

Influência de Elementos Meteorológicos no
Rendimento e na Composição Química do
Óleo Essencial de *Lippia origanoides* Kunth
Cultivada no Cerrado no Distrito Federal



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
379**

Influência de Elementos Meteorológicos no
Rendimento e na Composição Química do
Óleo Essencial de *Lippia organoides* Kunth
Cultivada no Cerrado no Distrito Federal

*Araci Molnar Alonso
Alexandra Duarte de Oliveira
Juaci Vitória Malaquias
Dijalma Barbosa da Silva
Roberto Fontes Vieira
Humberto Ribeiro Bizzo*

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente
no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
embrapa.br/cerrados
embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Unidade

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretária-executiva
Alessandra Duarte de Oliveira

Secretária
Alessandra S. G. Faleiro

Membros
Alessandra Silva Gelape Faleiro; Alexandre Specht; Edson Eyji Sano; Fábio Gelape Faleiro; Gustavo José Braga; Jussara Flores de Oliveira Arbues; Kleberston Worsley Souza; Maria Madalena Rinaldi; Shirley da Luz Soares Araujo

Colaboração técnica
Ismael da Silva Gomes
(*Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia*)

Supervisão editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Revisão de texto
Margit Bergener L. Guimarães
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Leila Sandra Gomes Alencar

Fotos da capa
Araci Molnar Alonso

1ª edição
1ª impressão (2021): tiragem 30 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

-
- 143 Influência de elementos meteorológicos no rendimento e na composição química do óleo essencial de *Lippia organoides* Kunth cultivada no Cerrado no Distrito Federal / Araci Molnar Alonso... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2021.

26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X, 379).

1. Alecrim-pimenta. 2. Planta medicinal. 3. Radiação solar. I. Alonso, Araci Molnar. II. Embrapa Cerrados. III. Série.

CDD (21 ed.) 581.634

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	15
Conclusões.....	22
Agradecimentos.....	23
Referências	23

Influência de Elementos Meteorológicos no Rendimento e na Composição Química do Óleo Essencial de *Lippia origanoides* Kunth Cultivada no Cerrado no Distrito Federal

Araci Molnar Alonso¹; Aleksandra Duarte de Oliveira²; Juaci Vitória Malaquias³; Dijalma Barbosa da Silva⁴; Roberto Fontes Vieira⁵; Humberto Ribeiro Bizzo⁶

Resumo – O objetivo foi avaliar a influência de elementos meteorológicos no rendimento e na composição química do óleo essencial de *Lippia origanoides* cultivada em diferentes épocas no Cerrado no Distrito Federal. O experimento foi conduzido em vasos, a céu aberto e irrigado. As épocas de corte foram: outono/maio/2013, inverno/agosto/2013 e verão/fevereiro/2014, correspondendo a três tratamentos. Os valores dos elementos meteorológicos foram registrados às 10 horas na data do corte. O óleo essencial (OE) foi extraído por hidrodestilação em aparelho Clevenger, e a identificação dos seus constituintes químicos ocorreu por Cromatografia Gasosa (CG-DIC e CG-EM). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 tratamentos x 5 repetições. O rendimento de OE foi maior no outono (3,14%) e inverno (3,21%), quando a temperatura (T) e radiação solar (RS) são menores, e menor no verão (2,45%), período de maior intensidade de RS. Foram identificados 43 compostos, com o timol majoritário (71,45% a 75,11%) e de maior rendimento no inverno. Houve correlação negativa entre o rendimento do OE e a RS ($R = -0,929$; $p\text{-valor} = 5,8 \times 10^{-7}$). Há influência de época de coleta sobre o rendimento de OE, composição química e teor de timol de *L. origanoides* nas condições do Cerrado, em Planaltina, DF.

Termos para indexação: alecrim-pimenta; timol; sazonalidade; planta medicinal; radiação solar.

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

² Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

³ Estatístico, mestre em Ciência de Materiais (modelagem e simulação computacional), analista da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

⁴ Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Horticultura, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

⁶ Químico Industrial, doutor em Química Orgânica, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio

Influence of Meteorological Elements on the Yield and Chemical Composition of the Essential Oil of *Lippia organoides* Kunth Grown in the Cerrado in the Federal District

Abstract – The objective was to evaluate the influence of meteorological elements on yield and chemical composition of essential oil of *Lippia organoides* cultivated in different seasons in the Cerrado. The experiment was conducted in pots, in the open and using irrigation. The harvest seasons were the periods: fall (may 2013), winter (august 2013), summer (february 2014) corresponding to the three treatments. Meteorological elements were registered at 10 AM on the harvesting days. The essential oil (EO) was extracted by hydrodistillation in the Clevenger apparatus and the identification of its chemical constituents occurred by Gas Chromatography (CG-DIC and CG-EM). The experimental design was completely randomized with three treatments and five replicates. The yield of EO was higher in autumn (3.14%) and winter (3.21%) when the temperature (T) and solar radiation (SR) were lower, and was lower in the summer (2.45%), a period higher intensity of SR. 43 compounds were identified, thymol was the main one (71.45% to 75.11%) with a higher yield in the winter. There was a negative correlation between EO yield and SR ($R = -0.929$; $p\text{-value} = 5.8 \times 10^{-7}$). The harvest season has influence on yield of EO, chemical composition and the thymol content of *L. organoides* in the Cerrado, Planaltina, Federal District.

