

Produção de biomassa e de óleo essencial de *Lippia origanoides* (Verbenaceae) em função de doses de adubação química e orgânica

Maria Aparecida Alves Sugai¹, Erica Rodrigues Moreira², Hélio Bandeira Barros¹, Susana Cristine Siebeneichler³, Fátima Regina Gonçalves Salimena³, Eduardo Andrea Lemus Erasmo⁴, Tarcísio Castro Alves de Barros Leal¹

¹Fundação Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, chácaras 69/72, 77402-970, Campus de Gurupi, Brasil

²Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira, Brasil

³Departamento de Botânica. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil

⁴Fundação Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas, Brasil

*Autor para correspondência: sugai@uft.edu.br

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho avaliar o crescimento de plantas de *Lippia origanoides* utilizando adubação química e orgânica para produção de biomassa e óleo essencial. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos e 10 repetições, sendo: T1: 40 kg N/ha; T2: 60 kg N/ha; T3: 120 kg de N/ha; T4: 60 kg N, P₂O₅ e K₂O/ha; T5: 3,1 t/ha de esterco bovino (EB); T6: 4,6 t/ha (EB); T7: 9,2 t/ha (EB); T8: Testemunha - sem adubação. Os adubos constituíram de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Avaliou-se o crescimento absoluto e diâmetro do caule a cada 30 dias; área foliar, massa seca da folha, massa seca do caule, massa seca da raiz, massa seca total, comprimento de raiz, teor de óleo essencial, macronutrientes e micronutrientes foliares aos 150 dias. A adubação com esterco bovino e adubação com NPK favoreceu o crescimento, diâmetro do caule, área foliar e massa seca total. A adubação com 4,6 t/ha de esterco bovino apresentou maior crescimento absoluto de *L. origanoides* aos 150 dias de cultivo. A maior produção de óleo essencial e acúmulo de teor de P e Zn nas folhas foi obtido na dose de 9,2 t/ha de esterco bovino. A adubação com NPK favoreceu o acúmulo de manganês nas folhas. Menor acúmulo dos teores de cálcio e potássio foi observado nos tratamentos adubados apenas com nitrogênio.

Palavras-chave: Plantas medicinais; esterco bovino; nutrição mineral.

ABSTRACT: Biomass production and essential oil of *Lippia origanoides* (Verbenaceae) due to chemical fertilizer levels and organic. The aim of this study was to evaluate the growth of plants of *Lippia origanoides* using organic fertilizer and chemical for the production of biomass and essential oil. The experimental design was completely randomized, with 8 treatments and 10 repetitions: T1: 40 kg N/ha; T2: 60 kg N/ha; T3: 120 N kg/ha; T4: 60 kg N, P₂O₅ and K₂O/ha; T5: 3,1 tons/ha of cattle manure (EB); T6: 4,6 tons/ha of cattle manure (EB); T7: 9,2 tons/ha of cattle manure (EB); T8: Control - without fertilizer. The fertilizer consisted of urea, superphosphate and potassium chloride. We evaluated the absolute growth and stem diameter every 30 days and leaf area, dry weight of leaf, dry mass of the stem, root dry mass, mass dry total, root length, essential oil content, macronutrients and foliar micronutrients to 150 days. The fertilization with manure and NPK fertilization favored growth, stem diameter, leaf area and total dry mass. The fertilization with 4.6 t/ha of manure showed the highest absolute growth of *L. origanoides* to 150 days of cultivation. Increased production of essential oil and P content and accumulation of Zn in the leaves was obtained at a dose of 9.2 t/ha of manure. The NPK fertilization favored manganese accumulation in the leaves. Less accumulation of calcium and potassium levels was observed in treatments fertilized only with nitrogen.

Keywords: Medicinal plants; cattle manure; mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

A procura por plantas medicinais no Brasil e no mundo vem crescendo devido à importância

de seus compostos químicos para fabricação de fármacos, cosméticos, perfumaria e, principalmente na medicina. A importância das plantas medicinais

para a química e a medicina moderna tem levado a estudos de seus campos específicos e assim, muitas substâncias ativas estão sendo conhecidas e introduzidas na terapêutica como medicamentos (Pereira e Cardoso 2012). Os fitoterápicos tendem a desempenhar funções cada vez mais importantes na assistência à saúde da população por apresentar efeitos positivos e preços acessíveis (David et al. 2004).

Lippia origanoides Kunth é uma espécie com ampla variação morfológica, incluindo 28 sinônimos com distribuição das Guianas até o norte da Argentina e Mesoamérica, resultando em uma vasta lista de nomes populares. No Brasil é conhecida popularmente como “Salva-de-marajó”, “Alecrim d’Angola” e “Orégano de Monte” (Oliveira et al. 2007; Vicuña et al. 2010; Stashenko et al. 2010). Essa espécie possui grande importância na região de Oriximiná no Pará, Norte do Brasil, utilizada pela população para o tratamento de dor de estômago, cólica de bebês, indigestão, diarreia, azia, náuseas, flatulências, problemas de garganta, antisséptico geral para boca, febre, inflamação uterina e assepsia de feridas em geral (Oliveira et al. 2007; Oliveira et al. 2014).

Os diferentes aromas encontrados nas espécies do gênero *Lippia* estão relacionados aos constituintes químicos (terpenos) predominantes nos óleos essenciais, misturas complexas de substâncias voláteis lipofílicas (Castro et al. 2004). Dessa forma, cada espécie apresenta um conjunto de substâncias “bouquet” característico, sendo que aquelas com maior proporção relativa no óleo definem o quimiotipo (Yamamoto 2006). Alguns fatores podem influenciar na qualidade e quantidade dos constituintes químicos do óleo essencial. Dentre esses fatores, o adubo é um dos responsáveis pela elevação da produtividade e qualidade dos produtos obtidos (Santos et al. 2012).

