30 dias após o transplântio do segundo cultivo, 30 após o transplântio do terceiro cultivo, 30 após o quarto e 30 após o quinto, para avaliação do efeito residual. Estas amostras (compostas) foram secas ao ar e destoroadas e passadas em peneira de malha de 2mm para a determinação do carbono orgânico total pelo método Walkey Black (Mendonça & Matos, 2005), do nitrogênio total pelo método Kjeldahl (Malavolta et al., 1989) e extração do P e K pelo Mehlich-1 e determinação do P por colorimetria e do K por fotometria de chama (EMBRAPA, 1997).

Para cada cultivo, as variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância e modelos de regressão foram testados entre as variáveis dependentes e as doses de esterco aplicados. Para comparação com o tratamento de fertilização química aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Classificação comercial do produto**

Para os três tipos de esterco testados, observou-se que no primeiro cultivo, tomando como base uma classificação comercial boa acima de 90% de plantas primeira, sendo esta classificação feita pelo aspecto visual, cor e turgidez, não há necessidade de adubações com níveis elevados como 150% e 200% da dose recomendada, pois a partir de 25% da dose recomendada as plantas alcançaram boa classificação comercial. Ainda para o primeiro cultivo, os três esterco proporcionaram classificação comercial semelhante e sem diferença para o fertilizante químico (Figura 1).

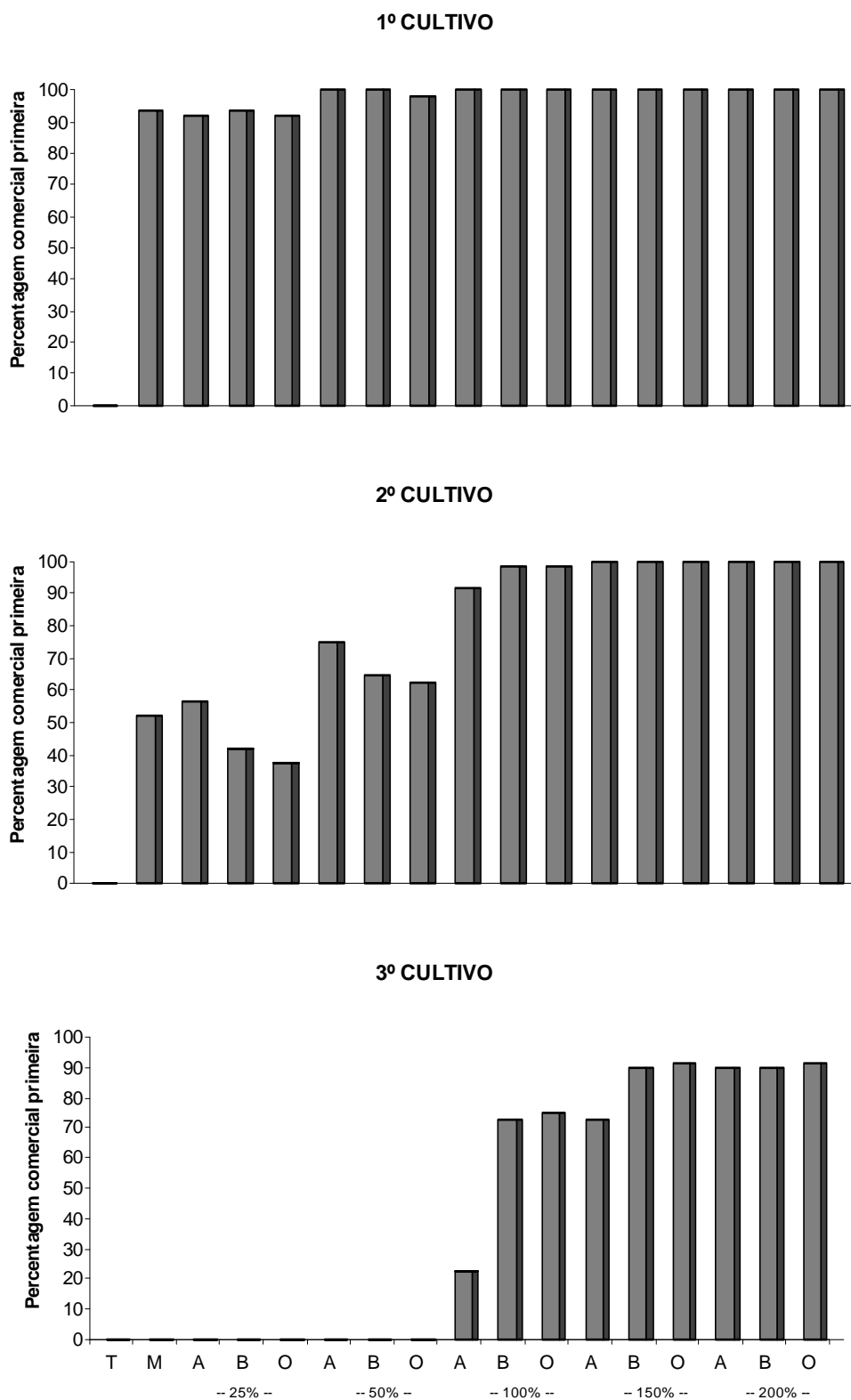


Figura 1 – Proporção de plantas de alface classificadas como “primeira” em três cultivos consecutivos. T (testemunha), M (fert. químico), A (ave), B (bovino), O (ovino); 25, 50, 100, 150 e 200 % da dose, respectivamente.

Para o segundo cultivo obteve-se classificação primeira acima de 90% com doses a partir de 100% da dose recomendada, enquanto que a adubação mineral já não apresentou resultados positivos de plantas classificadas como primeira, sendo necessário adubar quimicamente para o segundo cultivo. Possivelmente, o fertilizante químico foi solubilizado rapidamente, servindo de fonte de nutrientes para o primeiro cultivo, mas não deixando reserva para os cultivos subsequentes, justificando novas aplicações a cada cultivo de alface, apesar de ser uma cultura de ciclo curto.

Analisando o terceiro cultivo, nota-se que as doses de 150% e 200% da dose recomendada para ovino apresentaram ainda classificação comercial adequada. Provavelmente, os nutrientes fornecidos por este esterco foram suficientes para proporcionar esta classificação comercial ainda no terceiro cultivo. A mineralização dos nutrientes neste esterco, deve ter ocorrido de maneira mais lenta permitindo atender à demanda nutricional da cultura nas doses mais elevadas por mais tempo. O esterco de ave não conseguiu promover o desenvolvimento das plantas nem com 100% da dose recomendada, alcançando apenas 22% do produto de primeira qualidade.

As plantas do quarto e quinto cultivos não foram classificadas comercialmente como alface do tipo primeira, para nenhum dos tratamentos estudados, por isso não foram apresentados seus resultados. Possivelmente, os nutrientes fornecidos ao solo pela mineralização dos esterco só foram suficientes para proporcionar plantas bem desenvolvidas até o terceiro cultivo.

Além de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo o uso de adubos orgânicos contribui como fonte de nitrogênio para a cultura da alface interferindo diretamente sobre sua produtividade. Os resultados obtidos nas características comerciais concordam com os obtidos por Yuri et al. (2004), justificando o uso destes produtos orgânicos na fertilização da cultura da alface para a região do Crato.

Estes resultados para o período chuvoso onde há escassez de alface na central de abastecimento do Crato, tanto para o primeiro, segundo e terceiro cultivos, as doses de 100% acima da dose recomendada para os três tipos de esterco testados estariam com classificação comercial primeira. Contudo, se a aplicação do adubo corresponder a quantidades inferiores a 100% da dose recomendada, deve-se fazer nova aplicação a cada cultivo para se obter plantas com classificação comercial primeira.

## 4.2. Produtividade de alface

A interação entre os tipos de esterco e as doses foram significativas para os cinco cultivos de alface. No primeiro cultivo, as doses que proporcionaram maiores produções de matéria fresca foram 100%, 150% e 200% da dose recomendada para o esterco de ave (Quadro 4). Entretanto, os resultados médios alcançados de produção de matéria fresca de 134,7; 100,5 e 100,0 g planta<sup>-1</sup> para os esterco de ave, bovino e ovino, respectivamente, foram baixos em relação aos encontrados na literatura. Santos et al. (1994), usando composto orgânico em alface, alcançaram a produção máxima de matéria fresca de 321,69 g planta<sup>-1</sup>, com 65,85 t ha<sup>-1</sup> do composto e Yuri et al. (2004) relatam uma produção máxima de matéria fresca de 914,2 g planta<sup>-1</sup> com 59,4 t ha<sup>-1</sup>. Apesar das possíveis diferenças entre as cultivares utilizadas nos três trabalhos, os autores citados superam bastante os resultados deste trabalho. Estes baixos rendimentos encontrados podem, também, estar relacionados às condições do meio, como pelas temperaturas observadas no período do experimento, que podem ter contribuído negativamente para o crescimento das plantas.

Concordando com estes resultados, Neto et al. (1990), usando 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de esterco de ave e 120 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, obtiveram, respectivamente, produções de 72,1 e 136,0 g planta<sup>-1</sup>. E Vidigal et al. (1995), usando composto orgânico preparado com esterco bovino, alcançaram produções de 70,2 g planta<sup>-1</sup> com uma dose de 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> do composto, valores estes próximos aos aqui apresentados.

A produção máxima de matéria fresca (173,75 g planta<sup>-1</sup>) foi obtida com 200% do esterco de ave, correspondendo a 128,57 t ha<sup>-1</sup> do esterco. Para o esterco bovino, na dose de 120 t ha<sup>-1</sup>, obteve-se produção de 130,00 g planta<sup>-1</sup> e para o esterco ovino, na dose de 128,57 t ha<sup>-1</sup>, uma produção máxima de 129,50 g planta<sup>-1</sup>.

Contudo, na produção de matéria seca, o esterco de ave, não acarretou diferenças entre as doses de 25% a 200% e fertilizante químico, assemelhando-se, também, às três últimas doses dos esterco bovino e ovino. Observou-se que o esterco de ave foi o mais efetivo no incremento da produção de matéria seca das plantas de alface, mesmo nas menores doses. Nicoulaud et al. (1990) observaram aumentos na produção da matéria seca em plantas de alface usando cama de aviário, sendo os mais altos rendimentos alcançados com as doses de 24 a 36 t ha<sup>-1</sup>, o

mesmo foi verificado por Saminêz et al. (2002) com a aplicação de 30 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino.

Quadro 4 – Produção de matéria fresca e seca (g planta<sup>-1</sup>), produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), matéria fresca (kg parcela<sup>-1</sup>) e número de folhas em função da adubação com esterco de ave, bovino e ovino em doses crescentes, adubação com fertilizante químico, no primeiro cultivo de alface.

Tratamento	Matéria <sup>(1)</sup>		Produtividade <sup>(2)</sup>	Matéria	
	Fresca	Seca		Fresca	Nº de <sup>(1)</sup> Folhas
	g planta <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>	kg parcela <sup>-1</sup>	
Testemunha	48,00 g	2,67 c	10.900 f	0,82 e	9,75 d
Fert. Químico	112,75 cde	4,78 abc	21.637 abcde	1,57 abcd	12,75 abcd
25% Ave	82,50 efg	4,99 ab	18.417 cdef	1,38 bcde	13,00 abcd
50% Ave	112,25 cdef	5,00 ab	19.080 bcde	1,43 bcde	14,50 abc
100% Ave	141,50 abc	5,46 ab	26.720 ab	2,00 ab	15,00 abc
150% Ave	163,75 ab	5,40 ab	28.517 a	2,14 a	17,00 a
200% Ave	173,75 a	6,64 a	29.217 a	2,19 a	17,00 a
25% Bovino	75,00 fg	3,40 bc	14.550 ef	1,09 de	11,25 bcd
50% Bovino	86,25 ef	3,46 bc	16.517 def	1,24 cde	12,50 bcd
100% Bovino	102,50 def	4,79 abc	19.533 bcde	1,47 bcde	13,75 abcd
150% Bovino	108,75 cdef	4,68 abc	23.533 abcd	1,77 abc	15,50 ab
200% Bovino	130,00 bcd	6,17 a	25.753 abc	1,93 ab	15,00 abc
25% Ovino	76,25 efg	3,52 bc	14.250 ef	1,07 de	10,75 cd
50% Ovino	90,00 ef	3,75 bc	16.650 def	1,25 cde	13,75 abcd
100% Ovino	100,00 def	5,25 ab	19.000 bcde	1,43 bcde	14,50 abc
150% Ovino	104,25 cdef	4,44 abc	23.023 abcd	1,73 abcd	15,50 ab
200% Ovino	129,50 bcd	5,43 ab	25.660 abc	1,93 ab	15,00 abc
CV(%)	14,21	19,94	15,82	17,36	12,93

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Matéria fresca, matéria seca e número de folhas de uma planta sorteada na parcela

<sup>2</sup> Produtividade calculada com a área total sem desconto de perda de área

Quanto à produtividade em kg ha<sup>-1</sup>, as doses do esterco de ave que promoveram maiores valores foram 100%, 150% e 200% da dose recomendada, para

o esterco bovino e ovino as melhores doses foram as de 150% e 200% da dose recomendada (Quadro 4).

Neste primeiro cultivo o esterco de ave foi melhor que os demais no aumento de produtividade, com valor médio de 24,39 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que para o bovino foi alcançada uma média de 19,98 t ha<sup>-1</sup> e para o ovino de 19,72 t ha<sup>-1</sup>. Entretanto, os valores foram inferiores a alguns observados na literatura: 46,9 t ha<sup>-1</sup> (Ricci et al., 1994) e 50 t ha<sup>-1</sup> (Santos et al., 1994), ambos usando composto orgânico. Contudo, Neto et al. (1990) apresentam rendimentos de 15,1 t ha<sup>-1</sup> com esterco bovino e 8,0 t ha<sup>-1</sup> com cama de aviário; e Porto et al. (1999), produções de 11,2 t ha<sup>-1</sup> com cama de aviário e de 13,8 t ha<sup>-1</sup> com esterco bovino.

O mesmo ocorreu em relação à matéria fresca por parcela, em que as doses 100%, 150% e 200% da dose recomendada para ave, 150% e 200% da dose recomendada para bovino e ovino não diferiram do fertilizante químico.