Index terms: "alecrim pepper"; thymol; seasonality; medicinal plant; solar radiation.

Introdução

O alecrim-pimenta (*Lippia origanoides* Kunth, Verbenaceae) é um arbusto silvestre, perene, que pode atingir até 3 m de altura (Martins et al., 2000) e possui mais de 20 sinonímias, entre elas *L. glandulosa*, *L. microphylla* e *L. soides* (Flora do Brasil 2020..., 2020). Também é conhecido popularmente por alecrim-da-chapada, alecrim-de-tabuleiro, alecrim-bravo, alecrim-do-nordeste e estrepa-cavalo (Lorenzi; Matos, 2008).

Frequentemente é encontrado no Brasil (no Cerrado e na Caatinga), Guiana, Paraguai, Venezuela, Norte da Argentina, Costa Rica e México e ocorre em solos rochosos e em altitudes de 160 m a 1.800 m (O' Leary et al., 2012). Nos domínios fitogeográficos, *L. origanoides* tem distribuição na Amazônia, na Caatinga, no Cerrado e na Mata Atlântica e nos tipos de vegetação: Caatinga (stricto sensu), Campo Rupestre, Carrasco, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial) e Savana Amazônica (Flora do Brasil 2020..., 2020).

Como planta aromática, o alecrim-pimenta é uma espécie rica em óleos essenciais, os quais são definidos como o produto obtido a partir de matérias-primas vegetais pelas técnicas de arraste a vapor, destilação a seco ou, para o caso específico de frutos cítricos, de processos mecânicos sobre o epicarpo (prensagem), após a separação da fase aquosa por processos físicos (ISO, 2013). São produtos compostos principalmente por terpenoides e arilpropanoides com diferentes funções químicas, como álcoois, cetonas, éteres, ésteres, aldeídos, fenóis e substâncias sulfuradas. Entre alguns dos principais constituintes do óleo essencial do alecrim-pimenta estão o timol e o carvacrol (Lorenzi; Matos, 2008), monoterpênicos fenólicos (Gomes et al. 2011), os quais são armazenados em tricomas glandulares presentes nas folhas e flores (Tozin et al., 2015).

Na espécie, há cinco quimiotipos (plantas morfologicamente similares e de composição química diferente quanto aos metabólicos secundários) identificados com base nos principais compostos majoritários: tipo A: p-cimeno, (*E*)-cariofileno, α -car e β -felandreno, limoneno, α -humuleno e 1,8-cineol, com aroma cítrico (Stashenko et al., 2010); tipo B: carvacrol, aroma de orégano (Stashenko et al., 2010); tipo C: timol, aroma de orégano (Rojas et al., 2006; Stashenko et al., 2010); tipo D: 1,8-cineol, aroma de cânfora (Silva et al., 2009); e tipo E: (*E*)-metil cinamato e (*E*)-nerolidol, aroma mesclado de canela, morango e madeira (Ribeiro et al., 2014).

A parte usada da planta são as folhas secas ou frescas. O preparo pode ser na forma de infusão e tintura (Martins et al., 2000). Na medicina popular brasileira, a infusão das folhas da planta é usada para tratar infecções de garganta, pele, cárie dentária, micoses, mau cheiro nos pés e axilas (Lorenzi; Matos, 2008). A planta é indicada para doenças respiratórias, desordens gástricas, febre e inflamações uterinas (Oliveira et al., 2014). É de uso relevante nas áreas de farmácia, medicina, odontologia e saúde pública (Matos; Oliveira, 1998), na Medicina Veterinária e Aquicultura (Soares; Tavares-Dias, 2013) e na gastronomia mexicana substitui o orégano comum (*Origanum vulgare* L.) (Oliveira et al., 2007).

Tanto o óleo essencial (OE) quanto seus dois componentes majoritários, timol e carvacrol, possuem propriedades antioxidante, anti-inflamatória, bactericida e fungicida (Gomes et al., 2011; Sarrazin et al., 2015a). Em alguns estudos, o OE e o timol apresentaram 100% de mortalidade sobre larvas de *Aedes aegypti* (Carvalho et al., 2003) e ação fungicida sobre *Candida* sp. (Brito et al., 2015). Nanocápsulas de timol são promissoras como repelente (Moraes, 2015) e o timol como fungicida componente de tintas (Bogdan et al., 2015). O óleo essencial também apresenta ação antígeno-tóxica, com o timol e o carvacrol os principais protetores contra danos no DNA (Vicunã et al., 2010). Sarrazin et al. (2015b) demonstraram viabilidade técnica na microencapsulação dos constituintes voláteis por *spray drying* na manutenção do potencial antimicrobiano, como base para o desenvolvimento de bioproduto derivado do OE do alecrim-pimenta para preservar a qualidade de alimentos, entre outros usos.

