

Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido

CORRÊA, R.M.^{1*}; PINTO, J.E.B.P.²; REIS, E.S.¹; COSTA, L.C.B.¹; ALVES, P.B.³; NICULAN, E.S.³; BRANT, R.S.²

¹ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IF), Campus de Bambuí. Fazenda Varginha Rodovia Bambuí/Medeiros km 5. CEP: 38.900-000, Bambuí-Brasil ² Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Caixa Postal 3037, Campus UFLA, CEP: 37.200-000, Lavras-Brasil ³ Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Agronomia Departamento de Agronomia, Av. Marechal Rondon, s/n. CEP: 49.100-000, São Cristóvão-Brasil * ricardomnc7@yahoo.com.br; jeduardo@ufla.br

RESUMO: *Origanum vulgare* L., conhecida como orégano, é considerada planta condimentar largamente usada na culinária. No Brasil poucas são as pesquisas com esta espécie visando maximização das técnicas de cultivo. Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes doses dos adubos orgânicos bovino e aves no crescimento de plantas, teor de clorofila, teor, rendimento e qualidade do óleo essencial de orégano cultivado sob estufa. Foram conduzidos dois ensaios, sendo um com esterco bovino e o outro com esterco de aves (Poedeira). Plantas de orégano (*Origanum vulgare* L.) foram cultivadas em vasos de 10 L submetidas aos seguintes tratamentos: Ensaio I: Esterco bovino: 1) Solo sem adubação (controle); 2) solo + 3,0 kg m⁻² de esterco bovino; 3) solo + 6,0 kg m⁻² de esterco bovino; 4) solo + 9,0 kg m⁻² de esterco bovino; 5) solo + 12,0 kg m⁻² de esterco bovino; Ensaio II – Esterco de aves: 1) solo sem adubação (Controle); 2) solo + 1,5 kg m⁻² de esterco de galinha; 3) solo + 3,0 kg m⁻² de esterco de galinha; 4) solo + 4,5 kg m⁻² de esterco de galinha e 5) solo + 6,0 kg m⁻² de esterco de galinha. Ambos os ensaios foram conduzidos em delineamento blocos ao acaso com 4 repetições e a parcela experimental composta de 4 vasos. Foi observado que as doses de adubos bovino e avícola influenciaram significativamente no crescimento das plantas, rendimento e composição química do óleo essencial de orégano.

Palavras-chave: *Origanum vulgare*, fertilização orgânica, crescimento, cultivo protegido

ABSTRACT: Organic fertilization on phytomass production and essential oil content and quality of oregano (*Origanum vulgare* L.) under protected cultivation. *Origanum vulgare* L., known as oregano or wild marjoram, is an aromatic plant widely used in cookery. In Brazil, there are few studies with this species aimed at improving the cultivation techniques. The present study was carried out to evaluate the effect of different levels of cattle and chicken organic manure on plant growth, chlorophyll content, besides essential oil content, yield and quality of oregano grown in a greenhouse. Two assays were carried out, one of them used cattle manure and the other, chicken manure (Hen). Oregano (*Origanum vulgare* L.) plants were grown in 10L-pots and subjected to the following treatments: Assay I: Cattle manure: 1) Soil without fertilization (control); 2) Soil + 3.0 kg m⁻² cattle manure; 3) Soil + 6.0 kg m⁻² cattle manure; 4) Soil + 9.0 kg m⁻² cattle manure; and 5) Soil + 12.0 kg m⁻² cattle manure; Assay II: Chicken manure: 1) Soil without fertilization (control); 2) Soil + 1.5 kg m⁻² chicken manure; 3) Soil + 3.0 kg m⁻² chicken manure; 4) Soil + 4.5 kg m⁻² chicken manure; and 5) Soil + 6.0 kg m⁻² chicken manure. The experimental design for both assays was in randomized blocks with four replicates and four pots per plot. Cattle and chicken manure levels significantly influenced oregano plant growth besides essential oil yield and chemical composition.

Key words: *Origanum vulgare* L., organic fertilization, growth, protected cultivation

INTRODUÇÃO

A produção de biomassa e princípios ativos nas plantas medicinais, aromáticas e condimentares depende de vários fatores dentre eles o fator genético, clima, condições edáficas e manejo fitotécnico (Martins et al., 1998). Dentre os insumos que maximizam a produção das culturas, a adubação é uma das responsáveis pela elevação da produtividade e qualidade dos produtos obtidos. As plantas medicinais e aromáticas como qualquer outra cultura, dependem de suprimento adequado de nutrientes para boas produtividades agrícolas. Neste sentido, a adubação orgânica é fonte de nutrientes para as plantas que além de permitir suprimento adequado contribui para a melhoria das qualidades físicas, químicas e biológicas do solo.

Origanum vulgare L. (Lamiaceae), conhecido como orégano, é um dos condimentos mais utilizados na culinária brasileira no preparo de carnes, ovos, peixes, panificação e frutos do mar. Além disso, o óleo essencial de orégano também é utilizado na perfumaria (Castro & Ramos, 2003), bem como, na utilização em indústria de alimentos visando controlar microrganismos causadores de deterioração e/ou causadores de doenças veiculadas por alimentos (Souza et al., 2005).

Mesmo sendo condimento de grande utilização no mercado, o Brasil ainda importa de outros países como Chile e países do mediterrâneo. Assim, as pesquisas têm sido intensificadas nos últimos anos visando maximizar o processo produtivo de orégano e reduzir as quantidades importadas.

Em várias espécies de plantas, a adubação orgânica tem-se mostrado eficiente na produção. Pesquisas de Damatto Júnior et al. (2005) evidenciaram que, para o maracujá-doce cultivado com 5 kg planta⁻¹ de esterco bovino, foi obtida maior produtividade por planta e qualidade (teor de sólidos solúveis) em relação as menores dosagens deste composto (1 a 4 kg kg planta⁻¹). Tecchio et al. (2005) observaram efeito positivo do esterco de curral (bovino) na distribuição das raízes de maracujá-doce, evidenciando melhor distribuição das raízes em profundidade em relação ao tratamento químico com sulfato de amônia. Em berinjela, Castro et al. (2005) evidenciaram que a adubação do solo com esterco de aves (poedeira) (36 t ha⁻¹) proporcionou a máxima produção de frutos em relação à fertilização química demonstrando os benefícios do esterco avícola.