Quanto ao número de folhas por planta, as doses de 25% a 200% da dose recomendada para ave; 100%, 150% e 200% da dose recomendada para bovino e 50% a 200% da dose recomendada para ovino não diferiram do fertilizante químico, no primeiro cultivo.

Concordando com estes resultados, Vidigal et al. (1995), aplicando composto orgânico preparado com esterco bovino nas quantidades de 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> a 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, não encontraram diferença entre estas quantidades, obtendo uma média de 30 folhas por planta. Enquanto que Porto et al. (1999), aplicando uma dose de 80 t ha<sup>-1</sup> de esterco de ave e bovino, encontraram os maiores números de folhas por planta de alface, cerca de 18. Neste trabalho, com as doses de 96,42 t ha<sup>-1</sup> e 128,57 t ha<sup>-1</sup> de esterco de ave no primeiro cultivo foram verificadas 17 folhas, próximo do encontrado por Porto et al. (1999). Estas diferenças podem estar relacionadas às características da cultivar utilizada em cada trabalho.

Entretanto, com a aplicação de 90 t ha<sup>-1</sup> e 120 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino e 96,4 t ha<sup>-1</sup> e 128,57 t ha<sup>-1</sup> de esterco ovino, observou-se menor número de folhas (Quadro 4) que o encontrado por Vidigal et al. (1995) e Porto et al. (1999), demonstrando maior potencialidade do esterco de ave em relação aos demais no primeiro cultivo de alface.

Em todas as variáveis avaliadas, a testemunha foi o tratamento que apresentou valores inferiores, por não ter recebido nutrientes via fertilização. Ou seja, o solo não foi capaz de suportar a produção da cultura sem acréscimos de fertilizantes.



Com isto observamos que os adubos orgânicos aplicados ao solo sempre proporcionaram respostas positivas à produção das culturas, chegando a igualarem ou até mesmo superarem os efeitos dos fertilizantes concordando com Kiehl (1985).

No segundo cultivo de alface, em geral, houve um incremento de produção em relação ao primeiro cultivo para as variáveis avaliadas. Isso foi observado com maior intensidade para os esterços bovino e ovino (Quadros 4 e 5).

Os tratamentos que apresentaram maiores produções de matéria fresca por planta foram os de 200% do esterco de ave, 200% do bovino e 100%, 150% e 200% do esterco ovino, diferindo das menores doses dos três esterços, da testemunha e do fertilizante químico. Foram alcançadas produções máximas de 221,5, 225,0 e 296,7 g planta<sup>-1</sup>, nas doses de 128,57, 120,00 e 128,57 t ha<sup>-1</sup> dos esterços de ave, bovino e ovino, respectivamente.

A produção de matéria seca não difereu estatisticamente entre o esterco de ave na dose de 150% e as doses de 100%, 150% e 200% do esterco ovino, mostrando um aumento de matéria seca em relação ao primeiro cultivo. É provável que a mineralização da matéria orgânica tenha sido mais lenta nos tratamentos dos esterços bovino e ovino em relação ao de ave, o que pode ter acarretado as maiores produções com o esterco de ave no primeiro cultivo e uma inversão observada a partir do segundo cultivo. O esterco de ave apresenta menores teores de carbono em relação aos demais (Quadro 2) sendo, portanto, mais rapidamente decomposto que estes, disponibilizando logo os nutrientes.

No segundo cultivo foram obtidas as maiores produtividades em kg ha<sup>-1</sup> (Quadro 5), superando inclusive as médias da região de cerca de 20.000 kg ha<sup>-1</sup> (dados informais de produtores). Para esta variável, a melhor dose foi 200% da dose recomendada para ovino, seguindo-se de boa produtividade as doses 100%, 150% ovino e 150% 200% de ave e bovino. Na matéria fresca por parcela foi observado o mesmo desempenho.

Aplicando cama de aviário, Nicoulaud et al. (1990) verificaram aumentos no rendimento de matéria seca em plantas de alface, sendo os rendimentos mais elevados obtidos com as doses de 24 a 36 t ha<sup>-1</sup>. Enquanto que Porto et al. (1999) obtiveram maiores produtividades com cama de galinha na dosagem de 80 t ha<sup>-1</sup>. Neste trabalho, as maiores produtividades foram alcançadas com esterco de ave, com aplicações de 64,27 t ha<sup>-1</sup> a 128,53 t ha<sup>-1</sup>. O esterco de ave usado neste estudo

apresentou teor de N mais baixo que os encontrados na literatura (Quadro 2), por isso as doses aplicadas foram superiores às de Nicoulaud et al. (1990).

Quadro 5 – Produção de matéria fresca e seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ), produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), matéria fresca ( $\text{kg parcela}^{-1}$ ) e número de folhas em função da adubação com esterco de ave, bovino e ovino em doses crescentes, adubação com fertilizante químico, no segundo cultivo de alface.

Tratamento	Matéria <sup>(1)</sup>	Matéria <sup>(1)</sup>	Produtividade <sup>(2)</sup>	Matéria	Nº de <sup>(1)</sup> Folhas
	Fresca	Seca		Fresca	
	$\text{g planta}^{-1}$		$\text{kg ha}^{-1}$	$\text{kg parcela}^{-1}$	
Testemunha	42,50 f	1,86 f	8.730 h	0,66 h	9,50 f
Fert. Químico	131,00 de	5,41 bcdf	21.917efg	1,64 efg	12,25 ef
25% Ave	106,75 ef	4,05 def	19.077 fg	1,43 fg	14,00 def
50% Ave	108,00 ef	4,11 cdef	19.587 fg	1,47 fg	14,25 cde
100% Ave	187,25 bcd	5,80 bcde	26.643 de	2,00 de	16,25 bcde
150% Ave	216,75 bc	6,43 abc	33.007 bc	2,48 bc	17,00 abcd
200% Ave	221,50 ab	6,25 bcd	36.617 b	2,75 b	16,75 abcde
25% Bovino	114,75 def	4,17 cdef	19.667 fg	1,48 fg	13,75 def
50% Bovino	115,75 def	4,15 cdef	20.387 fg	1,53 fg	14,00 def
100% Bovino	187,50 bcd	5,93 bcde	27.953 cd	2,10 cd	15,75 bcde
150% Bovino	212,50 bc	5,85 bcde	34.873 b	2,62 b	16,75 abcde
200% Bovino	225,00 ab	5,64 bcde	37.597 b	2,82 b	18,75 abc
25% Ovino	107,25 ef	3,75 ef	17.153 g	1,29 g	13,75 def
50% Ovino	140,75 cde	5,60 bcde	23.043 def	1,73 def	15,00 bcde
100% Ovino	223,50 ab	6,69 ab	35.800 b	2,69 b	19,00 ab
150% Ovino	236,00 ab	6,99 ab	37.331 b	2,80 b	19,00 ab
200% Ovino	296,75 a	8,62 a	47.107 a	3,53 a	21,00 a
CV(%)	19,69	18,25	8,31	8,31	12,54

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Matéria fresca, matéria seca e número de folhas de uma planta sorteada na parcela

<sup>2</sup> Produtividade calculada com a área total sem desconto de perda de área

Para o número de folhas, as melhores doses foram 150%, 200% da dose recomendada para ave e bovino; 100%, 150% e 200% da dose recomendada para

ovino, sendo esta uma variável importante por ser a alface uma hortaliça folhosa para consumo na forma de folhas frescas.

Apesar dos decréscimos de produtividade no terceiro cultivo (Quadro 6) os resultados observados demonstram que ainda há a capacidade de manutenção da cultura com as doses mais elevadas dos esterços utilizados, principalmente para bovino e ovino, mostrando assim o efeito residual para as maiores doses até o terceiro cultivo. As melhores doses para a matéria fresca foram 150% e 200% da dose recomendada para ovino, sem diferenças estatísticas entre si. Para as doses de 25% e 50% dos três tipos de esterços, verificou-se uma diminuição na matéria fresca em relação ao primeiro e segundo cultivos, mostrando a necessidade de nova adubação.

As maiores produções de matéria seca foram obtidas com as doses de 150% e 200% de esterco de ave e bovino e 100%, 150% e 200% de esterco ovino (Quadro 6). Verificou-se uma diminuição na produção de matéria seca para as outras doses dos três tipos de esterco, também em relação aos cultivos anteriores, evidenciando um baixo efeito residual dos esterços no terceiro cultivo. As doses mais elevadas parecem continuar fornecendo os nutrientes para manter as plantas até o terceiro cultivo, não sendo necessário nova aplicação dos mesmos.

O esterco ovino nas doses de 150% e 200% e o de bovino na de 200% promoveram maiores produtividades, diminuindo em relação ao segundo cultivo (Quadro 5) e superando o primeiro (Quadro 4), o mesmo sendo observado na produção de matéria fresca na parcela. Quanto ao número de folhas, as melhores doses foram 150% e 200% da dose recomendada para ovino. Observou-se que o número de folhas diminuiu em relação ao segundo cultivo para todas as doses dos três tipos de esterco, sendo um fator negativo para a comercialização do produto.

No 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 (Quadros 7 e 8). Não foram encontrados na literatura resultados de vários cultivos de alface, que possibilitassem comparações com os obtidos neste trabalho, provavelmente pelas elevadas exigências nutricionais da cultura, que acarretam fertilizações sempre a cada cultivo.

Quadro 6 – Produção de matéria fresca e seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ), produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), matéria fresca ( $\text{kg parcela}^{-1}$ ) e número de folhas em função da adubação com esterco de ave, bovino e ovino em doses crescentes, adubação com fertilizante químico, no terceiro cultivo de alface.

Tratamento	Matéria <sup>(1)</sup>		Produtividade <sup>(2)</sup>	Matéria Fresca	Nº de <sup>(1)</sup> Folhas
	Fresca	Seca			
	$\text{g planta}^{-1}$		$\text{kg ha}^{-1}$	$\text{kg parcela}^{-1}$	
Testemunha	37,25 g	1,76 f	8.717 g	0,65 g	9,25 e
Fert. Químico	50,25 g	2,07 ef	10.133 fg	0,76 fg	9,25 e
25% Ave	75,00 efg	2,57 ef	12.333 efg	0,93 efg	10,75 de
50% Ave	69,50 efg	2,58 ef	12.367 efg	0,93 efg	11,25 cde
100% Ave	110,00 de	3,85 cdef	17.617 cdef	1,32 cdef	12,25 cd
150% Ave	150,00 bcd	6,27 a	20.700 cd	1,55 cd	13,50 cd
200% Ave	172,00 b	4,71 abcd	22.583 bc	1,69 bc	13,50 cd
25% Bovino	57,25 fg	1,89 f	12.050 efg	0,90 efg	11,25 cde
50% Bovino	68,75 efg	2,66 def	12.900 efg	0,97 efg	11,75 cde
100% Bovino	124,00 cd	4,05 bcde	19.150 cde	1,44 cde	13,00 cd
150% Bovino	167,00 bc	6,26 a	22.883 bc	1,72 bc	13,25 cd
200% Bovino	187,50 b	6,12 ab	23.783 abc	1,78 abc	13,75 bc
25% Ovino	75,75 efg	2,84 def	13.267 defg	1,00 defg	12,25 cd
50% Ovino	102,75 def	3,85 cdef	14.567 defg	1,09 defg	12,50 cd
100% Ovino	165,25 bc	5,19 abc	23.133 bc	1,74 bc	13,25 cd
150% Ovino	264,00 a	6,51 a	29.817 ab	2,24 ab	16,50 ab
200% Ovino	252,25 a	5,60 abc	30.937 a	2,32 a	17,50 a
CV(%)	16,99	22,49	18,32	18,32	9,55

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Matéria fresca, matéria seca e número de folhas de uma planta sorteada na parcela

<sup>2</sup> Produtividade calculada com a área total sem desconto de perda de área

Foram observadas reduções de 64,10%, 63,34%, 49,35 % e 39,64% entre as produções de matéria fresca em  $\text{g planta}^{-1}$  e  $\text{kg ha}^{-1}$ , matéria seca em  $\text{g planta}^{-1}$  e número de folhas entre o segundo e quarto cultivos de alface. Do quarto para o quinto cultivos, as reduções não foram tão elevadas, pelo esgotamento da capacidade de suporte da cultura pelo solo.

Quadro 7 – Produção de matéria fresca e seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ), produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), matéria fresca ( $\text{kg parcela}^{-1}$ ) e número de folhas em função da adubação com esterco de ave, bovino e ovino em doses crescentes, adubação com fertilizante químico, no quarto cultivo de alface.

Tratamento	Matéria <sup>(1)</sup>		Produtividade <sup>(2)</sup>	Matéria Fresca	Nº de <sup>(1)</sup> Folhas
	Fresca	Seca			
	g planta <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>	kg parcela <sup>-1</sup>	
Testemunha	22,25 f	1,05 f	5.750 a	0,43 c	7,25 g
Fert. Químico	26,75 ef	1,19 ef	7.003 a	0,53 bc	8,00 fg
25% Ave	38,25 ef	1,83 def	7.780 a	0,58 bc	8,25 efg
50% Ave	40,50 ef	1,77 def	8.033 a	0,60 abc	8,25 efg
100% Ave	54,00 de	2,48 cdef	10.333 a	0,78 abc	9,50 cdef
150% Ave	72,75 bcd	3,14 bcde	12.383 a	0,93 ab	9,50 cdef
200% Ave	88,00 abc	3,64 abcd	12.667 a	0,95 ab	10,75abc
25% Bovino	38,25 ef	1,82 def	7.993 a	0,60abc	8,00 fg
50% Bovino	39,75 ef	1,72 def	8.333 a	0,63 abc	8,25 efg
100% Bovino	77,25 abcd	3,22 bcd	10.667 a	0,80 abc	10,00 bcde
150% Bovino	86,00 abc	4,02 abc	12.667 a	0,95 ab	10,25 abcd
200% Bovino	100,75 ab	5,25 a	13.100 a	0,98 ab	11,75 ab
25% Ovino	39,25 ef	1,91 def	8.050 a	0,60abc	8,25 efg
50% Ovino	49,50 def	2,26 cdef	8.433 a	0,63 abc	8,75 defg
100% Ovino	70,75 cd	3,07 bcde	10.667 a	0,80 abc	10,50 abcd
150% Ovino	86,00 abc	4,51 ab	12.800 a	0,96 ab	11,75 ab
200% Ovino	101,75 a	3,32 abcd	14.333 a	1,08 a	12,00 a
CV (%)	20,80	32,37	26,79	26,79	8,09

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Matéria fresca, matéria seca e número de folhas de uma planta sorteada na parcela

<sup>2</sup> Produtividade calculada com a área total sem desconto de perda de área

No geral, as doses que proporcionaram resultados superiores das variáveis de produção foram as mais elevadas. Mesmo assim, estes resultados são baixos para a potencialidade da cultura, evidenciando, mais uma vez, a necessidade de novas aplicações de fertilizantes para a obtenção de boas produtividades.