Em plantas aromáticas, alterações nos compostos majoritários de OEs causadas por fatores genéticos, técnicos (coleta, estabilização e armazenamento), bióticos e/ou abióticos podem influenciar diretamente a sua qualidade (Gobbo-Neto; Lopes, 2007; Morais, 2009). Fatores climáticos (intensidade de radiação solar, temperatura, umidade, precipitação e fotoperíodo) podem determinar a época ideal de colheita ou o local de cultivo onde poderá render maior quantidade de OE como também do princípio ativo desejado (Paulus et al., 2013). Nesse contexto, para espécies do gênero *Lippia*, Barros et al. (2009) constataram variações qualitativas e quantitativas no OE de *L. alba* obtido no período médio de cada estação do ano, e Melo et al. (2011) registraram maior rendimento de OE nas folhas de *L. organoides* colhidas às 10 horas. Já em estudos com populações silvestres de *L. organoides*, Tozin et

al. (2015) relataram que a composição química dos óleos essenciais variou entre indivíduos de diferentes ambientes (Cerrado *stricto sensu* e Campo cerrado) e entre indivíduos da mesma população. Na Colômbia, Arango-Bedoya et al. (2012) constataram rendimento de OE maior em altitudes mais elevadas (3,28%; altitude: 1,1 mil metro a 1,2 mil metro) e concentração de timol maior na estação seca (80%) em relação à chuvosa (65%), também em populações silvestres de *L. origanoides*.

Diante das necessidades de pesquisa para obtenção de matéria-prima de qualidade, além do alecrim-pimenta estar na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS), a espécie também tem forte demanda regional para o Sistema Único de Saúde. Há 30 anos, ela consta do elenco de plantas aromáticas e medicinais do Programa de Fitoterapia da Secretaria de Saúde do Distrito Federal (Núcleo de Farmácia Viva). Somente em 2018, essa Farmácia Viva produziu e distribuiu 25 mil unidades de fitoterápicos para 21 Unidades Básicas de Saúde. Entre eles está o gel de alecrim-pimenta com eficácia no tratamento de doenças da pele causadas por fungos e bactérias, com destaque para o composto fenólico timol (Distrito Federal, 2019). Também há empresas na região que investem na linha de óleos essenciais como a Haje Insumos Orgânicos, com interesse em obter clones de aromáticas adaptados à região. Para atender a essas demandas, é necessário a obtenção de uma matéria-prima que possa garantir e promover segurança, eficácia e qualidade, e sobretudo que haja orientações técnicas para o segmento agrícola de um clone de alecrim-pimenta produtivo e em condições de atender a demandas sociais, econômicas e ambientais.

É importante enfatizar que em estudos com aromáticas é necessário conhecer o comportamento da espécie com relação aos efeitos climáticos da região, aos tratos culturais e aos fatores bióticos que são responsáveis pelo desenvolvimento da planta antes do início do cultivo em escala comercial (Blank et al., 2005). Isso ainda não ocorreu para o alecrim-pimenta no que diz respeito à influência desses fatores sobre o rendimento e o teor de OE em uma região que tem sido apontada como promissora para o seu cultivo

Considerando a importância do óleo essencial do alecrim-pimenta e as demandas relacionadas à obtenção de matéria-prima com qualidade, este trabalho tem por objetivo avaliar a influência de elementos meteorológicos no rendimento e na composição química do óleo essencial de *Lippia origanoides* Kunth em diferentes épocas no Cerrado no Distrito Federal.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados (15°35'30" S e 47°42'30" W, altitude: 1030 m), em Planaltina, Distrito Federal. O clima da região é estacional e corresponde ao tipo Aw-tropical chuvoso, segundo Köppen. No período de 1974 a 2013, Planaltina apresentou uma precipitação pluviométrica média anual de 1.346 mm e temperatura do ar variando entre 16,5 °C a 27,7 °C e umidade relativa do ar entre 37,6% a 97,7% (Silva et al., 2014).

As mudas de *L. organoides* foram produzidas em bandejas, e formadas a partir de estacas herbáceas de ponteiros de plantas matrizes na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Figura 1). Após enraizamento, foram levadas para o Viveiro de Produção de Mudanças da Embrapa Cerrados e aclimatadas por cerca de 30 dias, para em seguida serem transplantadas para embalagens plásticas de 1 L de volume, com substrato à base de terra, areia e esterco bovino, na proporção de 1:1:1, permanecendo por aproximadamente 45 dias sob irrigação antes do plantio em vasos.



Fotos: Dijalma Barbosa da Silva

Figura 1. Mudanças de *Lippia organoides* em viveiro na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia: bandeja com mudanças de estacas de ponteiro em crescimento com cerca de 30 dias (A); aspecto da muda enraizada (B).