Em *Calendula officinalis*, a aplicação de 6 kg m⁻² de composto orgânico, na presença de cobertura morta, proporcionou maior produção de matéria fresca e número de capítulos (Santos et al., 2001). A utilização de adubação orgânica com esterco de aves maximizou o rendimento de óleo essencial de *Lippia alba* em relação ao solo puro e adubação química (Souza et al., 2002). Vários outros trabalhos

têm mostrado que a aplicação de fertilizantes orgânicos aumenta a biomassa e teores de princípios ativos como pode ser evidenciado nas pesquisas com *Lippia alba* Mill. (Ming, 1994), *Ageratum conyzoides* L. (Ming, 1998), *Achillea millefolium* L. (Scheffer, 1998), *Plantago major* L. (Blanco, 1998), *Mentha x villosa* Huds. (Cruz, 1999), *Mentha arvensis* var. *piperascens* Holmes (Matos, 2000), entre outros.

O fertilizante orgânico por melhorar as condições edáficas do solo pode contribuir positiva ou negativamente a produção de biomassa e princípios ativos dependendo da espécie. Em trabalhos de Chaves (2002), com *Mentha arvensis* L. var. *piperacens*, foi observado que maiores dosagens de esterco de poedeira (6,0 e 8,0 kg m⁻²) induziram maior crescimento de plantas; no entanto, o teor de óleos essenciais reduziu progressivamente com o aumento das doses em relação a testemunha sem adubação. De acordo com Martins et al. (1998), o estresse nutricional pode acarretar em maior ou menor produção de fármacos na planta. A deficiência de fósforo no solo reduz a concentração de cumarinas em chambá (*Justicia pectoralis*), com significativa redução na produção de biomassa e consequente diminuição da produção total do princípio ativo. Assim, os efeitos da adubação variam conforme a espécie e conforme as variáveis em estudo.

A análise de crescimento é a medida seqüencial da acumulação de matéria orgânica e a determinação é realizada pela avaliação do acúmulo de massa seca da planta e do crescimento da área de folhas. Esta determinação é importante porque as folhas são os principais órgãos responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de matéria orgânica por meio da fotossíntese. Quando a superfície foliar e o acúmulo de massa seca da planta são conhecidos, durante certo período de tempo, torna-se possível avaliar a eficiência fotossintética das folhas e sua contribuição para o crescimento da planta (Magalhães, 1985).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes fontes de fertilizante orgânico (bovino e aves), bem como, diferentes dosagens destes no crescimento de plantas, teor, rendimento e qualidade de óleo essencial de orégano em vasos em condições de cultivo protegido.

MATERIAL E MÉTODO

O ensaio foi realizado em casa de vegetação do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais e Plantas Medicinais da Universidade Federal de Lavras (UFLA), situada nas coordenadas geográficas 21° 14' S e 45° 00' W, a 918 m de altitude. A exsicata de orégano está depositada no herbário Esal sob registro nº 22.156.

Mudas de *Origanum vulgare* L. foram obtidas

a partir de estacas apicais provenientes de plantas matrizes do horto medicinal da UFLA enraizadas em bandejas de polipropileno expandido de 128 células.

Após cerca de 20 dias as mudas foram transplantadas para vasos de plásticos de 10 litros de capacidade. Os tratamentos consistiram da aplicação de dois compostos orgânicos diferentes (bovino e aves) dividido em dois ensaios, sendo: Ensaio I - Esterco bovino: 1) Solo sem adubação (Testemunha); 2) solo + 3,0 kg m⁻² de esterco bovino; 3) solo + 6,0 kg m⁻² de esterco bovino; 4) solo + 9,0 kg m⁻² de esterco bovino; 5) solo + 12,0 kg m⁻² de esterco bovino; Ensaio II - Esterco de aves (poedeira): 1) solo sem adubação (Testemunha); 2) solo + 1,5 kg m⁻² de esterco de galinha; 3) solo + 3,0 kg m⁻² de esterco de galinha; 4) solo + 4,5 kg m⁻² de esterco de galinha e 5) solo + 6,0 kg m⁻² de esterco de galinha.

As características químicas dos solos foram: pH em água = 7,3; P e K (mg dm⁻³) = 1,7 e 9; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, H+Al (cmol_c dm⁻³) = 5,7; 0,7; 0,0; 1,2; saturação de bases V (%) = 84,3; matéria orgânica (dag kg⁻¹) = 3,0; Zn, Fe, Mn, Cu, B e S (mg dm⁻³) = 1,5; 31,1; 13,8; 1,1; 0,1 e 14,9.

Os adubos orgânicos, por sua vez, também foram analisados gerando os seguintes valores para o esterco bovino: pH em água = 8,2; P, K (mg dm⁻³) = 619,0; 8033; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e H+Al (cmol_c dm⁻³) = 6,9; 3,6; 0,0 e 0,89; SB e CTC (cmol_c dm⁻³) = 31,0; 31,9; V (%) = 97,2. Para o esterco avícola: pH em água = 8,2; P, K (mg dm⁻³) = 1080,5; 8563; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e H+Al (cmol_c dm⁻³) = 2,4; 1,1; 0,0 e 0,77; SB e CTC (cmol_c dm⁻³) = 25,4; 26,2; V (%) = 97,1.

Os tratamentos culturais como controle de plantas daninhas, irrigação, pragas e doenças foram realizados ao longo do ciclo. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente. O turno de rega foi de 2 dias. Não houve infecção das plantas com patógenos e ataques de pragas.

Aos 90 dias de cultivo os ensaios foram avaliados determinando-se as variáveis, como área foliar (AF), medida com auxílio de Medidor Eletrônico de Área Foliar, Modelo LI - 3100-LICOR, a partir da qual se obtiveram os parâmetros fisiológicos de razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e razão de peso foliar (RPF), de acordo com Benincasa (2003); relação raiz:parte aérea; teor (%), rendimento (g planta⁻¹) e qualidade de óleo essencial.

Após a colheita, cada planta foi particionada em raiz, caule, folha e inflorescência para secagem até peso constante para obtenção da biomassa seca, determinando-se também a relação raiz:parte aérea (R/PA).

A obtenção do óleo essencial foi realizada pelo processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger, utilizando-se 40 g de matéria seca em 500 mL de água destilada por 1,5 h. Posteriormente, realizou-se a partição líquido-líquido, em funil de

separação, no qual foram feitas três partições (20 minutos cada) de 30 mL de diclorometano ao hidrolato para a purificação do óleo.