Quadro 8 – Produção de matéria fresca e seca ( $\text{g planta}^{-1}$ ), produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), matéria fresca ( $\text{kg parcela}^{-1}$ ) e número de folhas em função da adubação com esterco de ave, bovino e ovino em doses crescentes, adubação com fertilizante químico, no quinto cultivo de alface.

Tratamento	Matéria <sup>(1)</sup>		Produtividade <sup>(2)</sup>	Matéria Fresca	Nº de <sup>(1)</sup> Folhas
	Fresca	Seca			
	g planta <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>	kg parcela <sup>-1</sup>	
Testemunha	22,00 c	1,00 d	5.000 d	0,38 d	7,25 b
Fert. Químico	23,00 c	1,06 d	5.667 d	0,43 d	7,50 b
25% Ave	25,25 c	1,06 d	5.700 d	0,43 d	7,75 b
50% Ave	33,25 c	1,67 cd	7.000 bcd	0,53 bcd	8,00 ab
100% Ave	33,25 c	1,49 cd	8.333 abcd	0,63 abcd	9,25 a
150% Ave	36,25 bc	1,57 cd	10.400 abcd	0,78 abcd	9,25 a
200% Ave	58,75 abc	2,64 abcd	10.500 abcd	0,79 abcd	9,25 a
25% Bovino	25,25 c	1,09 d	6.183 cd	0,46 cd	8,00 ab
50% Bovino	33,25 c	1,45 cd	7.867 abcd	0,59 abcd	8,25 ab
100% Bovino	41,00 bc	1,69 bcd	9.083 abcd	0,68 abcd	9,25 a
150% Bovino	51,50 abc	2,16 abcd	10.717 abcd	0,80 abcd	9,25 a
200% Bovino	96,25 a	3,80 a	11.667 abc	0,88 abc	9,25 a
25% Ovino	27,50 c	1,21 d	6.667 cd	0,50 cd	8,25 ab
50% Ovino	33,25 c	1,59 cd	7.900 abcd	0,59 abcd	8,00 ab
100% Ovino	46,50 bc	2,10 abcd	10.000 abcd	0,75 abcd	9,25 a
150% Ovino	81,25 ab	3,13 abc	12.667 ab	0,95 ab	9,25 a
200% Ovino	95,50 a	3,41 ab	13.667 a	1,03 a	9,25 a
CV(%)	45,68	39,30	28,37	28,37	6,92

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Matéria fresca, matéria seca e número de folhas de uma planta sorteada na parcela

<sup>2</sup> Produtividade calculada com a área total sem desconto de perda de área

Para avaliar o comportamento das variáveis de crescimento de planta em função das doses de esterco aplicadas foram ajustadas equações de regressão para cada tipo de esterco, nos cinco cultivos da alface. As equações obtidas apresentaram bons coeficientes e foram admitidos parâmetros significativos até 10% de probabilidade.

Com as equações de regressão obtidas foram elaboradas figuras para visualizar as diferenças entre os cinco cultivos consecutivos da alface. Na Figura 2, montada com os resultados estimados da produção de matéria fresca por planta, observa-se aumento no crescimento em função das doses. O esterco de ave no primeiro cultivo proporcionou as produtividades mais elevadas e os maiores incrementos com o esterco de ave ocorreram com as maiores doses.

A produção de matéria fresca no primeiro cultivo foi crescente com o aumento das doses dos esterços, sendo ajustada uma equação quadrática para o esterco de ave e equações lineares para os demais (Figura 2, 1º cultivo). Possivelmente, o esterco de ave apresentou uma disponibilidade de nutrientes rápida, atingindo o máximo de produção neste cultivo, observado pela curvatura da equação. Já para os esterços bovino e ovino foram ajustadas equações lineares, indicando, provavelmente, que os nutrientes não estavam totalmente disponibilizados no primeiro cultivo, por isso, não atingiram o ponto de curvatura.

Na literatura encontram-se alguns resultados avaliados na forma de equações, como o de Santos et al. (1994), usando composto orgânico, que obtiveram uma equação quadrática para a produção de matéria fresca de alface em função das doses de composto. Contudo, Vidigal et al. (1995) apresentam resultados que seguem comportamento linear, usando composto orgânico na cultura da alface. Já Porto et al. (1999), trabalhando com esterco de bovino e cama de galinha, ajustaram uma equação cúbica para bovino e raiz quadrada para o esterco de ave. Neste estudo, os grandes incrementos obtidos com o aumento das doses de esterco de ave possibilitaram que se alcançasse o ponto de modificação da inclinação da curva, caracterizada pelo coeficiente quadrático. Para os esterços de bovino e ovino, os incrementos não são tão altos, com coeficientes lineares 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.

Contudo, para a produção de matéria seca foram ajustadas equações lineares para os três tipos de esterco (Figura 4, 1º cultivo), indicando que esta variável ainda poderia ser incrementada com maiores doses dos mesmos, concordando com os resultados apresentados por Vidigal et al. (1995) usando composto orgânico.

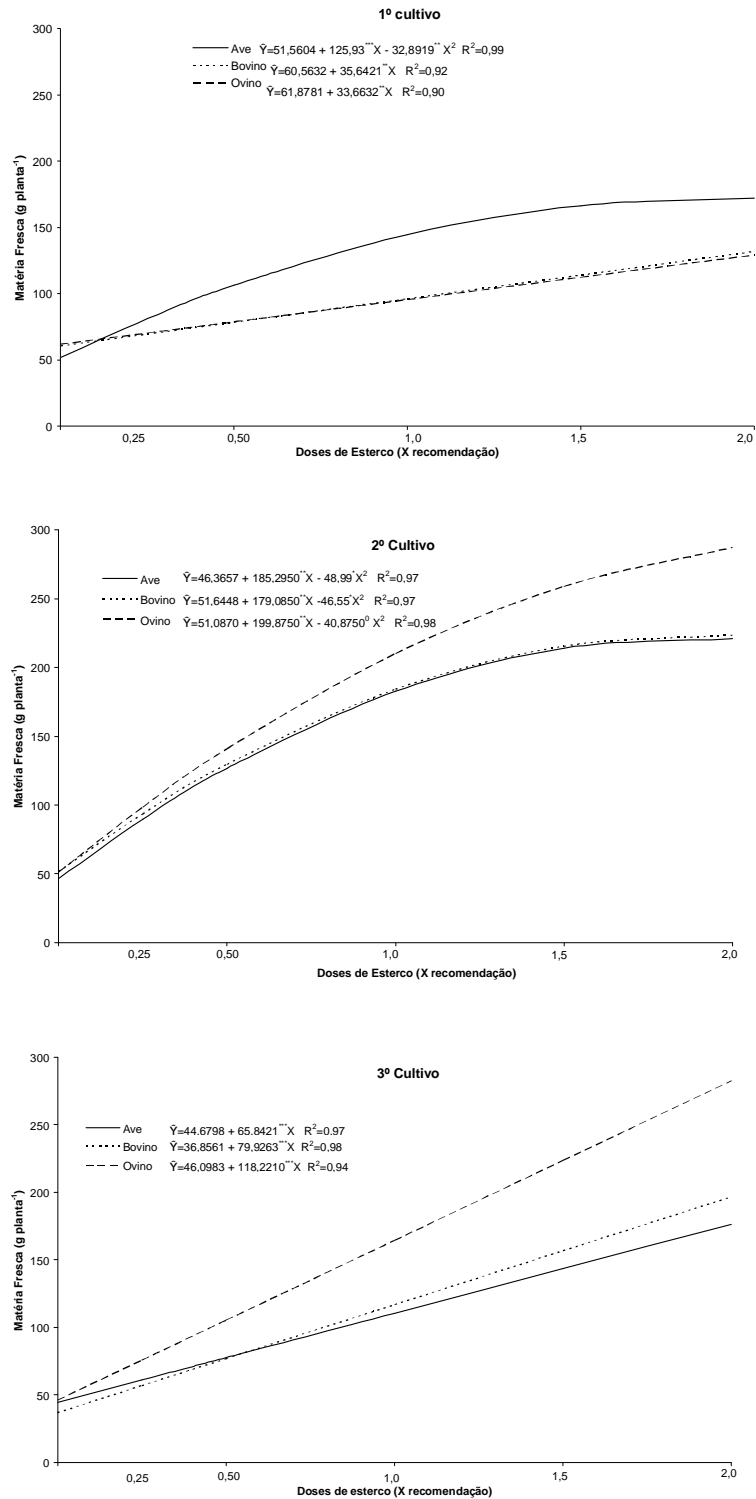


Figura 2. Produção de matéria fresca de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no primeiro, segundo e terceiro cultivos de alfafa.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;



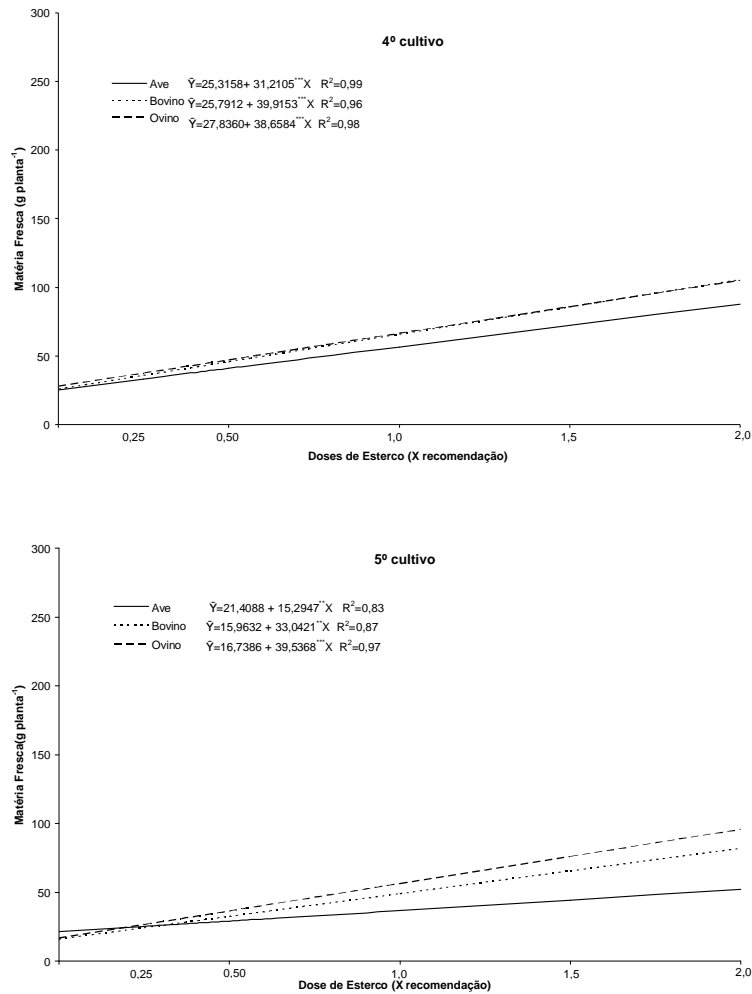


Figura 3. Produção de matéria fresca de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no quarto e quinto cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

Para a produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ , foram obtidas equações quadráticas para os esterco de ave e bovino e raiz quadrada para o esterco ovino. Porto et al. (1999) descrevem um 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.

O número de folhas também foi crescente com o aumento das doses dos três esterco, seguindo um comportamento quadrático, enquanto que Porto et al. (1999) relatam um comportamento de uma equação raiz quadrada para os esterco bovino e cama de aviário.

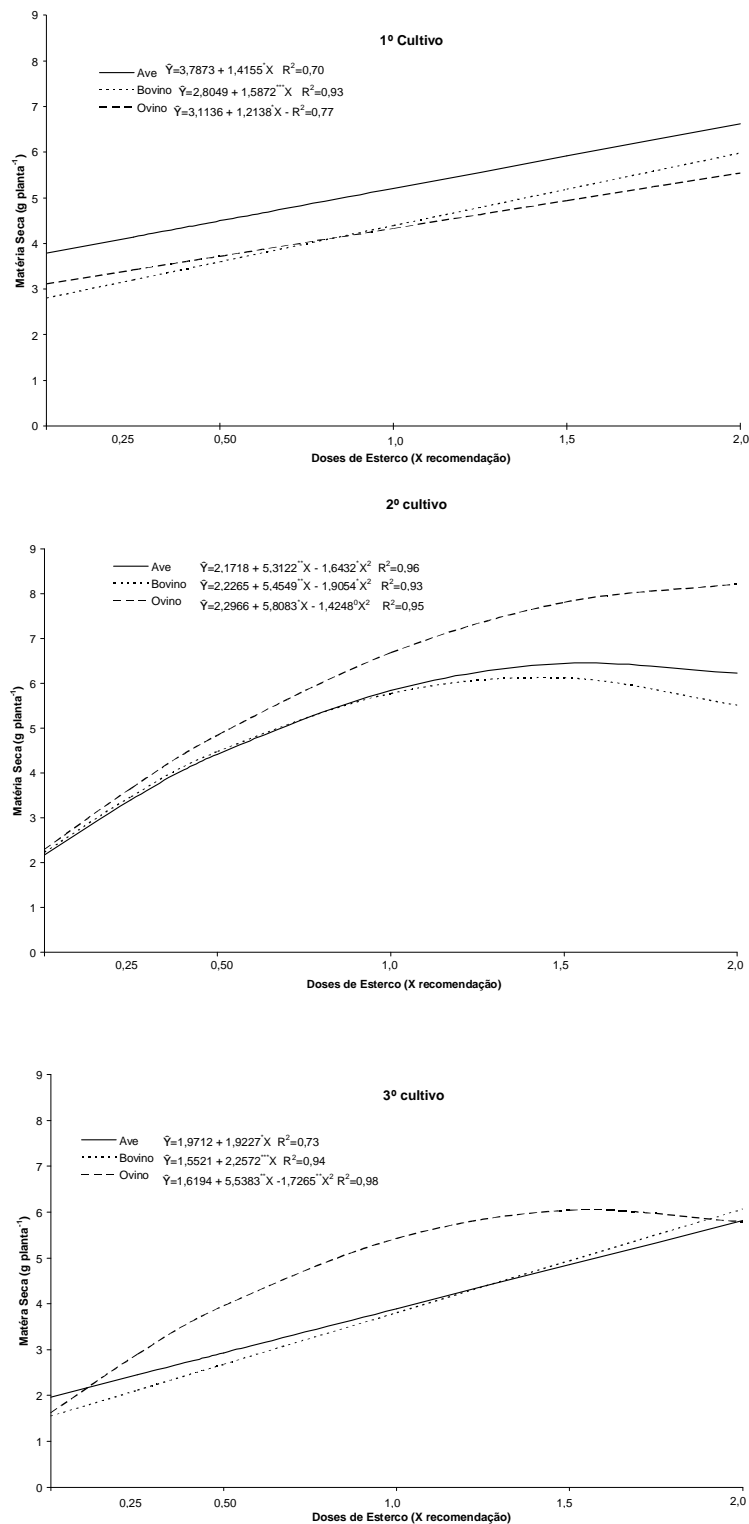


Figura 4. Produção de matéria seca de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