O conhecimento agrônomo sobre as plantas medicinais encontra-se em estágio inicial quando comparado às outras culturas, principalmente quanto à sua nutrição mineral, aspecto de elevada importância na obtenção do produto final (Serra et al. 2011). Adubos orgânicos e biofertilizantes podem propiciar importante crescimento para as plantas medicinais e aromáticas, aumentar a produção, a qualidade e a segurança para os seres humanos, animais e para o ambiente (Al-Fraihat et al. 2011). Ao estudar o efeito da adubação mineral na produção de biomassa em capim citronela, Seixas et al. (2013), verificaram que a maior dose de adubo mineral utilizada, em todas as variáveis estudada propiciou as maiores taxas de crescimento no período avaliado.

A maioria dos estudos com plantas medicinais no Brasil tem sido realizada com plantas exóticas e, quando se trata de plantas

nativas, estes trabalhos, além de escassos, têm sido pouco abrangentes (Tavares et al. 2012). Por outro lado, há poucas informações sobre adubação em plantas medicinais nativas, sobretudo aquelas recém-implantadas no sistema doméstico. Os adubos orgânicos e os minerais quando utilizados racionalmente podem favorecer o desempenho físico, químico e biológico das plantas medicinais, proporcionando maior produção de biomassa e principalmente os seus princípios ativos que é de grande interesse para a pesquisa. *L. origanoides* é uma espécie medicinal selvagem com poucos estudos relacionados ao seu crescimento e desenvolvimento.

Conhecer as exigências nutricionais dessa planta nativa é essencial para a sua produção em maior escala, suprimindo a demanda de matéria prima para o mercado interessado e consequentemente, contribuindo para a diminuição do processo extrativista e coletas indiscriminadas de plantas ainda existentes desta espécie na natureza. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da adubação orgânica e química em plantas de *L. origanoides*, considerando a produção de biomassa e teor de óleo essencial.

MATERIAL E MÉTODOS

Para esse estudo, foram realizadas coletas de material botânico de *L. origanoides* no Vilarejo Castelo, município de Gurupá (MA), localizado a 09°50'29" S e 45°56'01" W. O material testemunho foi depositado no Herbário da Universidade Federal do Tocantins (HTO), Campus de Porto Nacional e registrado na coleção sob o número 10713 e duplicata enviada ao Herbário da Universidade Federal de Juiz de Fora (CESJ) onde foi identificado por especialista no grupo.

A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi, situada a 11°44'46" S e 49°03'10" W, com altitude média de 277 m. Essa região possui duas estações bem definidas, sendo o período chuvoso no verão (outubro a março) e período seco no inverno (abril a setembro), cuja temperatura média anual de 2014 na região foi de 26,9 °C, sendo a máxima de 33,0 °C e a mínima de 20,9 °C, com umidade média anual de 73,7% e precipitação de 119,1.

As mudas de *L. origanoides* foram formadas a partir de estacas de plantas nativas, com 10 cm de comprimento, sem folhas em copos de plástico com capacidade para 0,2 dm³. As estacas apresentaram um diâmetro semelhante, e foram retiradas da porção inferior da planta. O substrato utilizado foi uma mistura de solo de mata nativa e esterco bovino curtido, na proporção de 3:1, respectivamente. As estacas foram mantidas em viveiro com sombrite

de 50%, distribuídos em bancadas com grades de arame suspenso e a irrigação mantida na capacidade de campo.

Aos 90 dias do plantio das estacas, as mudas foram transplantadas para vasos com capacidade para 8,0 dm³ de solo com adubação química e orgânica. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo e apresentou as seguintes características na análise química, realizado de acordo com a metodologia da Embrapa (1997) e Mendonça e Matos (2005): pH em água: 4,98; P e K em Mehlich (mg/dm³)= 2,47 e 15,03; Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³, H+Al (cmol_c/dm³)= 4,15; 1,4; 0,03 e 2,79; SB (cmol_c/dm³)= 5,59; V (%)= 66,7; m (%)= 0,53; CTC a pH 7 (T) (cmol_c/dm³)= 8,39; M.O. (dag/kg)= 3,77; N (dag/kg)= 0,28; Zn, Fe, Mn e B (mg/dm³)= 0,7; 36,0; 3,4 e 0,1, respectivamente. Os adubos orgânicos, por sua vez, também foram analisados gerando os seguintes valores para o esterco bovino: pH em água: 7,40; P e K em Mehlich (mg/dm³)= 2,87 e 11,84; Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³, H+Al (cmol_c/dm³)= 9,10; 10,5; 0,0 e 0,9 respectivamente; SB (cmol_c/dm³)=22,63; V (%)= 96,0; m (%)= 0,0; M.O. (dag/kg)= 12,2; N (dag/kg)= 1,32; Zn, Fe, Mn e B (mg/dm³)= 60,0; 80,0; 10,7 e 4,8, respectivamente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos e 10 repetições, contendo uma planta em cada vaso, totalizando 80 plantas de *L. origanoides*. Os tratamentos constaram da formação do substrato em vasos com diferentes doses de ureia (N), uma mistura de ureia com superfosfato simples e cloreto de potássio, e adubação orgânica (esterco bovino - EB), distribuídos das seguintes formas: T1: 40 kg de N/ha, equivalente 89 kg/ha de ureia; T2: 60 kg N/ha, equivalente 133 kg/ha de ureia; T3: 120 kg de N/ha, equivalente a 267 kg/ha de ureia; T4: 60 kg/ha de N, equivalente, 133 kg/ha de ureia, 353 kg/ha de superfosfato simples e 100 kg/ha de cloreto de potássio; T5: 3,1 toneladas/ha de esterco bovino (EB), equivalente a 40 kg/ha de N; T6: 4,6 toneladas/ha (EB), equivalente a 60 kg/ha de N; T7: 9,2 toneladas/ha (EB), equivalente a 120 kg/ha de N e T8: Testemunha (sem adubação).