Para obtenção da fração orgânica, adicionou-se sulfato de magnésio anidro (4 g) para retirar possíveis resíduos de umidade. As amostras foram deixadas por um período de 24 horas em repouso. Posteriormente, a solução foi filtrada e armazenada à temperatura ambiente em frascos de vidro âmbar parcialmente tampados para permitir a evaporação do restante do solvente. As variáveis determinadas na quantificação do óleo essencial foram o teor e o rendimento na biomassa seca das folhas (BSF). O cálculo do teor de óleo foi obtido diretamente como porcentagem (g 100 g⁻¹ BSF) e o rendimento de óleo calculado através da equação (Teor x BSF)/100, cuja unidade do rendimento foi expressa em g planta⁻¹.

A análise da composição do óleo essencial foi realizada por retirando-se amostra composta dos óleos essenciais das seis repetições de cada tratamento. As temperaturas do injetor e do detector foram 250 e 280°C, respectivamente. As amostras foram analisadas utilizando-se cromatografia gasosa interfaceada com espectrometria de massas (CG/EM) em equipamento Shimadzu QP5050A utilizando coluna capilar DB-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) e detector operando em impacto eletrônico a 70 eV. O gás de arraste utilizado foi o hélio (fluxo 1 mL min⁻¹) e a seguinte programação: 80°C (1 min), 3°C min⁻¹, 180°C, 10°C min⁻¹, 300°C (3 min), tipo de injeção split 1:100. Os cálculos dos índices de retenção foram feitos através da co-injeção de *n*-alcanos, na faixa de *n*C9-*n*C18. A identificação dos constituintes do óleo essencial foi efetuada com base nos índices de retenção (Adams, 1995) e pela comparação do espectro de massa com o banco de dados da biblioteca NIST21 e NIST107.

O delineamento experimental utilizado nos ensaios foi o de blocos casualizados com quatro repetições, quatro plantas por parcela e uma planta por vaso. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e submetidos à regressão polinomial em nível de 5% pelo teste de F.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da adubação de esterco bovino e esterco avícola na produção de biomassa de orégano. Observou-se que a biomassa seca total (BST), de folha (BSF) e de caule (BSC), tanto para adubação com esterco bovino e adubação com esterco avícola, desenvolveram tendência quadrática (Figura 1). Já as biomassas secas de raiz (BSR) e inflorescência (BSI) seguiram tendência linear com adubação de esterco bovino e quadrática com adubação de esterco de galinha, respectivamente. Maior BST (76,82 g) foi obtida na dosagem de 10,1

kg m⁻² para esterco bovino e 77,31 g de BST na dosagem de 3,86 kg m⁻² de esterco avícola. A adubação orgânica com esterco bovino (6 kg m⁻²) em *Calendula officinalis* L. proporcionou maior produção de biomassa seca de plantas e maior número de capítulos em relação às demais dosagens testadas evidenciando que a resposta à adubação depende do tipo de solo, concentração de nutrientes e matéria orgânica e também da espécie (Santos et al., 2001).

Os maiores valores de biomassa podem ser explicados possivelmente pela maior disponibilidade de nutrientes em decorrência do aumento das dosagens (10,1 kg m⁻² e 3,86 kg m⁻² para esterco bovino e avícola respectivamente). A tendência de redução da biomassa seca a partir do ponto de máxima da curva de adubos orgânicos pode ser devido ao excesso de nutrientes fornecidos ao órgão possivelmente afetando o sistema radicular e reduzindo a absorção de nutrientes. Pesquisas de Nascimento et al. (2005) relatam resultados semelhantes, onde foi evidenciado que doses superiores a 20 t ha⁻¹ tenderam a reduzir o rendimento (t ha⁻¹) em *Bactris gasipaes*. Esses autores atribuíram o fato a desordens no sistema radicular em função do excesso de nutrientes. Neste sentido é importante conhecer os níveis adequados de nutrientes para fertilização em cada espécie visando reduzir custos na adubação, maximizar a colheita e evitar efeitos fitotóxicos.

De acordo com a análise química dos esterco orgânicos de aves e bovino evidenciou-se a

presença de nutrientes em concentração elevada, como o fósforo e potássio. Com aumento das dosagens de esterco maiores teores de N e Mg (fazem parte da molécula de clorofila) estarão disponíveis e consequentemente maior atividade fotossintética ocorrerá; o K em maior disponibilidade eleva a translocação de açúcares para as regiões de crescimento; o fósforo fornece energia para diversos processos metabólicos ligados ao crescimento das plantas, além de outros nutrientes importantes como os micronutrientes ferro, manganês e cobre que ativam diversas enzimas. Ressalta-se que a dosagem de nutrientes deve ser equilibrada para obter uma produção ótima, sendo que déficits (lei do mínimo) ou excesso de nutrientes (lei do máximo) acarretam desordens no crescimento de plantas.

Segundo Furtini Neto & Tokura (2000), o excesso de um nutriente no solo reduz a eficácia de outros e, por conseguinte pode diminuir o rendimento das culturas.

Em *Coriandrum sativum* (Apiaceae), o rendimento máximo de fitomassa (5 kg m⁻²) foi obtido com a aplicação de 3,9 kg m⁻² de esterco bovino, sendo que no presente trabalho maior biomassa foi obtida na dosagem de 10 kg m⁻² (Oliveira et al., 2002). A resposta diferenciada de cada espécie pode ser explicada pela influência do genótipo e a variação no teor de nutrientes que ocorre nos adubos orgânicos provido de diferentes fontes e locais. Yamada & Kamata (1989) relatam que o efeito da adubação orgânica não se restringe somente ao fornecimento