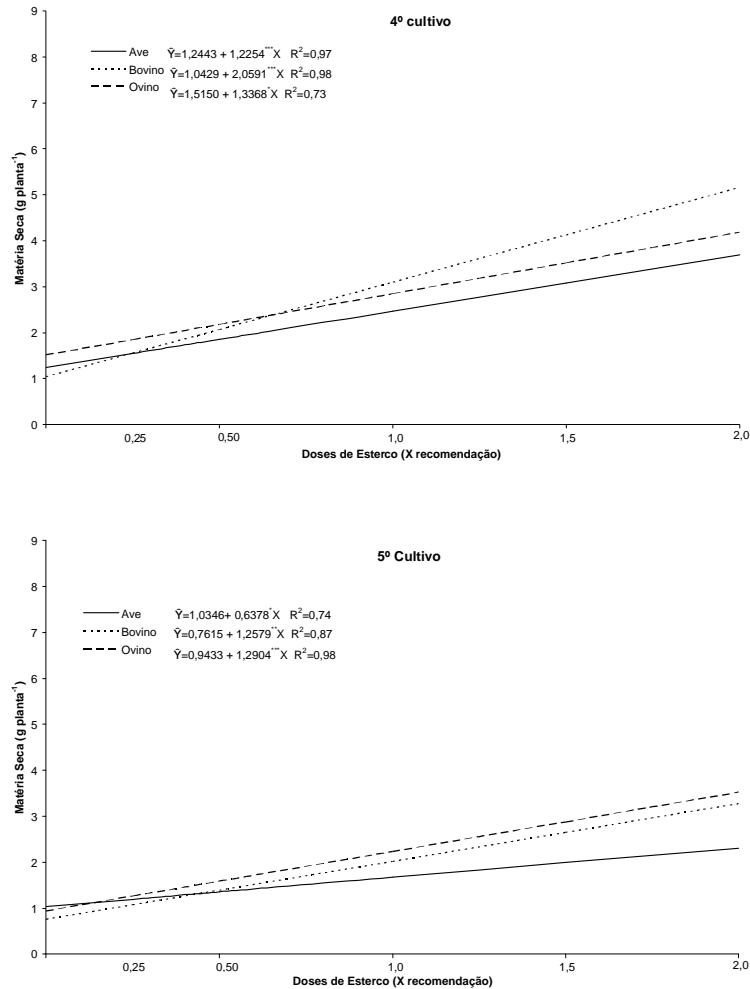


Figura 5. Produção de matéria seca de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no quarto e quinto cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>o</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

No segundo cultivo, as variáveis de crescimento de planta foram ajustadas a equações quadráticas, exceto a produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$  com esterco de ave e número de folhas com esterco bovino (Figuras 2, 4, 6, 8, 2º cultivo). Com dez dias até o plantio do primeiro cultivo, mais trinta dias de cultivo deste, o segundo cultivo da alface parece ter sido desenvolvido em situação de maior disponibilidade de nutrientes, pelo maior tempo de mineralização da matéria orgânica. Os coeficientes quadráticos nas equações indicam decréscimos nos dados de produção avaliados com o uso de doses mais elevadas. E os coeficientes lineares apresentam valores superiores aos obtidos no primeiro cultivo, acarretando maiores incrementos iniciais, ou seja, ao se aplicar pequenas doses dos esterco, os ganhos de produção serão

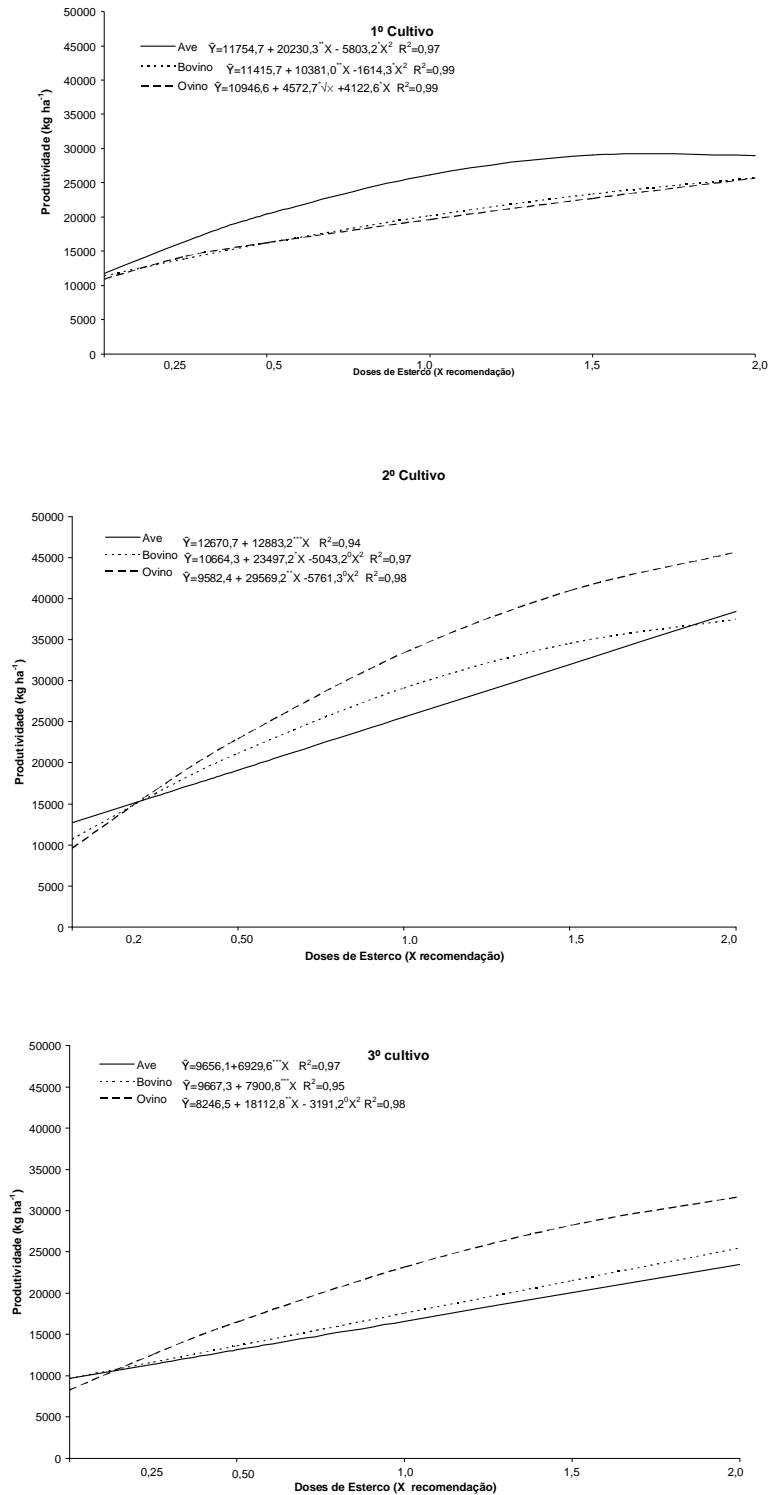


Figura 6. Produtividade de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no primeiro, segundo e terceiro cultivos de alfaca.

\*\*\*, \*\*, \*<sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

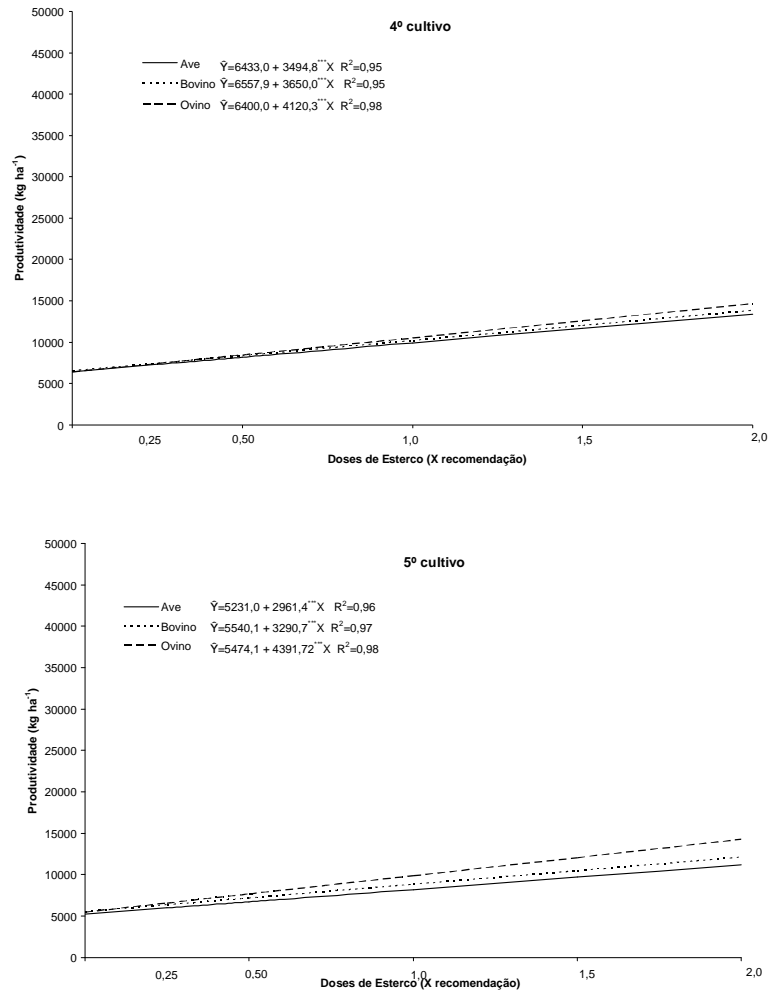


Figura 7. Produtividade de plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no quarto e quinto cultivos de alfafa.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>o</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

elevados, equilibrando-se com o crescimento das doses, podendo ocorrer decréscimos de produção nas doses mais elevadas.

Isto adquire importância maior ao se considerar a relação custo/benefício na produção agrícola. Pequenos acréscimos de matéria orgânica podem aumentar a produtividade, contudo, não se justifica o uso de doses mais elevadas, com aumento nos gastos, sem retorno econômico compensatório. Além disso, doses muito altas podem acarretar contaminação de cursos d'água pela lixiviação de elementos fornecidos em excesso.

Até o terceiro cultivo, as plantas ainda conseguiram produzir satisfatoriamente com as maiores doses, entretanto, começa-se a observar quedas na produção, principalmente no esterco de ave em relação aos dois primeiros

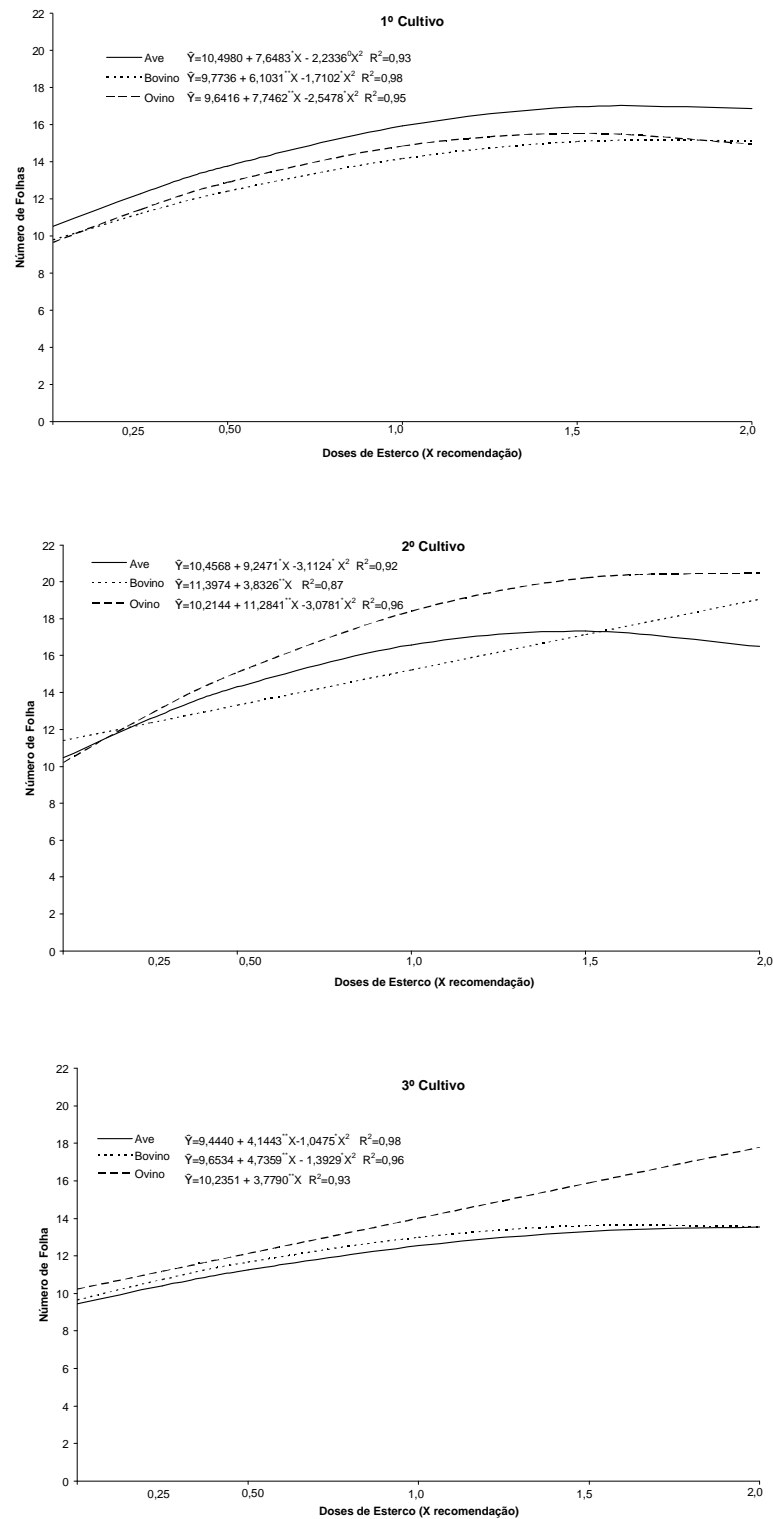


Figura 8. Número de folhas por plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