Os adubos químicos utilizados foram ureia (45% de N), superfosfato simples (17% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60% de K₂O). A quantidade de esterco bovino utilizada foi calculada de acordo com a análise química, considerando as doses de 40, 60 e 120 kg/N ha. O solo foi irrigado uma vez ao dia para manter a umidade na capacidade de campo.

As plantas foram medidas com régua graduada a cada 30 dias, do colo até o meristema apical da haste principal. O crescimento absoluto em altura foi determinado a partir das médias coletadas durante 150 dias. Para o cálculo do diâmetro do caule foi utilizado paquímetro digital (mm), medindo

aos cinco centímetros da base do caule da planta. Após 150 dias do plantio, as plantas foram colhidas inteiras para avaliação das seguintes variáveis:

a) Área foliar: utilizou-se integrador de área foliar Modelo Licor 3100 Area Meter, com distribuição uniformizada de todas as folhas na prancha, sendo os valores expressos em centímetro quadrado (cm²).

b) Massa seca da parte aérea (folha e caule), raízes e massa seca total: as plantas foram colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçada, à temperatura de 36 °C por 72 h. Optou-se por uma temperatura mais baixa de secagem, a fim de manter a integridade do óleo essencial contido nas folhas da planta.

c) As raízes foram coletadas inteiras, lavadas e medidas com régua graduada, da base do caule até o meristema apical da maior raiz, e o valor expresso em centímetro (cm).

d) Para as análises dos teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (B, Fe, Mn e Zn) nas folhas, as repetições de cada tratamento foram homogeneizadas e trituradas em moinho de facas tipo Willy de acordo com Malavolta et al. (1997) e Miyazawa et al. (2009). Em seguida, três amostras de 0,5 g foram digeridas com ácido sulfúrico e diluídas em 50 ml de água destilada. Posteriormente, as alíquotas foram analisadas em aparelho de Absorção Atômica Agilent Technologies – Modelo 240FS e o N analisado em aparelho de Kjeldahl (Mendonça e Matos 2005).

e) A obtenção do óleo essencial foi realizada por meio da pesagem de quatro amostras de 50 g de folhas secas, as quais foram colocadas em balões de 1 litro com água destilada até cobertura total das folhas. As amostras foram submetidas ao processo de extração por hidrodestilação, utilizando-se aparelho de Clevenger tipo coluna, por 2 h. Após esse período, o óleo separado da água foi recolhido em tubos de ensaios, centrifugado e, com auxílio de pipetas de Pasteur de vidro, foi transferido para ampolas escuras, pesado e armazenado em geladeira.

O rendimento do óleo essencial foi quantificado por meio da pesagem do óleo em balança analítica. O teor de óleo essencial foi determinado mediante a quantidade de óleo obtido (g) pela quantidade de matéria seca (g) utilizado na extração, sendo os resultados transformados em porcentagem (%) de acordo com metodologia de Rocha et al. (2012).

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar (Ferreira 2011). Para o crescimento absoluto ajustou-se as equações das médias obtidas em função dos tratamentos com adubação química e orgânica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontram-se os resultados do crescimento absoluto de *L. origanoides* constituídos pelos ajustes quadráticos e significâncias de 1% e 5% de probabilidade. Os maiores valores de crescimento absoluto foram observados nos tratamentos adubados com esterco bovino (Figura 1 EFG) e no tratamento com adição de NPK (Figura 1 D), variando de 125,25% a 152,65% a mais, do que os tratamentos que receberam apenas adubação nitrogenada ou nenhum tipo de adubação. O maior crescimento absoluto de *L. origanoides* ocorreu no tratamento com 4,6 t/ha de esterco bovino aos 150 dias, sendo as médias com intervalo de variação de 29,82 a 23,70 centímetros no início e no final do período de cultivo, respectivamente (Figura 1 F).

O esterco bovino além de fornecer nitrogênio para *L. origanoides* também proporcionou o aporte de outros elementos, como P, K, Ca, Mg, Zn, B, Mn e Fe, influenciando no melhor crescimento das plantas.

No geral, as plantas adubadas apenas com nitrogênio apresentaram um crescimento semelhante à testemunha (Figura 1 A, B, C e H), porém o crescimento inicial e final foi significativamente menor nas doses de 60 e 120 kg/ha de N (Figuras 1 B e C).

Sodré et al. (2013) ao compararem adubo orgânico com mineral, verificaram que o esterco bovino propiciou diferença significativa na altura da espécie *Melissa officinalis* L. Al-Fraihat et al. (2011) observaram que a altura e o número de ramos de manjerona foram significativamente aumentados pela aplicação de adubos orgânicos e biofertilizantes. De acordo com Motta e Serrat (2006), os adubos orgânicos possuem formulações completas associadas a outros macronutrientes e micronutrientes, além do nitrogênio, fósforo e potássio.

A adubação com esterco bovino e a adubação com NPK (Tabela 1) foi significativamente superior, as quais apresentaram as maiores médias para os parâmetros diâmetro do caule, área foliar e massa seca total em relação a todos os tratamentos nitrogenados e a testemunha. Por outro lado, não houve diferenças significativas entre as doses de nitrogênio e a testemunha. Esses resultados sugerem uma correlação positiva do crescimento vegetativo com a produção de matéria seca total de *L. origanoides*, uma vez que os tratamentos adubados com esterco bovino e NPK apresentaram superioridade em relação aos tratamentos nitrogenados e com a testemunha.