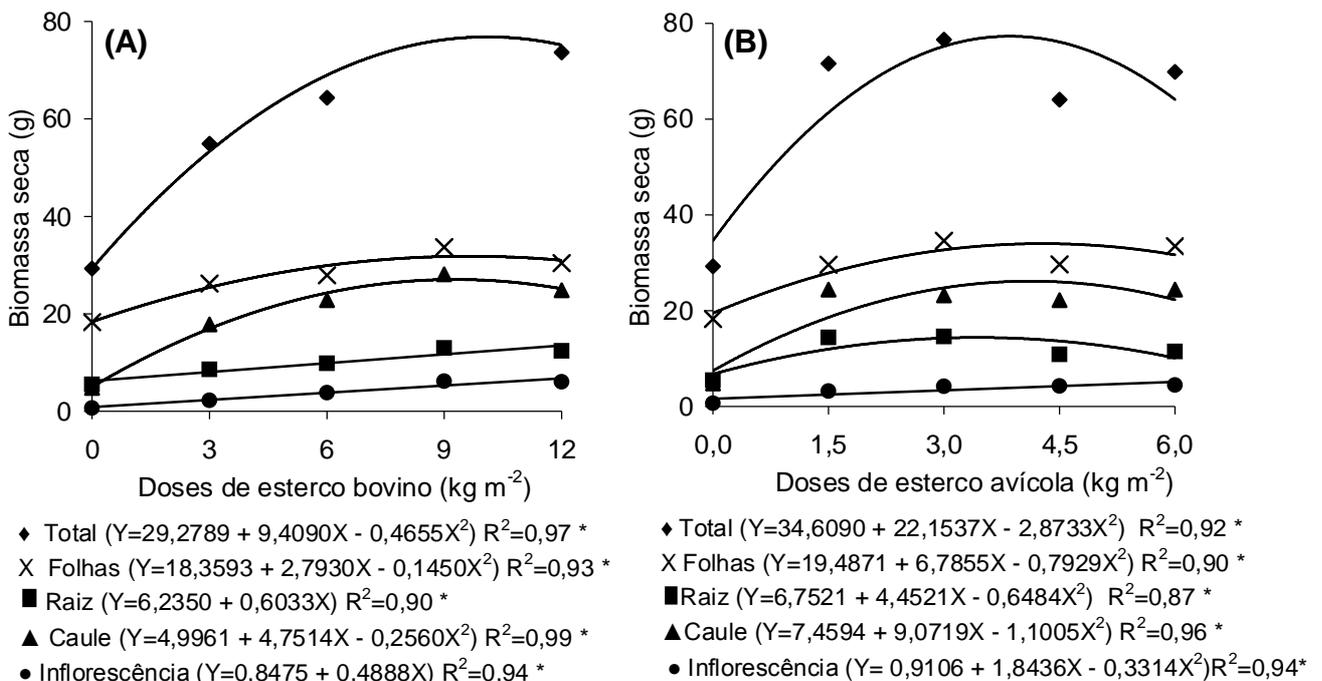


FIGURA 1. Níveis de adubação de esterco bovino (A) e esterco avícola (B) na produção de biomassa de *Origanum vulgare*. * Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

de nutrientes, mas também a melhoria de outros constituintes da fertilidade do solo, no fornecimento de água, no arranjo de sua estrutura por meio de formação de húmus e conseqüente aumento da CTC; ressalta-se também um equilíbrio ecológico no solo, no crescimento radicular e conseqüente absorção de nutrientes (Cantarella & Bovi, 1995; Bovi et al., 1999; Nascimento et al., 2005).

Resultados semelhantes foram obtidos com *Mentha x villosa* Huds adubada com esterco bovino (0, 2, 4, 6 e 8 kg m⁻²) sendo evidenciado que doses de esterco bovino proporcionaram maiores incrementos de BST (Cruz, 1999). Em contrapartida, com *Justicia pectoralis*, as doses de esterco bovino não proporcionaram aumentos significativos na biomassa seca de plantas (Bezerra et al., 2006), evidenciando que os efeitos da adubação orgânica não podem ser generalizados para a produção de biomassa seca das diferentes espécies. Para *Lippia alba* (Ming, 1998) e *Hyptis suaveolens* (Maia, 2006) também ocorreu aumento na produção de biomassa em função de doses de esterco orgânico, fato este atribuído pelo autor ao aumento na disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas devido provavelmente a melhoria nas condições do solo como retenção de água e minerais.

As medidas de superfície relacionadas ao crescimento de plantas, estudadas no ensaio também foram influenciadas significativamente pelo tipo e nível de adubação orgânica. Observou-se que plantas cultivadas com esterco bovino tenderam a desenvolver resposta linear para a área foliar (AF) e área foliar específica (AFE). Para o esterco avícola apenas a variável razão de peso foliar (RPF) e razão de área foliar (RAF) tenderam a resposta linear com as doses de adubo. Resposta quadrática para esterco bovino foi obtida para as variáveis RPF e RAF e relação raiz/ parte aérea (R/PA). Em contrapartida, para o esterco de aves resposta quadrática quanto à adubação foi obtida para as variáveis AF, AFE e R/PA (Figura 2).

A AFE relaciona a área da planta disponível para fotossíntese. Em plantas de orégano cultivado em vasos com doses de esterco bovino houve aumento linear de AF e AFE com níveis de esterco bovino, indicando que à medida que elevam-se as doses de esterco bovino aumentam também os valores de AF. Maior incremento de AF em função de níveis de adubação com esterco bovino é explicado pela maior disponibilidade de nutrientes como nitrogênio (DeCarlos Neto et al., 2002), cálcio (Rodrigues et al., 1993). Esta resposta também está relacionada com os componentes anatômicos, ou seja, à redução da espessura do limbo com o aumento das doses deste fertilizante, conforme pode ser evidenciado em pesquisas de Corrêa (2008), sendo que a medida que elevam-se as doses de esterco bovino reduz-se a espessura do limbo das folhas.

Neste sentido, maiores dosagens de esterco bovino proporcionaram maiores valores de AF e AFE indicando maior superfície foliar necessária para produzir 1 g de matéria seca de folha. Este aumento de AF atribui-se a maior disponibilidade de nutrientes principalmente o N que causam expansão do limbo.

Já para esterco avícola, a resposta quadrática obtida indicou que a AF e AFE foram maiores em níveis de 4,15 kg m⁻² (51,75 dm² de AF) e 3,85 kg m⁻² (1,67 dm² g⁻¹ de AFE). A partir destas dosagens (4,15 kg m⁻² e 3,85 kg m⁻²) houve tendência de redução da AF e AFE respectivamente (Figura 2 A e B). De acordo com Santos & Fageria (2008), quanto maior a dose de nitrogênio menor é a área foliar necessária para produzir 1 g de matéria seca evidenciando que a partir de certa dosagem de esterco avícola menor é a AFE para produzir esta mesma quantidade de matéria seca.