Em setembro de 2012, as mudanças foram podadas na região apical numa altura a 30 cm a partir do colo da planta a fim de padronizar como também de estimular a brotação lateral. Logo em seguida, foram transplantadas para

vasos de plástico preto (~70 L), com uma camada, no fundo, de argila expandida, e com substrato até a altura de 3 cm da borda. Cada vaso recebeu uma muda plantada na posição central. O substrato para os vasos foi inicialmente preparado pela mistura de turfa, terra, areia lavada e esterco curtido de gado, na proporção de 2:1:1:1, respectivamente. Posteriormente, para cada 60 L dessa mistura, foram adicionados os componentes: vermiculita (20 L), calcário calcítico (250 g), osmocote (200 g), superfosfato simples (1,0 kg) e Yoorin Master (100 g). A turfa+terra+areia+esterco e os componentes, nas quantidades acima apontadas, foram misturados em betoneira de 350 L de capacidade, em número de vezes necessário para atingir o volume para preencher os 77 vasos. A análise deste substrato foi realizada pelo Laboratório de Química Analítica de Solos da Embrapa Cerrados cujo resultado está apresentado na Tabela 1. Os métodos utilizados na análise química foram: Titulometria (Al-trocável e H+Al-Acidez Titulável); Absorção Atômica (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn e Zn); Fotômetro de Chama (K); Walkley & Black (Matéria Orgânica); pH em água e Mehlich1-Espectrofotometria para P.

Tabela 1. Resultado da análise química do substrato utilizado nos vasos com alecrim-pimenta.

Al - trocável me/100 cc	Ca me/100 cc	Cu mg/L	Fe mg/L	H+Al - Acidez Titulável me/100 cc	K mg/L	Matéria Orgânica (MO) %	Mg me/100 cc	Mn mg/L
0,072	5,500	1,200	26,000	4,471	400,000	2,887	3,333	28,000

pH	P mg/L	Zn mg/L	CTC(total) (Ca+Mg+ (K/391)+(H+Al))	CTC(efetiva) (Ca+Mg+ (K/391)+Al)	SB (Ca+Mg+(K/391))	V% (100 x SB/CTC (total))
6,930	660,710	30,000	14,327	9,928	9,856	68,796

Os 77 vasos foram distribuídos em sete linhas com 11 unidades cada uma, distanciados entre si, na linha, por 1,0 m, e, nas entrelinhas, por 1,50 m. A bordadura constou dos vasos localizados no perímetro dessa área retangular; a área útil para amostragem foi de 45 vasos. O critério para amostragem foi o vaso central cercado por quatro vasos em formato de cruz (Figura 2), com as plantas desses cinco vasos no mesmo padrão de crescimento vegetativo.

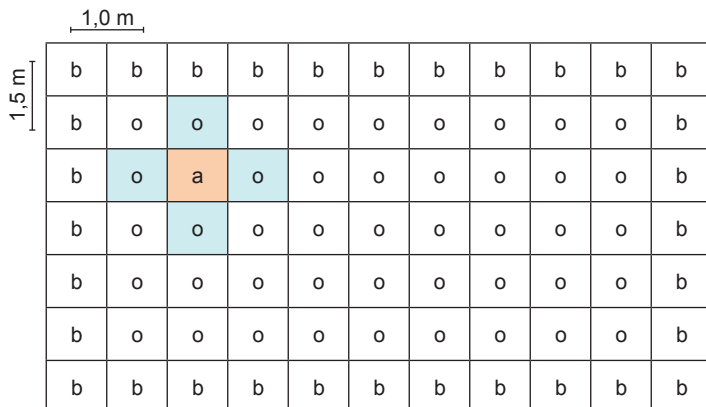
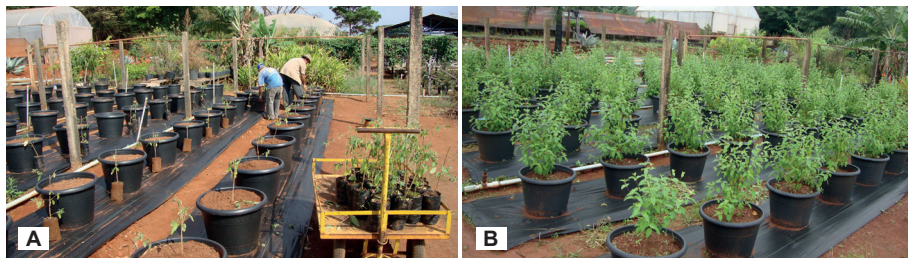


Figura 2. Esquema representativo da distribuição dos 77 vasos com alecrim-pimenta: letra a – amostra coletada; letra o – área útil; letra b – bordadura.

O experimento foi conduzido a céu aberto e em área irrigada por aspersão, acionada somente na ausência de chuvas. O controle do mato no vaso foi pela retirada manual, no solo ocorreu pelo uso de tela preta de rafia distribuída nas 7 linhas, e, nos espaços abertos entre as linhas, pela capina (Figura 3).



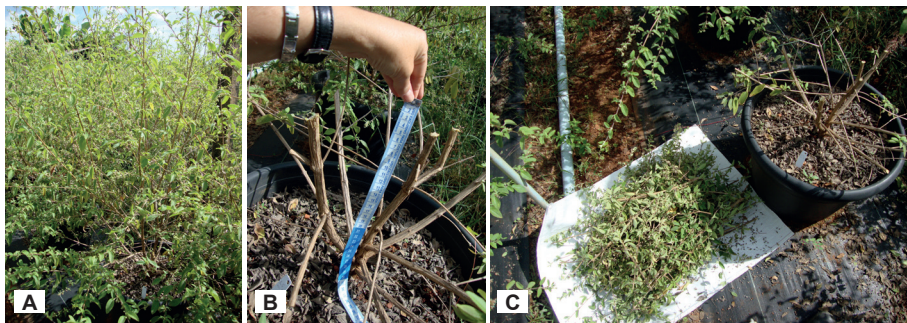
Fotos: Araci Molnar Alonzo

Figura 3. Área do experimento de *Lippia organoides*: plantio em 25 de setembro de 2012 (A); desenvolvimento vegetativo em 28 de novembro de 2012 (B).