Al-Fraihat et al. (2011) concluíram que a influência da adubação orgânica sobre o acúmulo de biomassa seca de plantas medicinais é atribuído

ao aumento na altura das plantas, número de ramos por planta e peso fresco da planta. Com o aumento da área foliar, a *L. origanoides* foi beneficiada pelo potencial fotossintético e, conseqüentemente aumento de carboidratos refletindo no potencial do seu crescimento.

O N e P também foram importantes para o desenvolvimento da calêndula, aumentando as produções de massas frescas e secas da parte aérea e de capítulos florais (Moreira et al. 2005). A menor disponibilidade de P no solo reduziu a produção de massa seca de todas as partes das plantas de *Physalis angulata* L. (Cruz et al. 2015).

Esse resultado sugeriu que altas doses de adubação nitrogenada podem influenciar na redução do crescimento e no diâmetro do caule de *L. origanoides*. Ciriello et al. (2014) observaram que a altura e o diâmetro do caule de guanandi apresentaram redução com doses acima de 33 mg/dm³ em solo corrigido, observando que, a cada 40 mg/dm³ de nitrogênio adicionada ocorreu uma redução no diâmetro do caule de 2,9 mm.

Maiores porcentagens de massa seca da folha (Tabela 1) foram observados nos tratamentos adubados com N e NPK, sendo significativamente superior aos tratamentos adubados com esterco bovino, porém, não diferenciaram da testemunha. Enquanto que, para massa seca do caule as maiores porcentagens foram observadas nos tratamentos com 40 kg/ha N, 60 kg/ha de N EB, 120 kg/ha de N EB e na testemunha.

Não houve diferenças significativas na porcentagem de massa seca de raiz entre os tratamentos avaliados e a testemunha. Por outro lado, menor comprimento da raiz foi observado no tratamento com 60 kg/ha de N de EB (Tabela 1), mostrando uma não correlação raiz: parte aérea em todos os tratamentos avaliados. Diferentes resultados foram obtidos por Corrêa et al. (2010), onde os esterco influenciaram significativamente na relação raiz: parte aérea de orégano.

Apesar de não ter observado diferenças entre os tratamentos para porcentagens de MSR e CR, houve uma relação do crescimento com a massa seca total de *L. origanoides*, mostrando que, além da adubação com esterco bovino e adubação com NPK, outros fatores fisiológicos podem influenciar no crescimento e alongamento das plantas, por exemplo, altas concentrações de auxinas. Taiz e Zeiger (2009) relatam que é provável que as raízes necessitem de concentração mínima de auxina para crescer, porém, o crescimento pode ser fortemente inibido por altas concentrações de auxina promotora de alongamento do caule e coleóptilos associado ao estímulo da síntese de etileno. Essa informação pode explicar o crescimento.