A RPF e RAF tiveram respostas diferentes quanto à aplicação de esterco bovino em plantas de orégano. Porém, para RPF observou-se que não houve efeito significativo das doses evidenciando que a adubação orgânica não influenciou na exportação de material produzido nas folhas para as demais partes da planta. De acordo com Benincasa (2003), a maior ou menor exportação de material da folha para as demais partes da planta pode ser uma característica genética a qual está sob a influência de variáveis ambientais, sendo que neste trabalho a adubação não proporcionou efeitos significativos. Benincasa (2003) e Zobot et al. (2004) também afirmam que à medida que a planta cresce menor é a fração de material retido nas folhas, ou seja, a exportação é maior. Para o esterco bovino esta diferença não foi significativa evidenciando que os níveis de esterco bovinos testados não influenciaram na RPF. Neste caso plantas de orégano foram insensíveis à adubação com fertilizante bovino para RPF.

A RPF tendeu a decrescer com a elevação das doses de esterco de aves (Figuras 2 C e D), demonstrando eficiência de redistribuição da matéria seca produzida nas folhas e exportada para as demais partes da planta ($p < 0,05$). No esterco bovino as doses de esterco não produziram diferenças na exportação de fotoassimilados (RPF não significativa), sendo que o esterco de aves proporcionou melhor resposta na redistribuição, evidenciado pela redução do RPF com o aumento das doses deste fertilizante. Segundo Benincasa (2003), a eficiência em exportação pode ser muito importante para a produção agrícola visto que quanto maior a RPF menor é a quantidade de reservas translocadas para as regiões de crescimento. Assim, no presente trabalho o esterco de aves foi mais eficiente na redistribuição de fotoassimilados que o esterco bovino nas dosagens estudadas.

A RAF que representa a área foliar útil da

planta para produzir um grama de matéria seca reduziu com os crescentes níveis de adubação até a dosagem de 9,48 kg m⁻² de esterco bovino (ponto de mínima da curva). Esta resposta está de acordo com Benincasa (2003) ao afirmar que à medida que a planta cresce (maiores níveis de adubação) ocorre auto-sombreamento e a tendência é a área foliar útil diminuir a partir de certa fase. Neste caso, os níveis crescentes de adubação com esterco bovino proporcionaram maior crescimento de plantas contribuindo para a redução da RAF. De acordo com Santos Júnior et al. (2004), tanto doses menores de nitrogênio como a idade mais avançada da planta reflete a diminuição da capacidade fotossintética em relação ao aumento da massa total da planta, o que representa maior custo de respiração e de redistribuição de fotoassimilados para o crescimento da planta, em detrimento da produção de folhas, durante o estabelecimento e crescimento do vegetal. No presente trabalho níveis maiores que 9,48 kg m⁻² de esterco bovino promoveram crescimento ascendente da RAF devido provavelmente a maiores doses de nutrientes (principalmente N) aumentando a capacidade fotossintética de folhas de orégano.

Em contrapartida, para esterco de aves, a RAF tendeu a aumentar linearmente com a elevação dos níveis de adubação evidenciando aumento da área foliar útil para fotossíntese. Em pesquisas de Santos Júnior et al. (2004) estudando as doses de nitrogênio nas características fisiológicas de *Brachiaria brizantha* observaram que maiores valores de RAF foram obtidos na dosagem de (387 mg L⁻¹) de N (maior dosagem testada). Como no esterco de aves a concentração de nitrogênio geralmente é maior (próxima do dobro) que no esterco bovino esta resposta contrária entre os 2 fertilizantes orgânicos, provavelmente, é devido que no esterco avícola deve haver maior concentração de nitrogênio acarretando maiores valores de RAF.

A R/PA não foi influenciada significativamente pelas doses de esterco bovino e avícola. Observou-se que a relação R/PA variou de 0,17 a 0,22 para plantas adubadas com esterco bovino e 0,19 a 0,23 para plantas adubadas com esterco avícola (Figuras 2 E e F). Assim, pode-se inferir que houve distribuição de biomassa seca da parte aérea para as raízes evidenciando maior capacidade de crescimento deste órgão para absorção de nutrientes e produção de biomassa.

O teor e rendimento de óleo essencial também variaram conforme a dosagem de esterco orgânico (Figura 3). Observou-se efeito significativo das dosagens destes compostos evidenciando que para o esterco bovino houve efeito linear das doses implicando que à medida que aumentam as doses elevam-se o teor e rendimento de óleo essencial. A incorporação de 1 kg m⁻² de esterco bovino

proporciona a elevação do teor de óleo em torno de 0,65% e o rendimento eleva-se em aproximadamente 0,14% (Figura 3A). Como a curva obtida para o esterco bovino foi linear, não foi possível determinar pelas dosagens utilizadas se existe ou não ponto de máxima produção de esterco que a partir dela ocorre decréscimo no teor de óleo. Neste estudo, 12 kg m⁻² proporcionaram melhor resposta em termos de teor e rendimento.

Para o esterco avícola houve efeito significativo das dosagens, porém obteve-se resposta quadrática, evidenciando que o máximo teor de óleo (0,83%) ocorreu com o cultivo de plantas na dosagem de 4,36 kg m⁻² de esterco e o maior rendimento de óleo essencial (0,28 g planta⁻¹) foi obtido em dosagem semelhante (4,39 kg m⁻²) de esterco avícola. A partir da dosagem média de 4,37 kg m⁻² tanto o teor quanto o rendimento de óleo tenderam a decrescer (Figura 3 B).

Pesquisas com *Justicia pectoralis* var. *stenophylla* evidenciaram que doses de esterco bovino causaram declínio no rendimento de óleo essencial (Bezerra, 2006), enquanto Scheffer (1998) e Carvalho (2005) não detectaram diferenças no rendimento de óleo essencial em função da adubação orgânica com esterco bovino nas espécies *Achillea millefolium* e *Ocimum gratissimum*, respectivamente. Martins et al. (1998) relataram que o estresse nutricional pode influenciar positiva ou negativamente no teor de fármacos, sendo que neste trabalho o decréscimo no teor e rendimento de óleo (efeito negativo) pode ser inferido a maior concentração de nutrientes no esterco de aves levando a possível estresse nas plantas. Por outro lado pode haver também efeito de diluição do óleo em função do aumento da biomassa. Oliveira Júnior et al. (2005), estudando o efeito da adubação com e sem calagem interagida com adubação orgânica e química, mostraram que o teor de óleo essencial de arnica (*Lychnophora pinaster*) decresceu com a elevação da disponibilidade de nutrientes para as plantas. Estes mesmos autores atribuíram a redução do teor de óleo em função da elevação das doses de fertilizantes devido ao efeito de diluição. Assim, a recomendação de adubos orgânicos visando teor e rendimento de óleo depende da fonte e da dosagem além de estar relacionada ao genótipo.