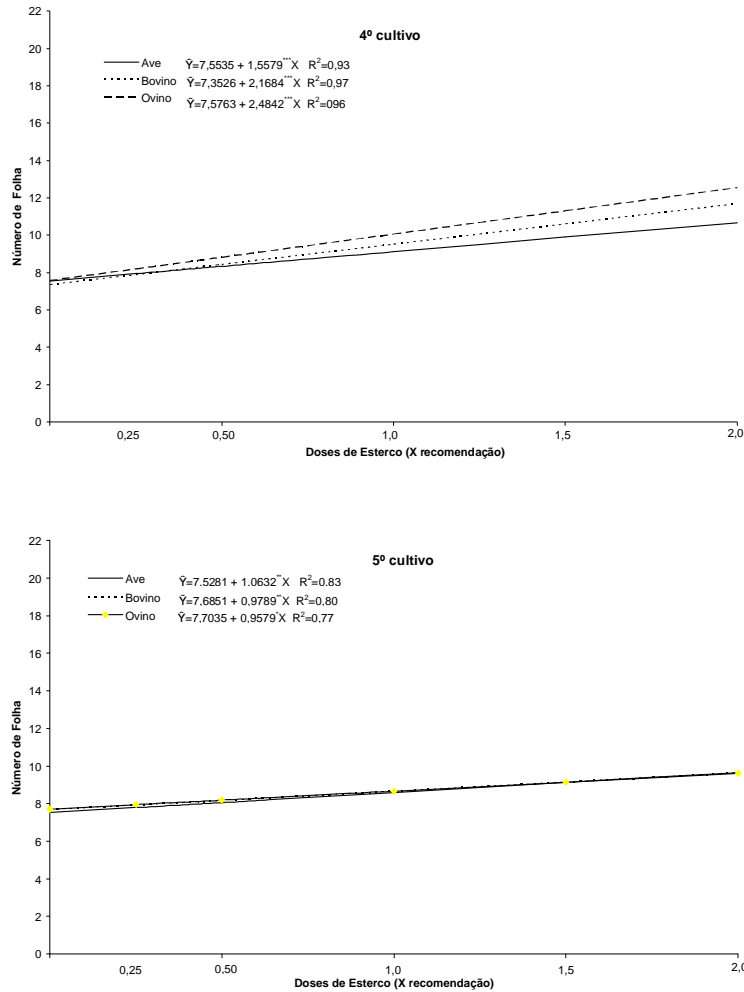


Figura 9. Número de folhas por plantas em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no quarto e quinto cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

cultivos (Figuras 2, 4, 6, 8, 3º cultivo). O esterco ovino passa a representar a melhor alternativa entre os três produtos testados por conseguir manter a cultura por três cultivos com apenas uma aplicação do adubo.

A maioria das equações ajustadas foi do tipo linear, caracterizando, ainda, crescimento de produção com o aumento das doses. Parece ter ocorrido o consumo dos nutrientes fornecidos pelos estercos até este cultivo, que será confirmado com os dados de solo, discutidos posteriormente.

Os dois cultivos subsequentes foram caracterizados por equações lineares, confirmando a suposição levantada de esgotamento da capacidade de fornecimento de nutrientes dos adubos orgânicos (Figuras 3, 5, 7, 9, 4º e 5º cultivos).

Verificam-se menores valores para os coeficientes das equações, refletindo em reduções de produtividade em relação aos cultivos iniciais.

No primeiro cultivo, o esterco de ave proporcionou maior produção de matéria fresca, os estercos bovino e ovino proporcionaram produções semelhantes. O máximo de matéria fresca seria obtido com as doses de  $128,57 \text{ t ha}^{-1}$  para os estercos de ave e ovino, e de  $120 \text{ t ha}^{-1}$  para o de bovino. A partir do segundo cultivo, o esterco de ovino superou os demais em produção de matéria fresca, os estercos de ave e bovino foram praticamente iguais no segundo e terceiro cultivos, sendo que no segundo cultivo houve um incremento de produção de matéria fresca em relação ao cultivo inicial (Figura 2).

A produção de matéria fresca obtida nos dois cultivos finais (quarto e quinto), foi bastante reduzida em relação aos três cultivos iniciais (Figura 3), provavelmente, pela baixa capacidade de fornecimento de nutrientes por parte do solo, sem novos acréscimos de fertilizantes.

O comportamento observado para a produção de matéria seca foi o mesmo da matéria fresca, em que o esterco de ave proporcionou melhores resultados no primeiro cultivo, com inversão a partir do segundo, passando a ser o esterco que produziu resultados inferiores de matéria seca (Figuras 4 e 5). Os estercos de bovino e ovino se assemelharam no cultivo inicial, diferenciando-se nos cultivos subseqüentes, em que o ovino proporcionou maiores produções no segundo e terceiro cultivos, sendo superado pelo de bovino no quarto cultivo, principalmente nas maiores doses.

Quanto à produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ , foi observado comportamento semelhante, com o esterco de ave, promovendo maiores produtividades do que os demais estercos no primeiro cultivo, sendo as produtividades dos estercos bovino e ovino próximas (Figura 6). Os dados de classificação comercial do produto não permitem separar as doses inferiores e superiores dos estercos (Figura 1), contudo, a produtividade na dose de 25% não alcançou os valores das maiores, sendo até mesmo inferior à média da região, de  $20.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Possivelmente, no momento da avaliação do produto pelos produtores e comerciantes não foi considerada a produtividade, e sim, a apresentação da planta para a comercialização.

Mais uma vez, a partir do segundo cultivo, o esterco de ovino superou os demais estercos em produtividade, sendo o esterco bovino superior ao de ave (Figuras 6 e 7). No segundo cultivo, os três estercos promoveram produtividades superiores à da região com 100% da dose recomendada, sendo que os estercos



bovino e ovino superaram a média da região já a partir de 50% da dose recomendada. Neste mesmo cultivo, a classificação comercial apontou também uma classificação boa acima de 90% de plantas primeiras com as doses a partir de 100% da recomendada para os três esterços.

As produtividades estimadas de alface no segundo cultivo apresentaram os maiores valores em relação aos outros cultivos, correspondendo a 38.437 kg ha<sup>-1</sup> com o esterco de ave, 37.485 kg ha<sup>-1</sup> com o de bovino, 45.675 kg ha<sup>-1</sup> com o de ovino. Doses de 64,28 t ha<sup>-1</sup> a 128,57 t ha<sup>-1</sup> de esterco de ave no primeiro e segundo cultivo seriam capazes de proporcionar produtividades superiores à da região, que é de 20.000 kg ha<sup>-1</sup>. Contudo, no primeiro cultivo, os esterços de bovino e ovino só se aproximam da média da região com 100% da dose recomendada, que corresponde a 60 t ha<sup>-1</sup> para bovino e 64,28 t ha<sup>-1</sup> para ovino.

A diferença entre o esterco de ovino e os demais começa a ser maior no terceiro cultivo, em que é o único a superar a média da região na dose de 100% da recomendada, o que não ocorre para o de ave e o bovino. Para que estes últimos possam manter boas produtividades até o terceiro cultivo seria necessária a aplicação de doses superiores a 100%. Contudo, mesmo com estas doses superiores, não foram obtidas boas classificações comerciais no terceiro cultivo, indicando a necessidade de novas aplicações dos fertilizantes, exceto para o esterco ovino (Figura 1). No quarto e quinto cultivos, a produtividade diminuiu em relação aos cultivos anteriores (Figura 7), provavelmente os nutrientes fornecidos ao solo pela mineralização dos esterços só foram suficientes para proporcionar melhores produtividades até o terceiro cultivos, resultados que são confirmados pela classificação comercial, em que nenhum esterco proporcionou boa classificação comercial nas doses testadas nestes cultivos.

O número de folhas nas plantas de alface foi superior nos tratamentos do esterco de ave no primeiro cultivo, entretanto, nos cultivos seguintes, este foi sendo superado pelos outros esterços (Figuras 8 e 9). No quarto e quinto cultivos, o número de folhas foi bem menor que nos cultivos anteriores, observando-se leves incrementos deste em função das doses de esterco aplicadas para ave, bovino e ovino e, no quinto, o comportamento dos três esterços é bastante similar, misturando-se entre si (Figura 9).

Esta variável é de grande importância, tendo em vista que a alface é uma hortaliça folhosa de consumo de folhas frescas e que a qualidade do produto está associada ao número de folhas por cabeça, bem como a aparência e vigor destas.

Assim, a utilização de apenas uma aplicação dos esterco não se mostrou eficiente para suprir a alface por mais de três cultivos, demonstrando a necessidade de nova aplicação para a obtenção de produto de boa qualidade, mesmo nas doses elevadas dos três esterco estudados.

#### 4.3. Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo.

Os resultados de carbono na forma orgânica, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo, determinados nas amostras colhidas no momento do plantio do primeiro cultivo da alface, ou seja, dez dias após a aplicação dos esterco encontram-se no Quadro 9. Segundo Rajj et al.( 1986), a aplicação de esterco de curral e esterco de galinha deve ocorrer pelo menos 10 dias antes da semeadura ou do transplante das mudas, possibilitando maior disponibilidade de nutrientes para o cultivo. Como neste trabalho a incorporação dos esterco ocorreu dez dias antes do transplante das mudas, possivelmente esta disponibilidade ainda não estava em seu máximo. As doses que se destacaram quanto ao fornecimento de carbono orgânico total foram 200% ave; 100%, 150% e 200% da dose recomendada para bovino; e de 50% a 200% da dose recomendada para ovino. O esterco de ave parece ter sido o que forneceu menores quantidades de carbono, concordando com o teor de carbono neste esterco, menor que o dos outros dois estudados, expresso na caracterização dos esterco (Quadro 2).

Não foram verificadas diferenças no teor de nitrogênio total entre as doses dos três tipos de esterco, observando-se apenas leves incrementos do nitrogênio com o aumento das doses (Quadro 9). Para Filgueira (2002), já foi constatado que o nitrogênio é o nutriente que promove maior incremento na produtividade e no peso médio da planta. Esse autor argumenta que o excesso de nitrogênio também pode ser prejudicial, podendo causar queima de folhas nas plântulas que são prejudiciais à produtividade, além de dificultar a absorção de outros nutrientes.

O esterco de ave proporcionou maiores teores de fósforo disponível no solo em todas as doses, igualando-se às maiores doses dos esterco bovino e ovino, bem como ao fertilizante químico.

Para o potássio, os tratamentos que forneceram maiores teores foram as doses de 150 e 200% do esterco ovino, seguidos das três últimas doses dos esterco de ave e bovino e de 100% de ovino.

Quadro 9 – Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo em função dos tratamentos aplicados no momento do primeiro plantio de alface

Tratamento	Carbono orgânico total	Nitrogênio total	Fósforo	Potássio
	dag kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Testemunha	1,61 de	0,12 b	16,30 f	0,63 h
Fert. Químico	1,54 e	0,13 b	59,93 abcde	0,79 gh
25% Ave	1,64 cde	0,15 ab	55,82 abcdef	1,15 efgh
50% Ave	1,64 cde	0,17 ab	77,33 abc	1,18 efgh
100% Ave	1,75 bcde	0,17 ab	83,62 ab	2,36 bcde
150% Ave	1,75 bcde	0,18 ab	86,97 ab	2,68 bcd
200% Ave	1,89 abcde	0,20 ab	99,10 a	2,86 bc
25% Bovino	1,66 cde	0,14 ab	30,82 def	0,98 fgh
50% Bovino	1,79 bcde	0,15 ab	52,33 bcdef	1,17 efgh
100% Bovino	2,31 ab	0,22 a	58,62 abcdef	2,02 bcdefg
150% Bovino	2,44 a	0,23 a	61,97 abcde	2,46 bcde
200% Bovino	2,44 a	0,22 a	74,10 abcd	2,87 b
25% Ovino	1,85 bcde	0,16 ab	30,54 ef	1,45 defgh
50% Ovino	2,04 abcde	0,17 ab	31,86 def	1,60 cdefgh
100% Ovino	2,12 abcd	0,17 ab	38,77 cdef	2,24 bcdef
150% Ovino	2,21 abc	0,21 a	61,16 abcde	3,01 a
200% Ovino	2,23 ab	0,23 a	69,72 abcde	4,46 a
CV(%)	11,91	24,54	28,85	25,32

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No momento da colheita do primeiro cultivo de alface, os tratamentos que proporcionaram maiores teores de carbono orgânico total foram as doses 100%, 150% e 200% de esterco bovino; 150% e 200% de ovino, superando os resultados observados com esterco de ave (Quadro 10).