O teor de óleo essencial, com base na

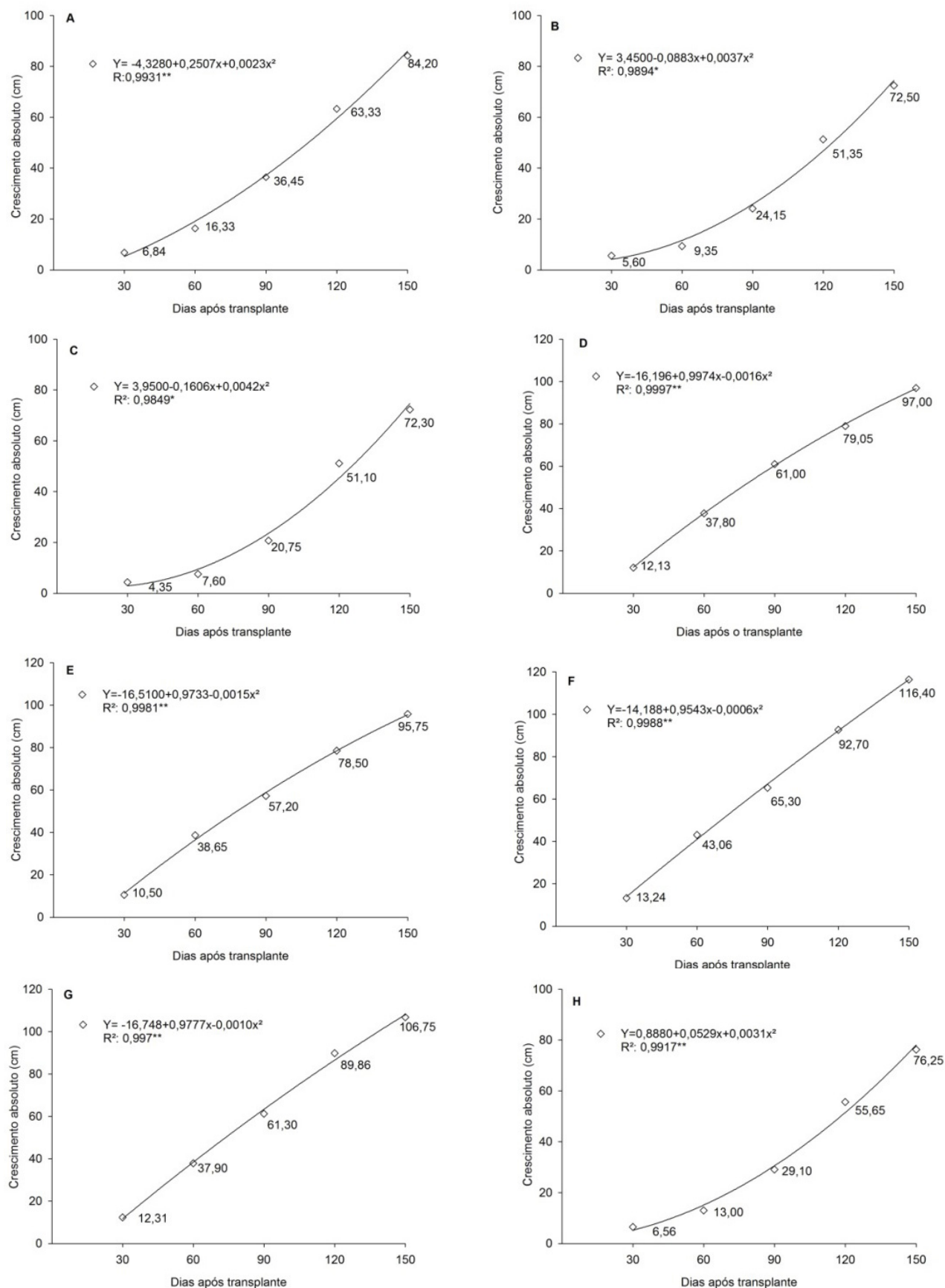


Figura 1. Crescimento absoluto em altura (cm) de *Lippia origanoides* avaliado a cada 30 dias em cultivo com adubação de 40 kg/ha de N (A); 60 kg/ha de N (B); 120 kg/ha de N (C); 60 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O (D); 3,1 t/ha de esterco – EB (E); 4,6 t/ha de EB (F); 9,2 t/ha de EB (G) e Testemunha - sem adubação (H).

TABELA 1 - Diâmetro do caule (DCA), área foliar (AF), massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), comprimento de raízes (CR) e óleo essencial (OE) de *Lippia origanoides* após 150 dias de cultivo em diferentes doses de adubo químico e orgânico.

TRAT	DCA	AF	MSF	MSC	MSR	MST	CR	OE
kg/ha	cm	cm ²		(%).....		g/kg	Cm	(%)
40 N	9,0 b	1412 b	35,2 a	43,1 a	21,6 a	50,9 b	52,0 a	1,2 b
60 N	8,2 b	1083, b	38,3 a	36,7 b	25,0 a	35,7 b	42,4 a	0,8 e
120 N	7,4 b	892 b	37,9 a	36,4 b	25,7 a	29,8 b	47,3 a	1,1 c
60 NPK	11,4 a	2260 a	32,8 a	36,8 b	30,5 a	96,4 a	50,1 a	1,0 c
40 EB	10,6 a	2229 a	27,7 b	39,3 b	33,1 a	98,9 a	44,4 a	0,9 d
60 EB	13,0 a	2300 a	26,2 b	45,4 a	28,4 a	117,1 a	28,8 b	0,7 e
120 EB	11,1 a	2400 a	26,9 b	45,3 a	27,8 a	92,7 a	45,7 a	1,4 a
Testemunha	9,2 b	1564 b	32,8 a	44,3 a	23,5 a	60,7 b	47,5 a	1,1 c
CV (%)	19,94	30,88	21,20	22,62	37,36	25,61	31,22	7,77

- Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade. Nitrogênio (N), Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK), Esterco bovino (EB) e testemunha (sem adubação). *Dados transformados – SQRT (Y).

massa seca, apresentou médias com grande variação dentro dos tratamentos, porém o tratamento que recebeu maior dose de adubo orgânico (120 kg/ha N de EB) foi significativamente maior com 1,44%, em relação aos demais tratamentos, sendo 53,4% maior quando comparado com o tratamento de 60 kg/ha de N EB, que apresentou a menor percentagem (0,77%) de óleo essencial (Tabela 1). Por outro lado, dentre os tratamentos com esterco bovino, a dose de 120 kg/ha apresentou menor peso de massa seca total, e isso pode ter favorecido o aumento do teor de óleo essencial, tendo em vista que, o aumento da massa seca pode causar um efeito de diluição, e consequentemente menor quantidade de óleo essencial.

Brant et al. (2010) verificaram que o maior teor de óleo essencial (1,07%) encontrado em *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton, atualmente *Aloysia citriodora* Palau (O'Leary et al. 2016), conhecida como "Cidrão", foi obtido com 9 kg/m² de esterco bovino, sendo esse valor diminuído para 0,61% quando aumentou-se a dose para 12 kg/m². No entanto, Corrêa et al. (2010) evidenciaram que, para o esterco bovino houve efeito linear das doses, sendo que aumentando as doses elevaram-se também o teor e o rendimento de óleo essencial de orégano. O mesmo autor relata que a incorporação de 1 kg/m² de esterco bovino proporciona a elevação do teor de óleo em torno de 0,65% e o rendimento eleva-se aproximadamente em 0,14%. Entretanto, vários outros fatores, além da nutrição, podem

influenciar na produção, no teor e na composição química dos óleos essenciais.

Pesquisa realizada por Souza et al. (2011) mostrou que a colheita em diferentes horários ao longo do dia influenciou na produção de óleo essencial de *Cordia verbenácea* A.DC., sendo o maior teor obtido às 18 h em orientação geográfica norte e sul. No presente trabalho não foi adotado padrões quanto aos horários de colheita, nesse sentido, as diferenças ocorridas nas porcentagens do óleo essencial de *L. origanoides* podem ter sofrido interferências do horário, uma vez que as mesmas foram colhidas em diferentes períodos ao longo do dia.