A análise do óleo essencial de orégano permitiu a identificação de 8 compostos químicos. Foi observado efeito negativo da adubação com esterco orgânicos sobre a produção de timol em relação ao tratamento testemunha (sem adubação), refletindo resposta fisiológica à variação ambiental desfavorável (deficiência nutricional). Se o objetivo do produtor for a extração de timol, os resultados mostram que a utilização da fertilização orgânica com esterco bovino ou avícola não é recomendável. Maia

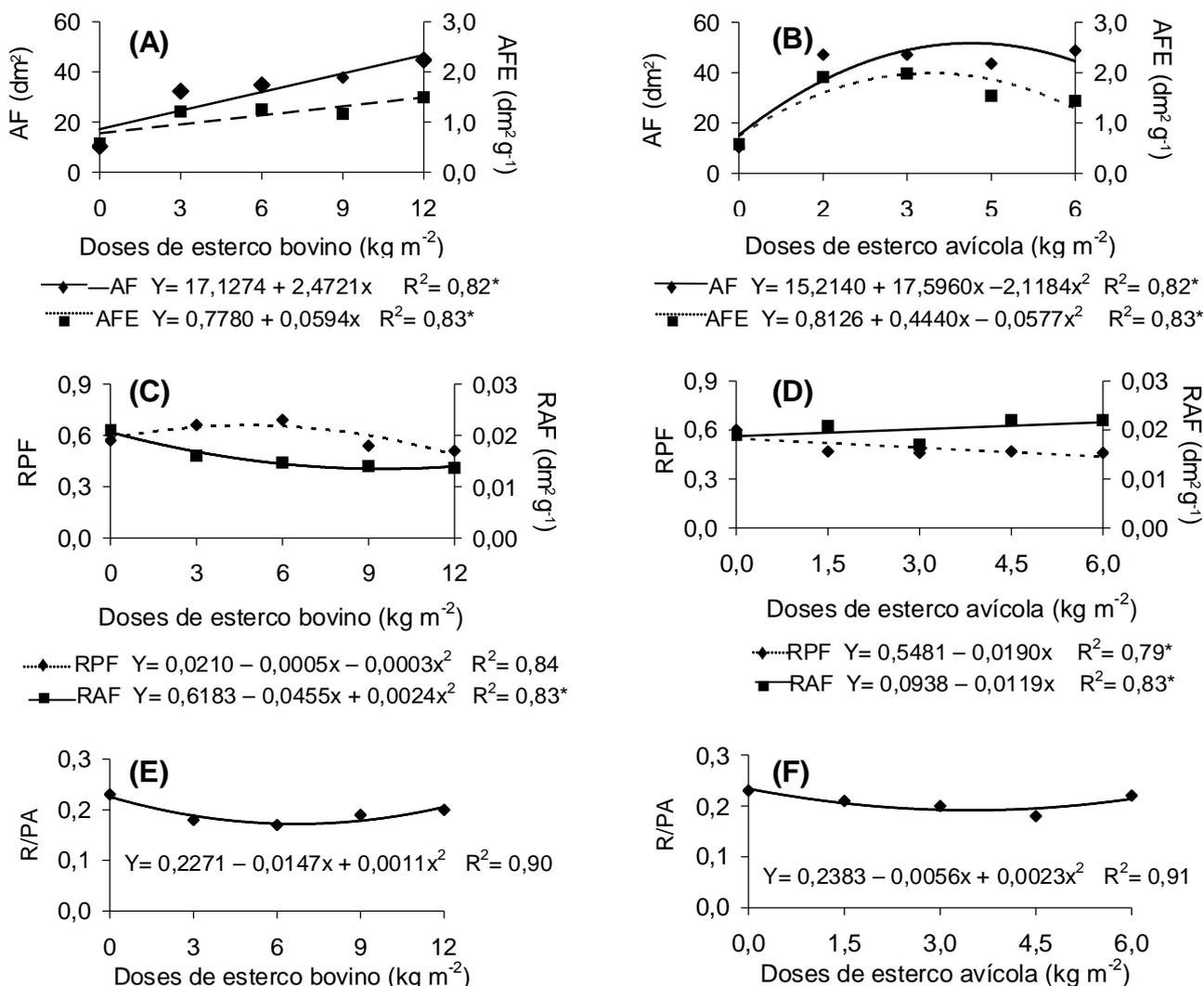


FIGURA 2. Área foliar (AF) e área foliar específica (AFE) (A e B), razão de peso foliar (RPF) e razão de área foliar (RAF) (C e D) e relação raiz/parte aérea (R/PA) (E e F) de plantas de *Origanum vulgare* em função de doses de esterco bovino e de aves. * Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

(1998) relata que a nutrição mineral da planta altera as proporções entre limoneno, mentona, mentol e metil acetato no óleo essencial de menta (*Mentha arvensis* L.). Este mesmo autor observou que a omissão de nitrogênio acarretou redução do teor de mentol. Em contrapartida, pesquisas de Silva et al. (2006), estudando as dosagens de 0, 5, 10, 20 e 30 % de esterco bovino no teor e composição química de *Baccharis trimera*, observaram que não houve efeito da presença e ausência de adubação nos compostos químicos carquejol e carquejila acetato. Evidencia-se, portanto, que a obtenção do composto orgânico de interesse está relacionada à espécie vegetal, adubação (tipo de adubo e níveis), além de outras variáveis ambientais que não foram estudadas neste trabalho como luz, temperatura, fotoperíodo e manejo fitotécnico.

Os compostos presentes no óleo essencial

de orégano são vários, como timol, sabineno, terpineol, cariofileno, carvacrol entre outros, evidenciando que os compostos identificados no presente trabalho estão de acordo com os relatados na literatura (Marino et al., 2001; Daferera et al., 2003; Baydar et al., 2004). A composição química de produtos de origem vegetal, tais como óleos essenciais e extratos, dependem de vários fatores de ordens climáticas, sazonais, geográficas, período de colheita (Baydar et al., 2004) e condições edáficas e nutricionais que influenciam significativamente na síntese dos diferentes compostos químicos dos óleos essenciais. Segundo D'Antuono (2000), a presença de 64 compostos foi atribuída como variação na composição química em função dos 12 acessos de orégano coletados na região do mediterrâneo, ou seja, as diferenças nas condições edáficas, climáticas e sazonais influenciaram a qualidade do óleo essencial.