Os tratamentos utilizados não acarretaram diferenças no nitrogênio total do solo na colheita do primeiro cultivo, igualando-se até mesmo à testemunha (Quadro 10). Contudo, seus teores foram inferiores aos do solo no momento do plantio. Este fato era esperado, por ser o nitrogênio um elemento susceptível a intensas mudanças no solo, incluindo-se perdas consideráveis, capazes de reduzir

Quadro 10 – Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo em função dos tratamentos aplicados no momento da colheita do primeiro cultivo de alface

Tratamento	Carbono orgânico total	Nitrogênio total	Fósforo	Potássio
	dag kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Testemunha	1,61 d	0,12 a	19,15 f	0,46 g
Fert. Químico	1,56 d	0,15 a	49,93 cdef	0,51 fg
25% Ave	1,72 bcd	0,15 a	52,02 bcdef	0,99 cdefg
50% Ave	1,73 bcd	0,15 a	53,07 bcdef	0,91 defg
100% Ave	1,75 bcd	0,15 a	65,36 abcde	1,12 cdefg
150% Ave	1,77 bcd	0,16 a	85,18 ab	1,32 bcde
200% Ave	1,78 bcd	0,17 a	95,14 a	1,40 abcde
25% Bovino	1,62 d	0,13 a	31,47 ef	0,69 efg
50% Bovino	1,78 bcd	0,15 a	33,07 ef	0,76 efg
100% Bovino	1,98 abcd	0,17 a	45,36 cdef	1,18 bcdef
150% Bovino	2,07 abc	0,18 a	65,18 abcde	1,51 abcd
200% Bovino	2,20 a	0,19 a	72,76 abcd	1,69 abc
25% Ovino	1,65 cd	0,14 a	32,02 ef	1,05 cdefg
50% Ovino	1,62 d	0,14 a	32,60 ef	1,21 bcdef
100% Ovino	1,74 bcd	0,15 a	38,41 def	1,40 abcde
150% Ovino	2,09 ab	0,16 a	58,23 bcde	1,86 ab
200% Ovino	2,20 a	0,20 a	75,14 abc	2,06 a
CV (%)	8,78	14,89	25,63	20,65

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

seus teores em pequenos intervalos de tempo, como o decorrido entre o plantio e a colheita do primeiro cultivo de alface neste experimento (30 dias).

Da mesma forma que para o início do experimento, o fósforo disponível no solo na colheita do primeiro cultivo, 30 dias após, foi mais elevado para o esterco de ave, principalmente em suas maiores doses, não diferindo de 150% e 200% do esterco bovino e 200% do esterco ovino. Nicoulaud et al. (1990) verificaram que o aumento no rendimento de matéria seca esteve relacionado, principalmente, com os aumentos na disponibilidade de fósforo e potássio. A disponibilidade de fósforo e potássio encontradas para o esterco de ave proporcionaram maiores quantidades de

matéria seca para o primeiro cultivo neste trabalho, concordando com Nicoulaud et al. (1990). Provavelmente, a disponibilidade rápida de fósforo, potássio e nitrogênio do esterco de ave, que apresentou menor quantidade de carbono orgânico, levaram aos aumentos também de produtividade e número de folha no primeiro cultivo.

Apesar dos menores teores de potássio encontrados no solo na colheita do primeiro cultivo de alface, em relação ao início do experimento, o esterco ovino continuou se destacando em relação aos outros esterco, principalmente nas últimas doses. Nicoulaud et al. (1990), ao compararem doses de calcário, nitrogênio, fósforo, potássio e cama de aviário, constataram que somente a adubação com matéria orgânica afetou positivamente o rendimento da alface. Neste trabalho, os rendimentos das variáveis no primeiro cultivo e segundo cultivo, usando os esterco de ave, bovino e ovino também afetaram positivamente seus rendimentos em função da liberação dos nutrientes. Rodrigues & Lobo (1972) mostraram respostas positivas do alface ao potássio, estando associado principalmente ao teor inicial de potássio no solo, o que também se verificou neste trabalho.

Na colheita do segundo cultivo de alface, a última dose do esterco ovino foi a que promoveu maiores teores de carbono orgânico no solo, mais uma vez sendo o esterco de ave o de resultados inferiores desta variável em relação aos outros dois esterco estudados, igualando-se à testemunha e ao tratamento do fertilizante químico mesmo nas maiores doses aplicadas (Quadro 11).

Outra vez, não foram detectadas diferenças nos teores do nitrogênio total do solo entre os tratamentos estudados, nem mesmo na testemunha, que não recebeu nenhuma fonte do elemento (Quadro 11).

Os maiores teores de fósforo disponível continuaram sendo observados com a aplicação do esterco de ave, a partir da aplicação de 100% da dose recomendada, assemelhando-se às doses de 150% acima dos esterco bovino e ovino. Contudo, as menores doses dos três esterco forneceram os mesmos teores de fósforo disponível no solo que a testemunha e o fertilizante químico (Quadro 11). O fósforo é o macronutriente exigido em menor quantidade pela planta, mas trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil, devido a problemas de retenção do nutriente no solo (Raij, 1981).

Contudo, o esterco de ave é o que forneceu menores teores de potássio disponível ao solo (Quadro 11), demonstrando que o baixo teor deste nutriente é um fator limitante à produção de cultura tão exigente com o uso de esterco de ave, se

Quadro 11 – Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo em função dos tratamentos aplicados no momento da colheita do segundo cultivo de alface

Tratamento	Carbono orgânico total	Nitrogênio total	Fósforo	Potássio
	dag kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Testemunha	1,59 fg	0,12 a	17,62 f	0,44 hi
Fert. Químico	1,50 g	0,12 a	42,95 cdef	0,43 i
25% Ave	1,53 fg	0,13 a	45,21 cdef	0,87 efg
50% Ave	1,56 fg	0,13 a	47,61 cdef	0,86 efg
100% Ave	1,73 defg	0,14 a	65,43 abcde	0,90 efg
150% Ave	1,80 defg	0,14 a	80,32 abc	0,98 defg
200% Ave	1,87 defg	0,15 a	95,14 ab	1,03 defg
25% Bovino	1,68 efg	0,13 a	30,21 ef	0,74 ghi
50% Bovino	2,03 bcdef	0,15 a	32,61 ef	0,76 fgh
100% Bovino	2,19 bcde	0,17 a	56,56 bcde	1,01 defg
150% Bovino	2,49 b	0,18 a	65,32 abcde	1,09 cdef
200% Bovino	2,26 bcd	0,18 a	72,18 abcd	1,22 abcd
25% Ovino	1,53 fg	0,14 a	44,14 cdef	1,01 defg
50% Ovino	1,93 cdefg	0,14 a	37,18 def	1,40 abc
100% Ovino	1,98 bcdefg	0,15 a	38,66 def	1,24 abcd
150% Ovino	2,44 bc	0,15 a	63,53 abcde	1,47 ab
200% Ovino	3,04 a	0,19 a	99,95 a	1,62 a
CV (%)	11,21	20,56	27,21	14,57

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

houver a intenção de manter a produção por mais de um cultivo, sem novas fertilizações. Os dados de produção mostram que a cultura respondeu mais ao aumento nas doses do esterco ovino neste cultivo (Quadro 5), possivelmente, pelos maiores teores de potássio disponibilizados à cultura, por ser a alface uma planta exigente em potássio (Faquin et al., 1996).

Apesar do esterco de ave fornecer mais fósforo ao solo, sua capacidade de suprimento de nitrogênio e potássio não parece ser suficiente para suprir as necessidades da cultura neste cultivo, já que são os dois nutrientes mais extraídos

pela alfaca (Zink & Yamaguchi, 1962). Parecem ter ocorrido respostas positivas ao nitrogênio e ao potássio dos esterco, uma vez que, com as doses de 60 t ha<sup>-1</sup> a 120 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino e 64,28 t ha<sup>-1</sup> a 128,57 t ha<sup>-1</sup> de esterco ovino, foram obtidos os maiores teores de nitrogênio e potássio no solo, refletindo no aumento da produtividade, número de folhas no segundo e terceiro cultivos.

O potássio não participa de combinações orgânicas na planta, como acontece com o nitrogênio e fósforo, o seu efeito só pode se manifestar plenamente quando forem satisfeitas primeiramente as necessidades de nitrogênio e fósforo. Uma vez que o fósforo parece estar disponível em quantidades suficientes, as respostas às doses de 60 t ha<sup>-1</sup> a 120 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino e 64,28 t ha<sup>-1</sup> a 128,57 t ha<sup>-1</sup> de esterco ovino no segundo e terceiro cultivos podem ser atribuídas ao nitrogênio e ao potássio. Contudo, o excesso de potássio pode reduzir a absorção de cobre, ferro, manganês e zinco, como também provocar deficiência induzida de magnésio. Um aspecto importante quanto ao potássio é a relação K/Mg que, segundo Epstein (1975) e Gil Martinez (1995), se a relação for alta ocorrerá uma redução na absorção de magnésio de tal forma que a planta poderá apresentar sintomas de deficiência. Como não foi realizada a determinação do magnésio no solo, não podemos confirmar esta hipótese, que deveria ser investigada posteriormente.

Na colheita do terceiro cultivo observou-se o empobrecimento do solo em todos os tratamentos, caracterizado pelos teores encontrados dos elementos estudados em relação aos cultivos anteriores (Quadro 12). Devido a isso, não foram avaliados os resultados destes elementos na colheita do quarto e quinto cultivos da alfaca.

Foram ajustadas equações relacionando os teores dos elementos encontrados no solo com as doses dos três esterco utilizados no início do experimento, aos dez dias de aplicação dos tratamentos e nos três primeiros cultivos da alfaca (Figuras 10, 11, 12 e 13).

No momento do primeiro plantio, usando-se esterco de ave foi ajustada uma equação linear e equações quadráticas para os esterco bovino e ovino na variável carbono orgânico total do solo (Figura 10). Os acréscimos no carbono do solo são maiores para os dois últimos esterco em relação ao de ave, por apresentar este menores teores de carbono, conforme caracterização (Quadro 2), indicando a necessidade de maiores doses para fornecer as mesmas quantidades de carbono que os esterco de bovino e ovino.

Quadro 12 – Teores de carbono orgânico total, nitrogênio total, fósforo e potássio disponíveis no solo em função dos tratamentos aplicados no momento da colheita do terceiro cultivo de alface

Tratamento	Carbono orgânico total	Nitrogênio total	Fósforo	Potássio
	dag kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Testemunha	1,51 c	0,12 a	10,78 f	0,40 d
Fert. Químico	1,58 bc	0,12 a	21,69 ef	0,41 d
25% Ave	1,65 abc	0,13 a	43,21 bcdef	0,72 c
50% Ave	1,65 abc	0,13 a	44,25 bcdef	0,70 c
100% Ave	1,65 abc	0,13 a	55,00 bcde	0,74 bc
150% Ave	1,65 abc	0,14 a	67,03 abc	0,77bc
200% Ave	1,66 abc	0,15 a	93,80 a	0,79 bc
25% Bovino	1,64 abc	0,13 a	29,96 def	0,71 c
50% Bovino	1,64 abc	0,14 a	31,66 cdef	0,75 bc
100% Bovino	1,68 abc	0,16 a	50,00 bcde	0,85 abcd
150% Bovino	1,71 ab	0,16 a	62,03 abcd	0,87 abc
200% Bovino	1,75 a	0,17 a	73,91 ab	0,97 abc
25% Ovino	1,70 ab	0,14 a	39,22 bcdef	0,72 c
50% Ovino	1,72 ab	0,14 a	39,25 bcdef	0,77 bc
100% Ovino	1,75 a	0,14 a	42,50 bcdef	0,93 abc
150% Ovino	1,77 a	0,15 a	61,47 abcd	0,99 ab
200% Ovino	1,79 a	0,18 a	91,80 a	1,11 a
CV (%)	9,91	13,14	27,30	14,73

Médias acompanhadas de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o nitrogênio total do solo no momento do primeiro plantio foram obtidas equações lineares com os três esterco, sem atingir o ponto que possibilitasse o ajuste de equações quadráticas, indicando, ainda, o acréscimo de nitrogênio no solo com a aplicação de doses mais elevadas dos esterco (Figura 11).



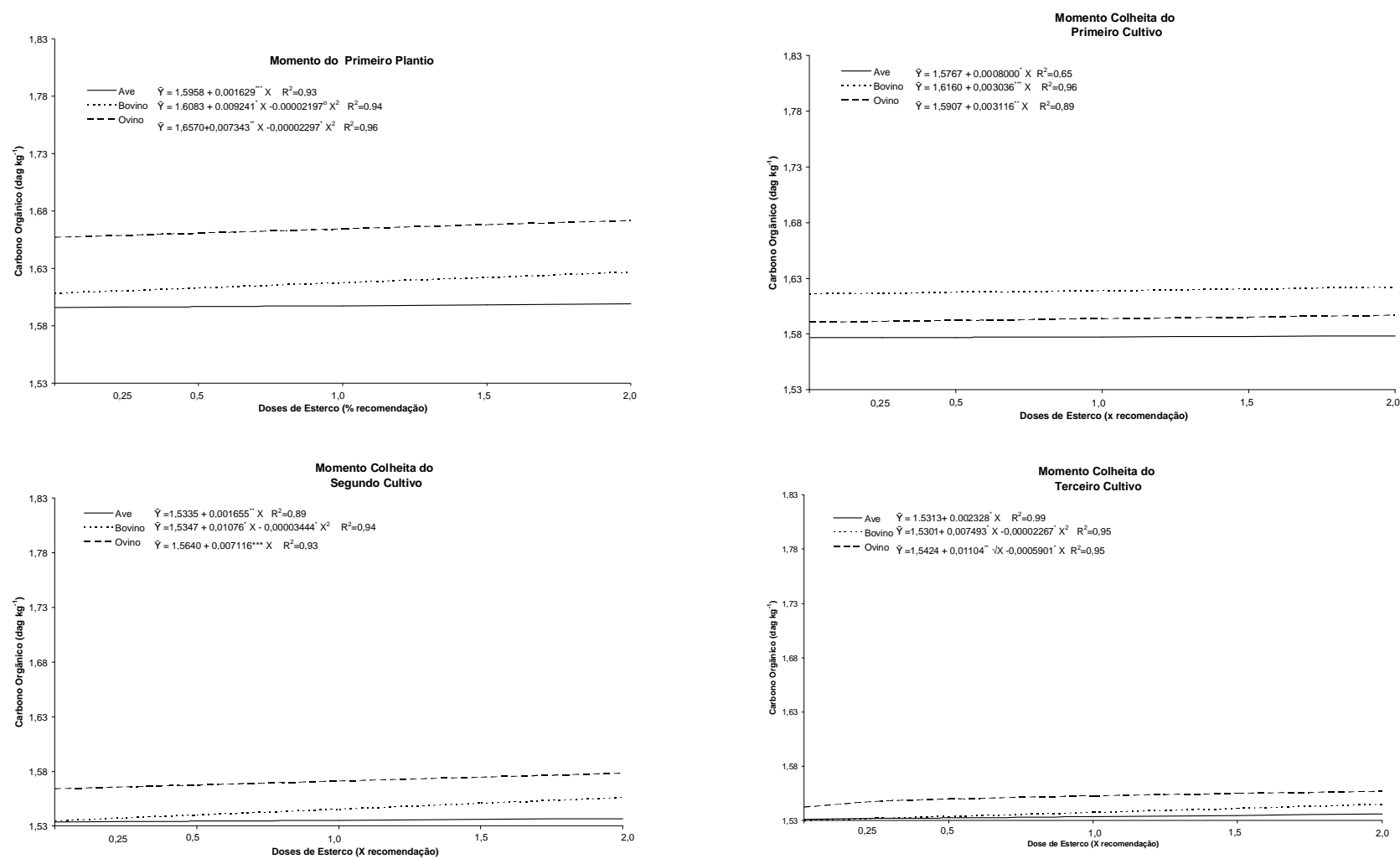


Figura 10. Teores de carbono orgânico total no solo em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no momento do primeiro plantio e nas colheitas do primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