Santos e Innecco (2003) em erva cidreira (*L. alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson), concluíram que o rendimento de óleo essencial foi numericamente maior na estação seca do que na chuvosa. Os mesmos autores relataram que os fatores ambientais atuam diretamente em processos primários, como fotossíntese e respiração, e podem influenciar indiretamente a produção de metabólitos secundários, cuja síntese depende de produtos do metabolismo primário.

A adubação com esterco bovino e adubo químico não influenciaram nos teores de N nas folhas entre os tratamentos (Tabela 2). Essa é uma espécie de hábito caducifolia e apresentou grande perda de folhas ao longo dos 150 dias de cultivo em todos os tratamentos, nesse sentido, parte do N contido na parte aérea da planta pode ter sido

perdida pela queda das folhas.

Valores superiores foram encontrados por Moreira et al. (2005) em plantas de calêndula, nos quais os teores de N na parte aérea aumentaram quase linearmente, indicando que a adição de maiores doses de N implicou em maior absorção do elemento pelas plantas. Cunha et al. (2012) observaram que o teor de N na parte aérea de capim-limão aumentou no período seco e chuvoso de acordo com o aumento das doses de adubo orgânico.

A concentração de fósforo (P) nas folhas de *L. origanoides* foi maior com adubação de esterco bovino (120 kg/ha N), apresentando diferenças significativas quando comparados aos demais tratamentos, indicando que o esterco nessa concentração proporcionou maior incremento na parte aérea da planta (Tabela 2). Segundo Sousa et al. (2004), os teores de P na solução dos solos do cerrado geralmente são baixos, porém uma das opções para ampliar a reciclagem e a eficiência de uso do P pelas plantas é aumentando o teor de matéria orgânica no solo.

De acordo com Kiehl (1985), o esterco bovino é bom fornecedor de nutrientes para as plantas, com rápida disponibilidade de P e K, enquanto que o N fica na dependência da facilidade de degradação dos compostos de origem. Segundo Xu et al. (2002) e Viana e Kiehl (2010), o metabolismo do N nas plantas requer adequadas quantidades de K no citoplasma, sendo importante para a produção de aminoácidos e consequentemente a produtividade das culturas.

Já a presença do K foi maior na testemunha diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 2). Segundo Vilela et al. (2004), na maioria das vezes, as respostas das culturas à adubação potássica não têm sido expressiva quanto à fosfatada, mas o produtividade pode aumentar através da correção da acidez, diminuir a deficiência de outros nutrientes e manutenção da adubação potássica. Vieira et al. (2011), observaram que maiores doses de N e P aumentaram os teores de K na massa seca de guavira (*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O.Berg), porém as espécies podem apresentar respostas diferenciadas quanto à sua nutrição.

As plantas cultivadas com esterco bovino, NPK e a testemunha apresentaram maiores teores de Ca, sendo significativamente superiores às plantas cultivadas apenas com N (Tabela 2). Por outro, o teor de Mg nas folhas apresentou grandes variações entre os tratamentos, sendo que as maiores concentrações observadas foram nos tratamentos que receberam doses esterco bovino (60 e 120 kg/ha de N), seguido das doses de adubo químico (40 e 120 kg/ha). Cunha et al. (2012) ao pesquisarem adubo orgânico no desenvolvimento de capim-limão verificaram que o Mg foi um dos elementos que apresentou menores acúmulos nas folhas.

O teor de Zn nas folhas de *L. origanoides* foi superior nas plantas que receberam esterco bovino (120 kg/ha de N), proporcionando um aumento 238,22%, quando comparado com a menor dose (40 kg/ha) de esterco bovino, sendo significativamente

TABELA 2 - Teores de macronutrientes na massa seca da parte aérea de *Lippia origanoides* após 150 dias de cultivo em diferentes doses de adubo químico e orgânico.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
kg/ha	g/kg	mg/kg			
40 N	12,60 a	1507 d	9,3 c	16,4 b	2,76 a
60 N	14,47 a	1455 d	9,1 c	15,7 b	2,59 b
120 N	14,93 a	1426 d	9,0 c	14,7 b	2,87 a
60 NPK	14,00 a	1667 b	10,2 b	26,2 a	2,07 c
40 EB	15,40 a	1517 d	10,0 b	27,1 a	2,54 b
60 EB	14,00 a	1459 d	10,0 b	25,1 a	2,97 a
120 EB	12,60 a	2352 a	10,5 b	23,5 a	3,30 a
Testemunha	13,07 a	1572 c	11,5 a	23,5 a	2,50 b
CV (%)	8,05	3,27	4,54	8,18	8,65

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade. Nitrogênio (N), Nitrogênio, Fósforo e Potássio (N, P e K), Esterco bovino (EB) e testemunha (sem adubação).

TABELA 3 - Teores de micronutrientes na massa seca da parte aérea de *Lippia origanoides* após 150 dias de cultivo em diferentes doses de adubo químico e orgânico.

Tratamentos kg/ha	Zn	B	Mn	Fe
	mg/kg.....			
40 N	144,2 b	61,3 a	72,4 e	240,0 a
60 N	132,6 b	58,0 a	114,4 c	252,0 a
120 N	96,4 c	57,4 a	153,0 b	213,0 b
60 NPK	123,2 b	58,2 a	170,3 a	247,0 a
40 EB	86,5 c	57,2 a	63,2 f	209,4 b
60 EB	99,4 c	56,4 a	83,0 d	278,1 a
120 EB	206,1 a	56,1 a	42,1 g	222,2 b
Testemunha	135,6 b	55,0 b	49,3 g	212,2 b
CV (%)	13,01	2,68	4,74	8,73

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade. Nitrogênio (N), Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK), Esterco bovino (EB) e testemunha (sem adubação).

maiores aos demais tratamentos, inclusive a testemunha (Tabela 3).