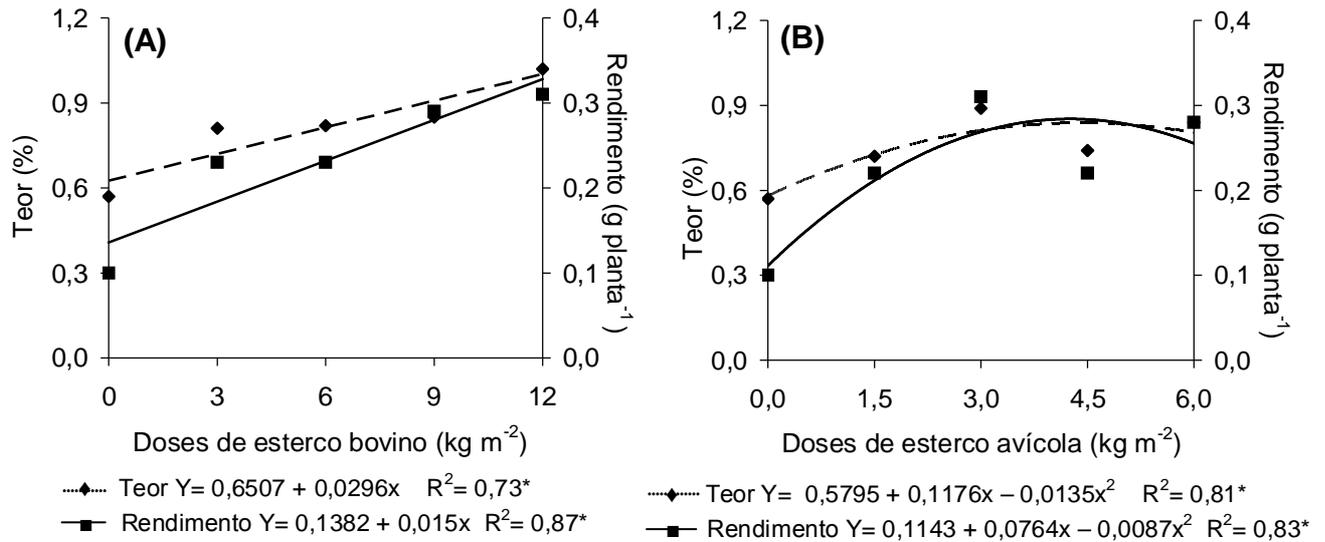


FIGURA 3. Teor e rendimento de óleo essencial extraído de tolas de plantas de orégano submetido a diferentes níveis de adubação de esterco bovino **(A)** e esterco de aves **(B)**. * Significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

TABELA 1. Composição química e porcentagem da área do pico dos componentes do óleo essencial de folhas de *Origanum vulgare* cultivado sob diferentes doses de esterco bovino e avícola.

Constituinte	IK*	% de área dos picos									
		Doses esterco gado (kg m ⁻²)					Doses esterco avícola (kg m ⁻²)				
		0	3	6	9	12	1,5	3	4,5	6	
Hidrato de <i>cis</i> -sabineno	1068	1,23	4,53	3,17	3,37	5,31	4,01	3,35	3,13	3,84	
Hidrato de <i>trans</i> -sabineno	1100	50,25	65,34	66,40	67,01	79,07	69,52	73,58	64,58	60,18	
Terpinen-4-ol	1179	5,62	8,40	6,02	6,91	5,98	6,95	5,28	6,07	7,08	
α-Terpineol	1194	3,87	3,31	2,56	3,83	-	2,07	2,12	3,00	3,48	
Acetato de linalila	1247	3,43	3,87	3,47	4,36	2,48	2,53	2,47	3,31	3,64	
Timol	1289	35,58	14,54	18,38	24,06	7,06	14,78	13,30	19,91	20,53	
α-Cariofileno	1480	-	-	-	0,79	-	-	-	-	-	
γ-Muuroleno	1494	-	-	-	1,49	-	-	-	-	1,24	

* Índice de retenção calculado através da série *n*-alcano em coluna capilar DB-5MS na ordem de eluição.

Conclui-se que a adubação orgânica com esterco bovino e aves influencia significativamente a biomassa seca de plantas de orégano, as variáveis de crescimento AF, AFE, RPF, RAF, R/PA, teor e rendimento de óleo essencial.

As dosagens de 12 kg m² de esterco bovino e 4,37 kg m² de esterco de aves proporcionam os maiores teores e rendimentos de óleo essencial de orégano.

Estão presentes oito compostos químicos no óleo essencial de *O. vulgare*, sendo o hidrato de

trans-sabineno e timol os compostos majoritários. Para a produção de hidrato de *trans*-sabineno recomenda-se a adubação das plantas com 12 kg m⁻² de esterco de gado ou 3 kg m⁻² de esterco de aves, enquanto que se o interesse for a produção de timol, deve-se evitar a aplicação de adubos orgânicos.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a FAPEMIG, CAPES e CNPq pela concessão de bolsas de estudo e apoio financeiro.