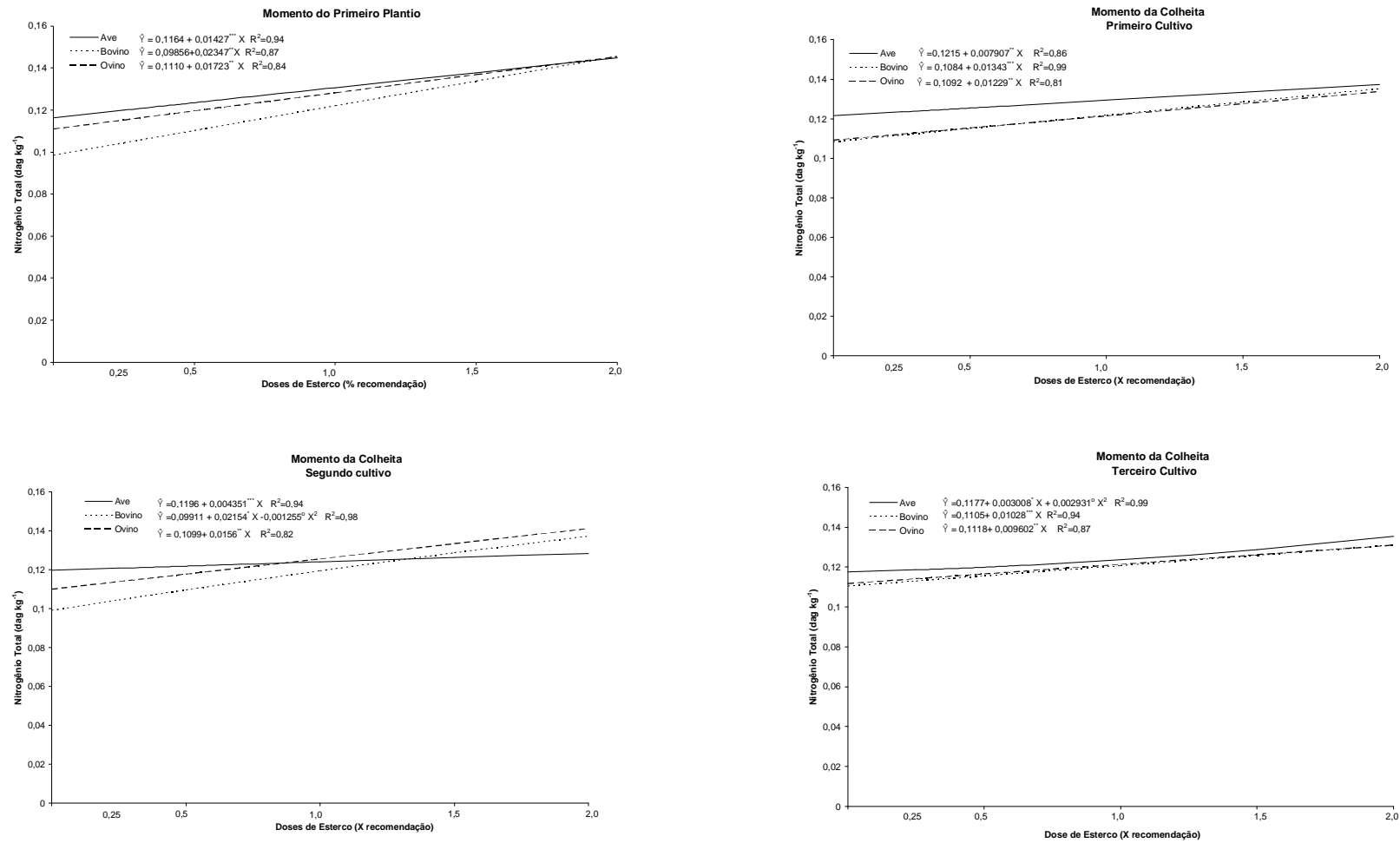


Figura 11. Teores de nitrogênio total no solo em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no momento do primeiro plantio e nas colheitas do primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

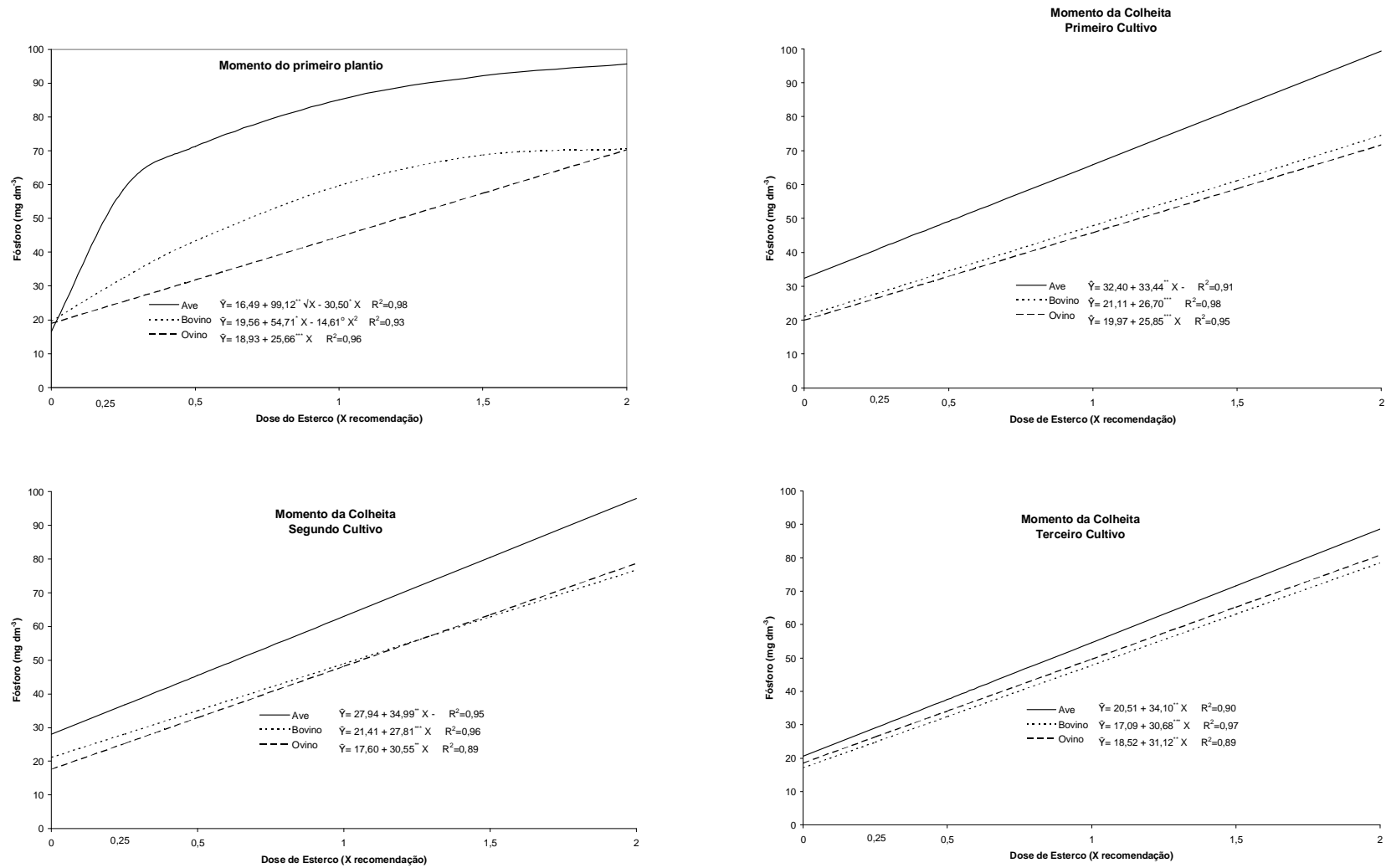


Figura 12. Teores de fósforo disponível no solo em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no momento do primeiro plantio e nas colheitas do primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.  
 \*\*\*, \*\*, \*<sup>o</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

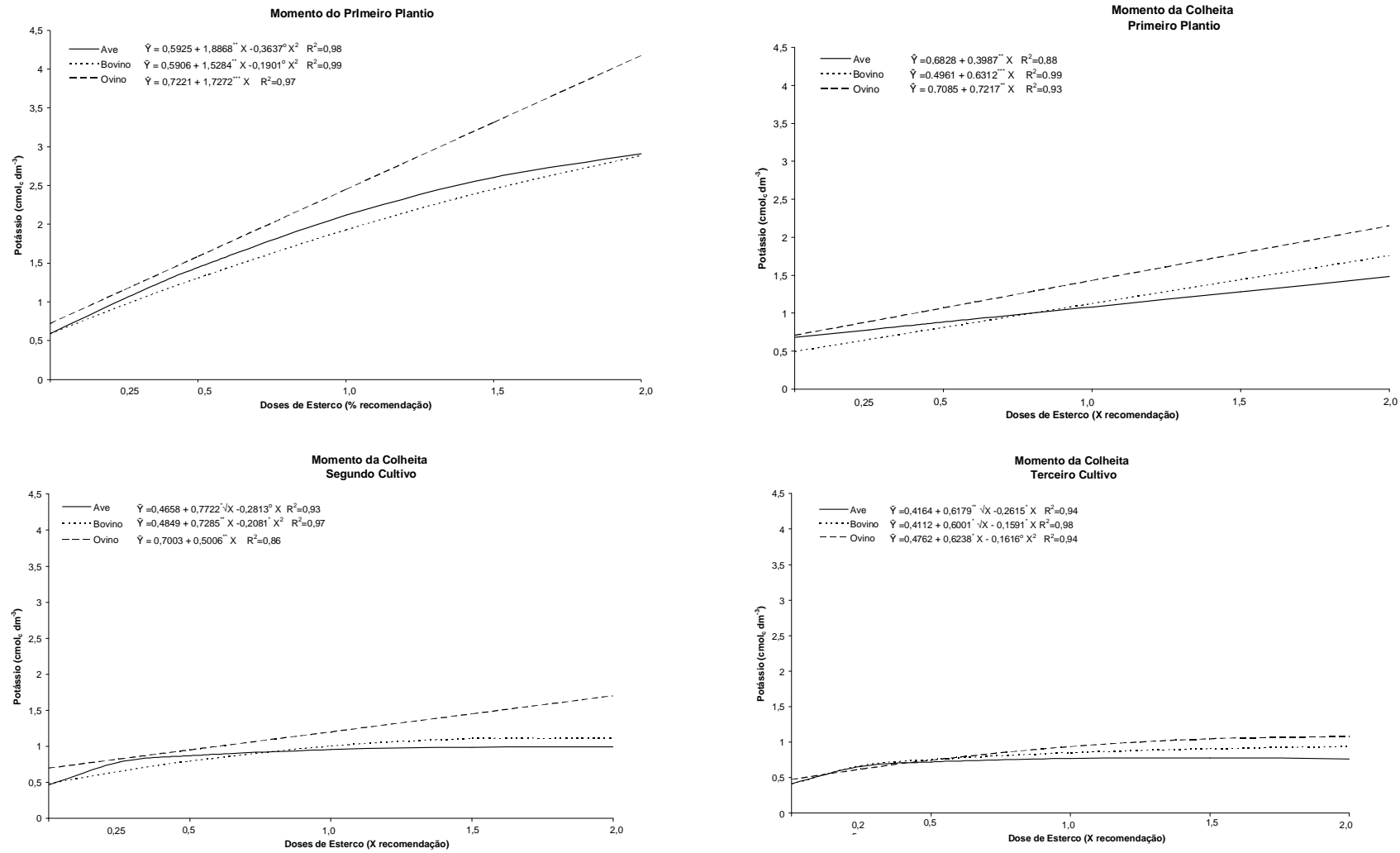


Figura 13. Teores de potássio disponível no solo em função das doses de esterco de ave, bovino e ovino no momento do primeiro plantio e nas colheitas do primeiro, segundo e terceiro cultivos de alface.

\*\*\*, \*\*, \*, <sup>0</sup> – Significativos a 0,1; 1; 5 e 10%, respectivamente;

No início do experimento, o fósforo no solo é crescente com o aumento das doses dos três esterco, com coeficientes elevados (Figura 12). O esterco de ovino parece ter disponibilizado menores quantidades do fósforo ao solo até este momento, o que pode ser atribuído ao pouco tempo para sua decomposição.

As equações obtidas para o potássio no solo no momento do primeiro plantio foram quadráticas para os esterco de ave e bovino e linear para o de ovino (Figura 13), sendo este último o que disponibilizou maiores quantidades do potássio ao solo em relação aos outros dois esterco (Quadro 9), contudo, não atingindo o ponto de curvatura da equação.

No momento da colheita do primeiro cultivo da alface, 40 dias após a aplicação dos esterco, para o carbono orgânico total no solo em função das doses aplicadas foram ajustadas equações lineares para os três esterco (Figura 10).