Os teores de B apresentaram diferenças significativamente dos tratamentos em relação à testemunha. Por outro lado, o teor de Mn foi significativamente maior nas plantas adubadas com NPK, com aumento de 404,32% em relação à maior dose de esterco bovino (120 kg/ha de N). Doses de até 60 kg/ha de N na forma de esterco bovino ou adubação química favoreceram as concentrações de Fe nas folhas de *L. origanoides* (Tabela 3).

Assim como N, o P e K também são elementos complementares no crescimento vegetal, sendo importante na absorção de água do solo, na fotossíntese e na difusão dos nutrientes dentro da planta, o qual pode justificar o diferencial observado no tratamento com NPK e esterco bovino que são enriquecidos de elementos suplementares, quando comparados àqueles com apenas adubação nitrogenada. Enquanto que, o esterco bovino através dos microrganismos associados à matéria orgânica também exerce importante função biológica na degradação dos compostos orgânicos, proporcionando constante dinâmica no solo, de forma a liberar vários nutrientes para as plantas, mantendo-as nutridas.

Durante esse estudo foi observado visualmente que a *L. origanoides* apresentou características de crescimento típico de caducifolia ao longo do período vegetativo, fator que pode também ter influenciado no processo fotossintético e acúmulo de macro e micronutrientes, uma vez que ao perder as folhas, os elementos nutricionais

também são perdidos. Nesse sentido, essa espécie por não ser domesticada é passiva da continuidade de investigações, não somente de suas exigências nutricionais, mas também estudos envolvendo o melhoramento genético que possa aumentar o potencial do uso da adubação e, consequentemente aumentar o sucesso da produção de matéria prima para o mercado interessado.

CONCLUSÃO

A adubação com esterco bovino e NPK favoreceu o crescimento, diâmetro do caule, diâmetro de copa, área foliar e biomassa total; a adubação com 4,6 t/ha de esterco bovino, equivalente a 60 kg/ha de N apresentou maior crescimento absoluto aos 150 dias de cultivo.

Maior produção de óleo essencial e acúmulo de teor de P e Zn nas folhas foi obtido com 9,2 t/ha de esterco bovino, equivalente a 120 kg/ha de N.

A adubação com NPK acumulou maior teor de manganês nas folhas de *L. origanoides* e menor acúmulo dos teores de cálcio e potássio nos tratamentos adubados apenas com nitrogênio.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram que não há conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

Al-Fraihat AH, Al-Dalain SYA, Al-Rawashdeh ZB, Abu-Darwish MS, Al-Tabbal JA (2011). Effect of organic

- and biofertilizers on growth, herb yield and volatile oil of marjoram plant grown in Ajloun region, Jordan. *J Med Plants Res* 13:2822-2833. <https://doi.org/10.5897/JMPR.9000490>
- Brant RS, Pinto JEBP, Bertolucci SKV, Albuquerque CJB (2010). Produção de biomassa e teor do óleo essencial de cidrão em função da adubação orgânica. *Horticult Bras* 28:111-114. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000100021>
- Castro HG de, Ferreira FA, Silva DJH da, Mosquim PR (2004). Contribuição ao estudo das plantas medicinais: Metabólitos secundários. 2. ed. Visconde do Rio Branco, Viçosa: Editora Independente. 113p.
- Ciriello V, Guerrini IA, Backes C (2014). Doses de nitrogênio no crescimento inicial e nutrição de plantas de guanandi. *Cerne* 20:653-660. <https://doi.org/10.1590/01047760201420041445>
- Corrêa RM, Pinto JEBP, Reis ES, Costa LCB, Alves PB, Niculan ES, Brant RS (2010). Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. *Rev Bras Plantas Med* 12:80-89. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722010000100012>
- Cruz JL, Souza Filho LFS, Pelacani CR (2015). Influência da adubação fosfatada sobre o crescimento do camapu (*Physalis angulata* L.). *Rev Bras Plantas Med* 17:360-366. https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_060
- Cunha E de S, Martins D da S, Carvalho GJA de, Espindola JAA (2012). Adubação orgânica e teores de nutrientes no capim-limão. *Rev Biol* 9:1-5. <https://doi.org/10.7594/revbio.09.01.01>
- David JP de L, Nascimento JAP, David JM (2004). Produtos fitoterápicos: uma perspectiva de negócio para a indústria, um campo pouco explorado pelos farmacêuticos. *Infarma* 16(9-10):71-76, Brasília - DF. Disponível em: <http://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=308&path%5B%5D=297>. Acesso em 14 de Fev de 2022.
- Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (1997). Manual de métodos de análise de solo, 2. ed. Rio de Janeiro. 212p.
- Ferreira DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Review Ciênc Agrotec* 35:1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Kiehl EJ (1985). Fertilizantes orgânicos. Piracicaba. Editora Agronômica Ceres. 492p.
- Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba. Potafos. 319p.
- Mendonça ES, Matos ES (2005). Matéria orgânica do solo: métodos de análises. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, MG. 107p.
- Miyazawa M, Pavan MA, Muraoka T, Carmo CAFS do, Melo WJ de (2009). Análise química de tecido vegetal. In: Silva, FC da. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Revista e ampliada. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica. 191-233.
- Moreira PA, Marchetti ME, Vieira MC, Novelino JO, Gonçalves MC, Robaina AD (2005). Desenvolvimento vegetativo e teor foliar de macronutrientes da calêndula (*Calendula officinalis* L.) adubada com nitrogênio e fósforo. *Rev Bras Plantas Med* 8:18-23. Disponível em: https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMedicinais/artigo5_v8_n1.pdf. Acesso em 10 de Fev de 2022.
- Motta, ACV, Serrat, B.M. Princípios de adubação. In: Lima MR, Sirtoli AE et al. Diagnóstico e recomendação de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos. 1. ed. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006, p.143-190.
- O'Leary N, Lu-Irving P, Moroni P, Siedo S (2016). Taxonomic revision of *Aloysia* (Verbenaceae, Lantaneae) in South America. *Ann Missouri Bot Gard* 101:568-609. <https://doi.org/10.3417/2013015>.
- Oliveira DR, Leitão GG, Fernandes PD, Leitão SG (2014). Ethnopharmacological studies of *Lippia organoides*. *Rev Bras Farmacogn* 24:206-214. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2014.03.001>
- Oliveira DR, Leitão GG, Bizzo HR, Lopes D, Alviano DS, Alviano CS, Leitão SG (2007). Chemical and antimicrobial analyses of essential oil of *Lippia organoides* H.B.K. *Food Chem* 101:236-240. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.022>
- Pereira RJ, Cardoso M das G (2012). Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. *J Biotec Biodivers* 3(4):146-152. Disponível em: <https://www.todafruta.com.br/wp-content/uploads/2016/09/Metab%C3%B3litos-secund%C3%A1rios-ARTIGO.pdf>. Acesso em 11 de Fev de 2022.
- Rocha HCR, Alvarenga CD, Giustolin TA, Brant RS, Souza MDC, Sarmento HGS, Barbosa MG (2012). Crescimento, produção de fitomassa e teor de óleo essencial de folhas de capim citronela (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) em cultivo consorciado com algodoeiro colorido no semiárido mineiro. *Rev Bras Plantas Med* 14:183-187. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000500010>
- Santos RF, Isobe MTC, Lalla JG, Haber LL, Marques MOM, Ming LC (2012). Composição química e produtividade dos principais componentes do óleo essencial de *Baccharis dracunculifolia* DC. em função da adubação orgânica. *Rev Bras Plantas Med* 14:224-234. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000500017>
- Santos MRA dos, Innecco R (2003). Influência de períodos de secagem de folhas no óleo essencial de erva-cidreira (*quimiotipo limoneno-carvona*). *Rev Ciênc Agro*, 34(1):5-11. Disponível em: https://scholar.google.com.br/citations?view_op=list_works&hl=pt-BR&hl=pt-BR&user=Sb6kcYcAAAAJ. Acesso em 12 de Fev de 2022.
- Seixas PTL, Castro HG de, Cardoso DP, Chagas Júnior AF, Nascimento IR do, Barbosa LC de A (2013). Efeito da adubação mineral na produção de biomassa e no teor e composição do óleo essencial do capim-citronela. *Biosci J* 29(4):852-858. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15050>. Acesso em 12 de fev 2022.
- Serra AP, Marchetti ME, Vieira MC, Silva MAG, Rosa Junior EJ, Nascimento JM, Guedes EMS (2011). Produção de biomassa e absorção de N e P pela *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen em função de doses de N e P em condições de casa de vegetação. *Rev Bras Plantas Med* 13(3):265-270. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/mxKHX9C9NNzf8Y3rT5RYGBK/L/?format=pdf&lang=pt> Acesso em 12 de Fev de 2022.