A coleta do material vegetal foi planejada para acontecer nas quatro estações do ano, em meados de cada uma delas (1^a/outono-maio/2013; 2^a/inverno-agosto/2013; 3^a/primavera-novembro/2013; 4^a/verão-fevereiro/2014), correspondendo aos quatro tratamentos, e o vaso central (cercado por quatro vasos em cruz) foi considerado uma repetição. A coleta foi feita no período da manhã entre 9h e 11h e em um único dia para cada tratamento, sempre na primeira quinzena do segundo mês da estação do ano.

A condição ambiental adotada para a coleta da planta foi a ausência de chuva e de irrigação no mínimo três dias antes da data do corte. A terceira coleta (primavera-novembro/2013) não foi realizada, pois houve precipitação praticamente todos os dias do período.

A amostra correspondeu à parte aérea (galhos, folhas e flores) cortada num raio a partir de 30 cm do colo da planta, somente do vaso central, dentro da área útil de forma aleatória (Figura 4).



Fotos: Araci Molnar Alonso

Figura 4. Corte da parte aérea de *Lippia origanoides*: planta antes do corte (A); planta após o corte a partir de 30 cm do colo (B); ramos coletados (C).

Após o corte e pesagem da massa verde de cada repetição, o material foi imediatamente levado para secagem em estufa com circulação de ar, a 38 °C e por 48 horas. Logo em seguida, foi retirada uma amostra da massa seca, somente de folhas e flores, de aproximadamente 80 g, em média, de cada uma das cinco repetições para obtenção do óleo essencial (OE) e de seu rendimento. O OE foi extraído por hidrodestilação em aparelho Clevenger modificado em balões de 2 L por 3 horas, posteriormente tratado com Na_2SO_4 , pesado e armazenado ao abrigo de umidade e luz e mantido sob refrigeração a +5 °C. O rendimento do óleo essencial de cada amostra foi calculado pela relação entre a massa de óleo essencial e a massa de material vegetal seco, pelo uso da fórmula: $R = (\text{MOE} \times 100) / \text{MSFF}$, em que R = rendimento de óleo essencial (%), MOE = massa do óleo essencial (g) e MSFF = massa seca de folhas e flores (g).

As análises da composição química dos óleos essenciais obtidos foram realizadas em um cromatógrafo Agilent 7890A equipado com um detector de ionização por chama, utilizando uma coluna capilar de sílica fundida HP-5 MS

(5%-fenil-95%-metilsilicone, 30 m de comprimento X 0,25 mm de diâmetro interno X 0,25 μm de espessura do filme). Utilizou-se hidrogênio como gás de arraste com fluxo de 1,0 mL/min. As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas em 250 °C e 280 °C, respectivamente. A temperatura do forno variou de 60 °C a 240 °C por minuto, a uma taxa de 3 °C por minuto. As amostras de óleo essencial foram diluídas em diclorometano (1% V/V), e injetou-se 1,0 μL de cada no modo com divisão de fluxo (1:20). Para a quantificação utilizou-se normalização de área (área %). Os espectros de massas foram obtidos em um sistema Agilent 5973N acoplado a um cromatógrafo Agilent 6890, empregando a mesma coluna cromatográfica, nas mesmas condições acima, exceto o gás de arraste, tendo-se utilizado hélio (1,0 mL por minuto). Utilizou-se ionização eletrônica a 70eV. A fonte de ionização foi mantida a 220 °C, o analisador (quadropolo) a 150 °C e a linha de transferência a 260 °C. A taxa de aquisição de dados foi de 3,15 varreduras/s (scans/s), na faixa de 40 Da a 500 Da. Os índices de retenção lineares foram calculados a partir dos tempos de retenção dos componentes dos óleos essenciais e aqueles de uma série homóloga de n-alcenos injetados na mesma coluna e com as mesmas condições de análise acima (Van Den Dool; Kratz, 1963). Para a identificação dos componentes dos óleos, seus espectros de massas foram comparados com dados da espectroteca Wiley 6th edition e também por verificação de seus índices de retenção linear com dados da literatura (Adams, 2007). Um componente foi considerado identificado quando tanto o espectro de massas quanto o índice de retenção foram compatíveis com valores publicados.

Para a análise do rendimento e da composição do OE, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com três tratamentos x cinco repetições (três épocas x cinco plantas).

Os valores médios do rendimento do OE e seus constituintes foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com nível de probabilidade de 5%. Esses valores foram correlacionados com os valores pontuais da temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação solar e analisados pela correlação linear de Pearson ao nível de 5% de probabilidade.

A temperatura do ar (T), a umidade relativa do ar (U) e a radiação solar (RS) para o período foram registradas pela Estação Principal da Embrapa Cerrados. Na análise estatística, foram considerados os dados meteorológicos medidos às 10 horas.