REFERÊNCIA

- ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas chromatography and mass spectroscopy**. Illinois: Allured Publishing Corporation, 1995. 245p.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BEZERRA, A.M.E. et al. Rendimento de biomassa, óleo essencial, teores de fósforo e potássio de cambá em resposta à adubação orgânica e mineral. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.124-9, 2006.
- BAYDAR, H. et al. Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. **Food Control**, v.15, n.2, p.169-72, 2004.
- BLANCO, M.C.S.G. Biomassa e mucilagem da tanchagem (*Plantago major* L.), em função das adubações orgânica, mineral e mista e da supressão das inflorescências, In: MING, L.C. (Ed.). **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu: UNESP, 1998. v.2, p.139-54.
- BOVI, M.L.A.; SPIERING, S.H.; BARBOSA, A.M.M. Densidade radicular de progênies de pupunheira em função de adubação NPK. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.3, p.186-93, 1999.
- CANTARELLA, J.; BOVI, M.L.A. Extração e reciclagem de nutrientes de plantas de pupunha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, **Anais...Viçosa: SBCS**, 1995. p.788-9.
- CASTRO, C.M. et al. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.40, n.5, p.495-502, 2005.
- CASTRO, L.O.; RAMOS, R.L.D. **Descrição botânica, cultivo e uso de *Origanum majorana* L., manjerona e de *Origanum vulgare* L., orégano (LAMIACEAE)**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2003. 15p. (Circular Técnica Nº 22).
- CARVALHO, C.M. et al. Rendimento da produção de óleo essencial de capim-santo submetido a diferentes tipos de adubação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.5, n.2, p.456-61, 2005.
- CHAVES, F.C.M. **Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.) em função da adubação orgânica e épocas de corte**. 2002. 153p. Tese (Doutorado - Área de Concentração em Produção Vegetal) - Departamento de Fitotecnia. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- CORRÊA, R.M. **Adubação orgânica, intensidade e qualidade de luz no crescimento de plantas, características anatômicas e composição química do óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.)**. 2008. 131p. Tese (Doutorado - Área de concentração em Fitotecnia) - Departamento de Agricultura - Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras.
- CRUZ, G.F. **Desenvolvimento de sistema de cultivo para hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.)**. 1999. 35p. Dissertação (Mestrado - Área de Concentração em Fitotecnia) - Departamento de Produção Vegetal - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- DAFERERA, J.D.; ZIOGAS, N.B.; POLISSIOU, G.M. GC-MS analysis of essential oils from some Greeks aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.48, p.2576-81, 2003.
- DAMATTO JUNIOR, E.R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C.J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.781-9, 2005.
- D'ANTUONO, L.F.; GALLETI, G.C.; BOCCHINI, P. Variability of essential oil content and composition of *Origanum vulgare* L. populations from a North Mediterranean Area (Liguria Region, Northern Italy). **Annals of Botany**, v.86, p.471-8, 2000.
- DECARLOS NETO, A. et al. Diagnóstico do estado nutricional de N em porta-enxertos de citrus utilizando-se dos teores de clorofila. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.531-6, 2002.
- FURTINI NETO, A.E.; TOKURA, A.M. **Fertilidade e adubação de plantas medicinais**. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, 2000. v.1, 81p.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. 2.ed. rev. atual. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária, 1985. v.1, cap.8, p.333-50.
- MAIA, N.B. **Produção e qualidade do óleo essencial de duas espécies de menta cultivadas em soluções nutritivas**. Piracicaba. 1998. 105p. Tese (Doutorado - Área de concentração em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MAIA, S.S.S. **Propagação, adubação orgânica e níveis de radiação nas características anatômicas e composição de óleo essencial em *Hypótis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae)**. 2006. 105 p. Tese (Doutorado - Área de concentração em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- MARINO, M.; BERSANI, C.; COMI, G. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae. **International Journal of Food Microbiology**, v.67, p.187-95, 2001.
- MARTINS, E.R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1998. 220p.
- MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil**. Fortaleza-CE: Imprensa Universitária, 2000. 346p.

- MING, L.C. Influência da adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleos essenciais de *Lippia alba*. **Horticultura Brasileira**, v.12, n.1, p.49-52, 1994.
- MING, L.C. Adubação orgânica no cultivo de *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. - Verbenaceae. In: MING, L.C. et al. **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu: UNESP, 1998. p.165-92.
- NASCIMENTO, J.T. et al. Rendimento de palmito de pupunheira em função da aplicação de esterco bovino e adubação química. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, p.19-21, 2005.
- OLIVEIRA, A.P. et al. Produção de coentro cultivado com esterco bovino e adubação mineral. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.3, p.346-52, 2002.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A.C. et al. Teor e rendimento de óleo essencial no peso fresco de arnica, em função de calagem e adubação. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.735-9, 2005.
- RODRIGUES, J.D. et al. Diferentes níveis de cálcio e o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. cv "Cook"). **Scientia Agrícola**, v.50, n.2, p.75-81, 1993.
- SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K. Características fisiológicas do feijoeiro em várzeas tropicais afetadas por doses e manejo de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.67-73, 2008.
- SANTOS, E.A.M.; PÊGO, K.P.; MARTINS, E.R. Efeitos da dose de adubo orgânico e de cobertura morta sobre o crescimento e produção de calêndula (*Calendula officinalis* L.) em Montes Claros - MG. SEMINÁRIO MINEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 7., Montes Claros. **Proceedings ...** Montes Claros, 2001. p.7.
- SANTOS JÚNIOR, J.D.G.; MONTEIRO, F.A.; LAVRES JÚNIOR, J. Análise de crescimento de capim-marandu submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, supl.2, p.23-26, 2004.
- SCHEFFER, M.C. Influência da adubação orgânica sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de *Achillea millefolium* L. - mil-folhas. In: MING, L.C. (Coord.), **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu: UNESP, 1998. v.1, p.1-22.
- SILVA, F.G. et al. Influence of manure and fertilizer on *Baccharis trimera* (Less.) DC. growth and essential oil yield. **Herbs, Spices & Medicinal Plants**, v.12, n1/2. p.24-30, 2006.
- SOUZA, L.A. et al. Composição química e rendimento do óleo essencial nas folhas de *Lippia alba* (Mill.) N. E. BR. Ex Britt & Wilson cultivada sob padrões inorgânicos e orgânicos. In: WORKSHOP DE PLANTAS MEDICINAIS DE BOTUCATU, 5., Botucatu. **Proceedings...** Botucatu, 2002.
- SOUZA, E.L. et al. Orégano (*Origanum vulgare* L., (Lamiaceae): uma especiaria como potencial fonte de compostos antimicrobianos. **Revista Higiene Alimentar**. v.19, n.132, p.40-5, 2005.
- TECCHIO, M.A. et al. Distribuição do sistema radicular do maracujazeiro-doce cultivado com adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.756-64, 2005.
- ZABOT, L. et al. Análise de crescimento da cultivar de feijão BR IPAGRO 44 guapo brilhante cultivada na safrinha em quatro densidades de semeadura em Santa Maria-RS. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.3, n.2, p.105-15, 2004.
- YAMADA, H.; KAMATA, H. Agricultural technological evaluation of organics farming and gardening I. Effects of organic farming on yields of vegetables and soil physical and chemical properties. **Bulletin of the Agricultural Research Institute of Kanagawa Prefecture**, v.130, p.1-13, 1989.