- Sodré ACB, Haber LL, Luz JM Q, Marques M, Rodrigues CR. (2013). Adubação orgânica e mineral em melissa. *Hortic Bras* 31:147-152. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000100023>
- Sousa DMG de, Lobato E, Rein TA (2004). Adubação com fósforo. In: Sousa DMG, Lobato E. *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 147-67.
- Souza MF de, Manganotti AS, Souza PNS, Meira MR, Matos CC, Martins ER (2011). Influência do horário de coleta, orientação geográfica e dossel na produção de óleo essencial de *Cordia verbenacea* DC. *Biotemas* 24:9-14. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2011v24n1p9>
- Stashenko EE, Martínez JR, Ruiz CA, Arias G, Durán C, Salgar W, Cala M (2010). *Lippia organoides* chemotype differentiation based on essential oil GC-MS and principal component analysis. *J Sep Sci* 33:93-103. <https://doi.org/10.1002/jssc.200900452>
- Taiz L, Zeiger E (2009). *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 819 p.
- Tavares IB, Momnté VG, Barreto HG, Castro HG de, Santos GR dos, Nascimento IR do (2012). Tipos de estacas e diferentes substratos na propagação vegetativa da erva cidreira (quimiotipos I, II e III). *Biosci J* 28(2):206-13. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11328#:~:text=https%3A//seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11328>. Acesso em: 12 de Fev de 2022.
- Viana EM, Kiehl J de C (2010). Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. *Bragantia* 69(4):975-82. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/gtxzJgV7rBhDFHhDVMk7Bwk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 12 de Fev de 2022.
- Vicuña GC, Stashenko EE, Fuentes JL (2010). Chemical Composition of the *Lippia organoides* essential oils and their antigenotoxicity against bleomycin-induced DNA damage. *Fitoterapia* 81:343-349. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2009.10.008>
- Vieira MC, Perez VB, Zárete NAH, Santos MC, Pelloso IAO, Pessoa SM (2011). Nitrogênio e fósforo no desenvolvimento inicial da guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] cultivada em vasos. *Rev Bras Plantas Med* 13:542-549. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000500007>
- Vilela L, Sousa DMG de, Silva JE da S (2004). Adubação potássica. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004, p. 169-82.
- Xu G, Wolf S, Kafkafi U (2002). Ammonium on potassium interaction in sweet pepper. *J Plant Nutr* 25:719-734. <https://doi.org/10.1081/PLN-120002954>
- Yamamoto PY (2006). Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. 78p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal), Instituto Agronômico-IAC, Campinas, SP, Brasil.