Resultados e Discussão

Rendimento e composição química do óleo essencial e radiação solar nas três épocas

O rendimento de OE de *L. origanoides* variou com os maiores teores no outono (3,1,4%) e no inverno (3,21%) em relação ao verão (2,45%) para as condições locais do experimento (Figura 5 e Tabela 2). Esses rendimentos variaram em função da disponibilidade energética no horário da coleta (radiação solar pontual às 10h) e da variação da radiação solar máxima e mínima mensal medida para o período.

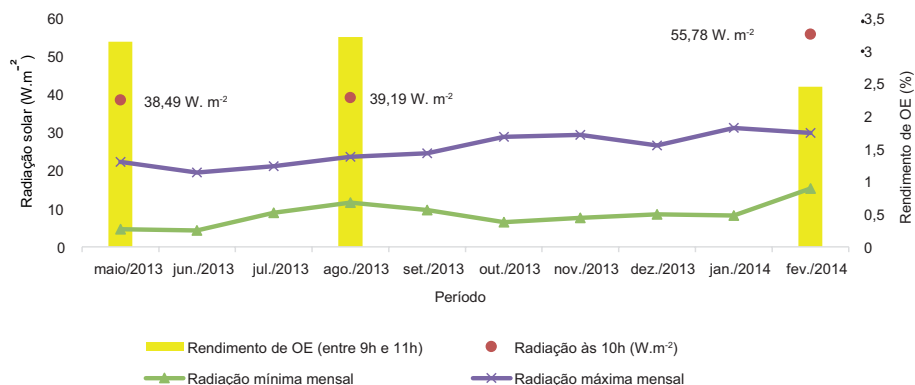


Figura 5. Rendimento de OE de *Lippia origanoides* no outono, inverno e verão, radiação solar pontual ($W.m^{-2}$) na data e horário médio do corte e variação da radiação solar global máxima e mínima mensal ($W.m^{-2}$).

A radiação solar global apresentou os valores de $38,5 W.m^{-2}$ (outono) e $39,2 W.m^{-2}$ (inverno) para a estação seca, e de $55,8 W.m^{-2}$ (verão) para a estação chuvosa. Foi exatamente nesse intervalo de tempo, às 10 horas, que o alecrim-pimenta expressou rendimento de OE de 3,14% (outono), 3,21% (inverno) e 2,45% (verão). Os valores de radiação solar global (mínima e máxima, expressas em $MJ.m^{-2}.d^{-1}$, cuja relação é de $1 MJ.M^{-2}.d^{-1} = 11,6 W.m^{-2}$) nas três épocas foram: outono/maio/2013 (mínima: 4,60; máxima: 22,30); inverno/agosto/2013 (mínima: 11,60; máxima: 23,60); verão/fevereiro/2014 (mínima: 15,30; máxima: 29,90). Observa-se que o rendimento de OE sofreu influência da radiação solar do período, com os rendimentos maiores associados aos menores valores de radiação solar.

Tabela 2. Média e desvio-padrão dos valores do rendimento e da composição química do óleo essencial de *Lippia organoides* Kunth em três épocas, no Cerrado, Planaltina, Distrito Federal.

Composto identificado no OE	IRL ⁽¹⁾	Época do corte		
		% relativo dos constituintes químicos ⁽²⁾		
		Outono 10/5/2013	Inverno 12/8/2013	Verão 6/2/2014
α-tujeno	925	0,37 (0,13) a	0,27 (0,07) a	0,26 (0,14) a
α-pineno	932	0,30 (0,09) a	0,18 (0,05) b	0,23 (0,15) a
sabineno	971	-	0,02 (0,04) a	0,02 (0,04) a
β-pineno	976	0,16 (0,04) a	0,08 (0,07) b	0,13 (0,07) ab
3-octanona	980	-	-	0,02 (0,04)
mircenol	990	0,49 (0,17) a	0,21 (0,12) b	0,36 (0,16) a
3-octanol	992	-	-	0,03 (0,07)
δ-3-careno	1010	-	0,07 (0,16) a	0,02 (0,04) a
α-terpineno	1016	0,30 (0,07) a	0,32 (0,07) a	0,24 (0,13) a
n.i. ⁽³⁾	1017	0,10 (0,07) a	0,13 (0,07) a	0,09 (0,08) a
p-cimeno	1024	5,36 (1,14) a	3,99 (0,55) b	4,34 (1,93) a
limoneno	1027	0,65 (0,15) a	0,60 (0,12) a	0,56 (0,21) a
1,8-cineol	1029	1,58 (0,26) a	1,32 (0,23) a	1,44 (0,79) a
(Z)-β-ocimeno	1036	0,12 (0,11) a	0,04 (0,09) a	0,13 (0,14) a
(E)-β-ocimeno	1046	-	-	0,02 (0,04)
γ-terpineno	1056	1,19 (0,28) b	1,89 (0,2) a	0,99 (0,58) b
n.i.	1067	0,02 (0,05) a	0,03 (0,06) a	0,03 (0,06) a
n.i.	1093	0,03 (0,07) a	0,03 (0,06) a	0,05 (0,08) a
ipsdienol	1148	0,35 (0,09) a	0,12 (0,17) a	0,27 (0,16) a
umbelulona	1172	0,11 (0,19) a	0,03 (0,06) a	0,09 (0,05) a
terpinen-4-ol	1177	0,36 (0,23) a	0,30 (0,05) a	0,38 (0,12) a
α-terpineol	1192	0,28 (0,09) a	0,37 (0,39) a	0,25 (0,06) a
timol metil éter	1234	1,11 (0,24) a	0,90 (0,51) a	0,92 (0,32) a
timol	1310	71,88 (2,02) b	75,11 (2,06) a	71,45 (6,85) b
carvacrol	1316	2,97 (0,6) a	3,76 (0,98) a	2,61 (0,47) a
α-copaeno	1371	0,09 (0,09) a	0,05 (0,07) a	0,10 (0,09) a
(E)-cariofileno	1414	6,64 (0,72) a	5,00 (0,08) b	7,96 (1,56) a
γ-elemeno	1422	0,06 (0,08) a	-	0,08 (0,08) a
β-copaeno	1423	0,06 (0,08) a	-	0,07 (0,07) a
aromadendreno	1433	0,54 (0,04) a	0,35 (0,07) b	0,61 (0,11) a