O teor de nitrogênio total do solo também seguiu um comportamento linear para os três esterco estudados na colheita do primeiro cultivo da alface, o mesmo ocorrendo para o fósforo e o potássio disponíveis no solo (Figuras 11, 12 e 13).

Contudo, na colheita do segundo cultivo, alguns resultados das variáveis de solo se ajustaram a equações quadráticas, como o carbono orgânico total, o nitrogênio total e potássio disponíveis em função das doses de esterco bovino, além do potássio com o esterco de ave (Figuras 10, 11 e 13). Para os demais resultados foram obtidas equações lineares, como ocorreu no primeiro cultivo.

Na colheita do terceiro cultivo também foi possível ajustar equações significativas, lineares, quadráticas ou raiz quadrada, contudo, os valores estimados dos elementos no solo passaram a ser bem menores do que nos tempos anteriores, comprovado pelos baixos valores dos coeficientes observados (Figuras 10, 11, 12 e 13). Tendo em vista os baixos teores dos elementos encontrados, não foram usados os resultados dos dois últimos cultivos da alface.

Para uma comparação entre os resultados das análises dos elementos no solo no início do experimento (primeiro plantio) e na colheita dos três primeiros cultivos, as Figuras 10, 11, 12 e 13 ilustram as alterações com o tempo de uso do solo.

O esterco de ave foi o que forneceu quantidades inferiores de carbono orgânico total ao solo, devido a seu mais baixo teor de carbono em relação aos esterco de bovino e ovino (Figura 10). Observaram-se pequenos acréscimos do carbono no solo com a elevação das doses de esterco aplicadas, contudo, os esterco foram capazes de liberar carbono para o solo, que foi diminuindo do início

do primeiro plantio até o terceiro cultivo da alface. As temperaturas registradas durante o experimento, associadas a umidade devido à irrigação, podem ter promovido uma queima acelerada do carbono fornecido pelos esterco, principalmente para o de ave. Assim, no terceiro cultivo os teores de carbono no solo foram bem próximos aos do solo antes do acréscimo dos esterco, que foi de  $1,51 \text{ dag kg}^{-1}$  (Quadro 1). Apenas o esterco de ovino manteve os teores de carbono orgânico superiores aos do solo na caracterização, o que pode ajudar a caracterizá-lo como importante fonte de matéria orgânica aos solos do sertão, onde este pode ser obtido com facilidade.

Os teores de nitrogênio total do solo após a aplicação dos esterco foram muito similares entre os três tipos aplicados (Figura 11), com acréscimos significativos com o aumento das doses. As doses dos três esterco foram calculadas de modo a fornecer as mesmas quantidades de nitrogênio, por isso, não ocorreram diferenças muito grandes para esta variável entre eles, principalmente no terceiro cultivo.

O fósforo no solo foi crescente com as doses de esterco aplicadas e o esterco de ave mostrou-se como melhor fonte deste nutriente, principalmente no momento do plantio do primeiro cultivo (Figura 12). Os esterco de bovino e ovino promoveram o fornecimento de praticamente os mesmos teores de fósforo disponível nos três últimos momentos de amostragem do solo. O esterco de ave foi obtido na Escola Agrotécnica Federal de Crato, onde os animais são criados com o uso de ração balanceada que contém fósforo. Os esterco de bovino e ovino foram obtidos de criação extensiva com pastagem nativa do sertão, sem acréscimo de fontes minerais em sua alimentação. Justifica-se assim maior fornecimento de fósforo pelo esterco de ave em relação aos demais, sendo uma boa opção para solos pobres em fósforo.

Para o potássio disponível no solo, o esterco de ovino foi o que se destacou, fornecendo maiores teores deste nutriente, principalmente nas maiores doses aplicadas (Figura 13). Apesar de que as diferenças tenham diminuído com o tempo, sendo bem pequenas na colheita do terceiro cultivo da alface, os teores deste nutriente ainda foram superiores aos do solo antes do acréscimo dos esterco (Quadro 1), indicando a importância do uso dos três tipos testados como fonte de potássio ao solo e, deste, para a planta e se caracterizando como bons produtos a serem utilizados na fertilização orgânica da cultura da alface.

## 5. CONCLUSÕES

- No primeiro cultivo de alface a qualidade do produto colhido foi superior nas doses a partir de 50% da recomendada para os três esterco avaliados. Contudo, no segundo cultivo, apenas as doses a partir de 100% da recomendada foram capazes de manter a qualidade do produto como superior. A partir do terceiro cultivo, a qualidade foi bastante afetada, mesmo nas maiores doses.
- O esterco de ave proporcionou maiores produtividades de alface no primeiro cultivo, contudo, a partir do segundo cultivo, foi superado pelos esterco de bovino e ovino, especialmente o último, caracterizando-o como um bom adubo orgânico.
- A produtividade de plantas de alface foi crescente com o aumento das doses dos três esterco estudados, geralmente, apresentando resultados semelhantes entre as doses a partir de 100 % da recomendada, não se justificando o uso de doses superiores a esta.
- As maiores doses dos esterco proporcionaram boas produtividades até o terceiro cultivo, sendo necessária nova aplicação dos mesmos a partir daí para a manutenção dos resultados almejados. O fertilizante químico só promoveu boas produtividades até o segundo cultivo, sendo necessária nova aplicação do produto a partir do terceiro cultivo.
- O aporte de carbono orgânico ao solo foi superior com os esterco de bovino e ovino, sendo o de ave o que promoveu menores acréscimos deste elemento ao solo. Os teores de nitrogênio total do solo foram semelhantes entre os esterco testados, com incrementos em função das doses aplicadas. O esterco de ave caracterizou-se como fonte de fósforo, sendo uma boa opção para solos pobres nesse nutriente. Os três esterco são caracterizados como bons produtos a serem usados na fertilização orgânica da cultura da alface como fornecedores de potássio, destacando-se o esterco ovino, por fornecer maiores aportes deste nutriente.
- Os esterco melhoraram a fertilidade do solo, aumentando os teores de nutrientes, especialmente fósforo e potássio, em relação ao tratamento químico, que comportou-se de maneira semelhante à testemunha. O uso dos

mesmos é uma alternativa para um manejo equilibrado da produção de alface, especialmente o de ovino, que tem se destacado na região.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPBELL, C. A. **Soil Organic Carbon, nitrogen and fertility**. In: SCHNITZER, M. & KHAN, S.U. ed. **Soil Organic Matter**. Amsterdam, Elsevier, p.173-271.1978.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife, 1998. 198p.
- COSTA, C. A. **Crescimento e teores de sódio e de metais pesados na alface e na cenoura adubadas com compostos orgânico de lixo urbano**. 1994. 89 p (tese Mestrado), UFV, Viçosa.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisas de Solo, 1997. 212P
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Ed.da Universidade de São Paulo, 1975. 341 p.
- ESCOLA AGROTÉCNICA FEDERAL DE CRATO-CE. **Localização da EAFC, 2005**. Disponível em <http://www.eafcrato.com.br>, acessado em 10/01/2005.
- FAQUIN, V. ; FIRTINI, N. A. E.; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1996. 50 p.
- FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v, 21, n. 3, p. 468-473, 2003.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura, cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo, V. 2, Agrônoma Ceres, 1982, 357 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 1 ed. 1 reimp. Viçosa: UFV, 2002. 402 p.
- FRANCA. M. J. P. da; SOUSA, G. S. de. **O mercado de frutas e hortaliças e a perspectiva de produção agroecológica nos município de Crato, Jardim e Nova Olinda** – Estado do Ceará, ACB, Crato-CE, 2004 178 p.



GIL MARTINEZ, F. **Elementos de fisiologia vegetal: relaciones hídricas , nutricion mineral transporte e metabolismo**. Madrid: mundi-prensa. 1995 1147 p.

HEREDIA, Z. N. A.; VIEIRA, M. C.; CABEÇAS, Jr. O. Influência da cama de aviário semi-decomposta em cobertura e incorporada sobre a produção de alface "Grand Rapids" em Dourados-MS. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 89, 1996

JENKINSON, D.S. **The Rothamsted longterm experiments: are they still of use? Agronomy Journal**, Madison, v. 83, n.2 p. 2-10, 1991.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória, almeirão. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO ADUBAÇÃO E HORTALIÇAS. Piracicaba: POTAFOS, 1993. Cap. 4, p. 141-148.

KIEHL, F. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, Piracicaba, 1985.492P.

LÉDO, F. P. J. S.; CASALI, V, W. D.; MOURA, W. M.; PEREIRA, P. R. G. ; CRUZ, C. D. Eficiência nutricional do nitrogênio em cultivares de alface. Minas Gerais, **Ceres**, v. 47, n. 271, p. 273-285, 2000.

LIMA, H. J. M. – Agricultura orgânica: uma forma saudável de produzir. **Agronegócio Cearense**. Fortaleza, nº 02, ano 1, p. 36-38, 2005.

LOPES, M. C.; MATTE, J. D.; GARTNR, M.; FRANZENER G.; CASIMIRO, L. N.; SEVIGNANI, A. Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.21, p.204-209, 2003.

MARTIN, J. A.; SENN, T. L.; CRAWFORD, J. H.; MOORE, M. D. Influence of humic and fulvic acids on the growth yield and quality of certain horticultural crops. Clemson: South Carolina Agricultural Experiment station, 1962 69 P. (**Research Series, 30**).

MATSUO, H. Review of recent studies on organic matter as fertilizers. In: **FAO organic recycling in Asia**. Rome: SIDA, 1978. p. 267-286 (FAO soils Bulletin, 36).

MACHADO, W. Redes de Supermercados Investem em Produtos Orgânicos no Ceará. **Agronegócio Cearense**, Fortaleza, nº 02, ano 1, p. 39, 2005.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. **Agricultura natural**. 2 ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1997.73P.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. O.; SEBASTIÃO, A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, Piracicaba, 1989, 201 P.
- MENDONÇA E. de S.; MATOS, E. da S. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análise**. Viçosa, UFV 2005. 107 p.
- NICOULAUD, B. A. L.; MEURER, E. J.; ANGHINONI, I. Rendimento e absorção de nutrientes por alface em função de calagem e adubação mineral e orgânica em solo. "Areia quartzosa hidromórfica". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 8, n.2, p. 6 - 9, 1990.
- NETO, J. X. de A.; CARNEIRO, I. F.; PEREIRA, A. V. Efeito de diferentes resíduos orgânicos no desenvolvimento e na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.) **Anais das Escolas de Agronomia e de Veterinária**, Goiás, v.20, n.1, UFG, 1990.
- OHSE, S. **Qualidade nutricional e acúmulo de nitrato em alface hidropônica**. In: **Hidroponia da alface**. Santos, O. Santa Maria: UFSM. p. 10-24. 2000.
- OLIVEIRA, A. P.; FERREIRA, D. S.; COSTA, C. C.; SILVA, A. F.; ALVES, E. U. Uso de esterco bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.1, p. 70-73, 2001.
- PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil, 2003. 235 P.
- PORTO, V. C. N.; NEGREIROS, M.Z. de; NETO, F. B.; NOGUEIRA, I. C. C. Fontes e doses de matéria orgânica na produção de alface. **Caatinga**, Mossoró-RN. v. 12(1/2). p. 7-11. 1999.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 Ed. Campinas IAC, 1986. p 168;
- RAIJ, B. V. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fósforo., 1981.142 p.
- RICCI, M. dos S. F.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A.; Produção de alface adubadas com compostos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n.1, p. 56-58 1994.
- RODRIGUES, E.T. **Efeitos das adubações orgânica e mineral sobre o acúmulo de nutrientes e sobre o crescimento da alface (*Lactuca Sativa* L.)** Viçosa MG: UFV, 1990, 60 p Dissertação de Mestrado

RODRIGUES, E.T.; CASALI, V. W. D. Rendimento e concentração em alface em função das adubações orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n. 2, p. 125-128, 1999.

RODRIGUEZ, JR. M. & LOBO, M. A. **Fertilizacion de hortalizas em solos volcanicos en antigua y caldas**. Revista ICA, 7: 219 – 232. 1972 Webster.

SAMINÊZ, T. C. de O.; RESENDE, F. V.; COUTO, J. R.; PAULA, W. S. de; SOUZA, T. A. de; CARNEIRO, R. G. Produção de alface em função de diferentes fontes de matéria orgânica sob sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**. Brasília v. 20 nº 2, suplemento 1 p. 280 , 2002.

SANTOS, R. H.S.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R.; MIRANDA, L. C. G. Qualidade da Alface cultivada com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n.1, p. 29-32 1994.

SANTOS, G. M.; OLIVEIRA, A.P.; SILVA, J. A.L.; ALVES, E. U.; COSTA, C.C. Características de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n.1, p. 30-35, 2001.

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

SGARBIERI, V. C. Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas: UNICAMP, 1987. 387 p.

SILVA, M. C. L. da; PEREIRA, J. T.; MELO, J. N.; LIMA, L. E. de. Avaliação de doses de esterco na cultura da batata (*solanum tuberosum* L.) no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 9 n. especial, p. 89-93. 1996.

SILVA, R. A. da. Inverno: você sabia que ele pode chegar mal acompanhado? Tecnologias de produção HFF& CITRUS, hortaliças, frutas, flores. Jaguariúna- SP. nº 07 ano II, p. 12, 2005.

SOUSA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa. 2003. 564 P.

VIANA, M. S. S & NEUMANN, V. H. L., **O membro Crato da formação Santana-CE**, 1999. Disponível em <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio005/sitio0005.htm>, acessado em 10/01/2005.

VIDIGAL, S, M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito da adubação orgânica: II Ensaio em casa de vegetação. **Revista Ceres**, Viçosa, V. 42 nº 239, p. 89-97, 1995 b.

VIDIGAL, S, M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I Ensaio de campo. **Revista Ceres**, Viçosa, V. 42 nº 239, p. 80-88, 1995 a.

YURY, J. E.; RESENDE, G. M. de J.; JUAREZ, C. R.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de, Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1. 2004.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T. M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factor Crontrolling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, 79: 117 - 161, 1997.

ZINK, F. W & YAMAGUCHI, M. Studies onthe growth rate and nutrint absorption of read lettuce. **Higardia**, 32 (11): 471-500. 1962.