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Composto identificado no OE	IRL ⁽¹⁾	Época do corte		
		% relativo dos constituintes químicos ⁽²⁾		
		Outono 10/5/2013	Inverno 12/8/2013	Verão 6/2/2014
n.i.	1437	-	-	0,02 (0,04)
α -humuleno	1447	0,37 (0,05) a	0,28 (0,02) b	0,41 (0,07) a
<i>allo</i> -aromadendreno	1454	0,16 (0,1) a	0,10 (0,09) a	0,15 (0,09) a
γ -muuroleno	1471	0,26 (0,04) a	0,13 (0,12) b	0,27 (0,03) a
germacreno D	1475	0,21 (0,2) b	0,46 (0,05) a	0,30 (0,1) b
<i>cis</i> - β -guaiano	1490	0,42 (0,06) a	0,21 (0,12) b	0,38 (0,05) a
biciclogermacreno	1490	0,19 (0,15) a	0,37 (0,06) a	0,37 (0,15) a
γ -amorfo	1500	-	-	0,11 (0,16)
γ -cadineno	1508	0,22 (0,04) a	0,08 (0,11) b	0,22 (0,03) a
<i>d</i> -cadineno	1518	0,53 (0,07) a	0,47 (0,08) a	0,54 (0,07) a
n.i.	1574	0,41 (0,07) b	0,63 (0,07) a	0,56 (0,13) a
óxido de cariofileno	1575	1,76 (0,11) b	1,79 (0,07) b	2,43 (0,47) a
n.i.	1577	0,82 (1,04) a	0,36 (0,06) b	0,50 (0,06) a
Rendimento do OE (%)	-	3,14 (0,19) a	3,21 (0,09) a	2,45 (0,14) b
Total de compostos identificados	-	36	36	43

⁽¹⁾ IRL = índice de retenção linear ; ⁽²⁾ Média (Desvio padrão); ⁽³⁾ n.i. = composto não identificado; letras iguais indicam que o óleo essencial (OE) e o constituinte químico não diferem entre as épocas, segundo o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (p -valor < 0,05).

Pela Tabela 2, observa-se que no verão que também é a estação chuvosa houve aumento significativo da intensidade de radiação solar, com rendimento de 2,45% praticamente 24% menor quando comparado ao maior rendimento (3,21%) obtido na estação seca. Resultados semelhantes foram alcançados por Arango-Bedoya et al. (2012) na Colômbia, em populações naturais, com maior rendimento na estação seca (3,62%) e menor rendimento na chuvosa (2,95%) e em altitudes mais elevadas (1,1 mil metro a 1,2 mil metro), quando comparado aos locais de altitudes mais baixas (740 m a 990 m), com rendimento de OE também maior na estação seca (2,60%) e menor na estação chuvosa (2,52%).

Apesar das semelhanças entre os valores para o rendimento de OE, épocas e altitudes entre os locais na Colômbia e em Planaltina, é necessário considerar diferenças como origem e procedência da planta (populações

naturais ou silvestres, coleções em hortos e clones), bem como diferenças genéticas, fatores bióticos e abióticos e interações, visto que os estudos na Colômbia indicaram que a altitude exerce efeitos sobre os parâmetros de produção do OE, porém em populações silvestres.

Já em outros trabalhos, o alecrim-pimenta não apresentou diferenças entre as estações seca e chuvosa (1,1% de rendimento de OE), a 1.630 m de altitude na Venezuela (Rojas et al., 2006) e em Santarém, Pará, na faixa de 1,3% a 2,3%, a 52 m acima do nível do mar (Sarrazin et al., 2015c). Ou seja, percebe-se uma grande variação entre valores de rendimento de OE que podem estar relacionados a genética, a condições bióticas e abióticas locais, a fatores que podem interferir nos princípios ativos de plantas (Morais, 2009; Gobbo-Neto; Lopes, 2007), o que sugere que o alecrim-pimenta tem respondido de forma diferenciada às condições ambientais, seja em ambiente natural ou cultivado, para a expressão do rendimento de OE.

Nas condições do experimento, foram encontrados 43 componentes no OE, com quatro majoritários, entre eles o timol como principal (valor médio: 72,8%), seguido pelo (*E*)-cariofileno (6,5%), p-cimeno (4,7%) e carvacrol (3,2%). O acesso avaliado de *L. origanoides* pertence ao quimiotipo timol (tipo C), tanto pelo aroma de orégano (Stachenko et al., 2010), quanto pelo teor elevado de timol (~73%), enquanto em outros trabalhos o mesmo quimiotipo chegou a valores médios de 62% e 80%, em Rojas et al. (2006) e Arango-Bedoya et al. (2012), respectivamente. Para os 39 constituintes restantes, os teores oscilaram de 0,02% a 2,43%, e, destes, 6 não foram identificados.

O teor de 16 componentes do OE também variou entre as épocas com destaque para o timol que apresentou maior teor no inverno (75,1%), e menor no outono (71,9%) e no verão (71,5%). Já para o p-cimeno e para o (*E*)-cariofileno ocorreu o contrário do timol, com os menores teores no inverno (3,99% e 5,00%, respectivamente), e maiores no outono (5,36% e 6,64%, respectivamente) e verão (4,34% e 7,96%, respectivamente). O timol também variou na Colômbia, com maior teor na estação seca (80,3%) do que na chuvosa (64,5%) (Arango-Bedoya et al., 2012), porém, na Venezuela, Rojas et al. (2006) encontraram mais timol na estação chuvosa (62%) do que na seca (44%). Em condições brasileiras, em Santarém, PA, a variação sazonal não influenciou os 37 componentes do OE e nem o principal constituinte carvacrol (41,4% a 43,5%) nas estações seca e chuvosa (Sarrazin et al., 2015a).

Ao mesmo tempo em que são observadas diferentes respostas qualitativas e quantitativas em função da época, deve-se considerar também nas pesquisas as diferenças entre genótipos. Há populações naturais avaliadas, como na Colômbia (Arango-Bedoya et al., 2012) e no Brasil (Tozin et al., 2015), há aquelas em horto experimental, como no Pará (Sarrazin et al., 2015a) e aquela em cultivo de população homogênea de único clone realizado neste experimento em Planaltina. Essas diferenças evidenciam que o alecrim-pimenta apresenta respostas distintas em função das condições climáticas nas quais os estudos foram realizados. Ou seja, há efeito de época de corte sobre aspectos quantitativos e qualitativos do OE de *L. organoides* cujos rendimentos variaram em função da radiação solar (a instantânea no horário do corte - 10h), além das máximas e mínimas medidas para as diferentes épocas. Assim, o efeito de época não só pode influenciar o número de componentes, mas também o teor deles no OE.

Rendimento e composição química do óleo essencial e correlações entre os elementos meteorológicos

Os valores de temperatura do ar, umidade relativa e radiação solar registrados às 10 horas pela Estação Meteorológica Principal da Embrapa Cerrados para o período de amostragem do alecrim-pimenta estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores dos elementos meteorológicos para as épocas na data do corte de alecrim-pimenta registrados às 10 horas em Planaltina, DF, em 2013 e 2014.

Elemento meteorológico	Época data de corte/ano		
	Outono 10/5/2013	Inverno 12/8/2013	Verão 6/2/2014
Radiação solar pontual (W.m ⁻²)	38,49	39,19	55,78
Temperatura do ar (°C)	23,20	24,05	23,99
Umidade relativa (%)	64,16	39,02	62,73

Quanto às correlações entre os elementos meteorológicos, pode-se observar pela Tabela 4 que o rendimento de OE não apresentou correlação com a temperatura e umidade do ar, ou seja, a única correlação significativa entre o rendimento do OE e os elementos meteorológicos foi com a radiação solar (Correlação de Pearson ao nível de 5% = - 0,929; *p*-valor = 5,8x10⁻⁷).

Tabela 4. Correlação entre rendimento e constituintes químicos do óleo essencial (OE) de *Lippia origanoides* Kunth, obtidos nas três épocas, com temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação solar (valores pontuais às 10 horas), no Cerrado, Planaltina, Distrito Federal.

Rendimento do OE e dos constituintes químicos	IRL ⁽¹⁾	Coeficiente de correlação (r) e valor de p ⁽²⁾		
		Temperatura	Umidade Relativa	Radiação Solar
Rendimento de OE	-	-	-	-0,929 (5,8x10 ⁻⁷)
mirceno	990	-0,569 (0,027)	0,575 (0,025)	-
γ-terpineno	1056	-	-0,715 (0,003)	-
ipsdienol	1148	-	0,563 (0,029)	-
aromadendreno	1433	-	0,804 (0,0003)	0,580 (0,023)
α-humuleno	1447	-	0,744 (0,001)	0,561 (0,030)
γ-muuroleno	1471	-	0,708 (0,003)	-
germacreno D	1475	0,546 (0,035)	-0,635 (0,011)	-
cis-β-guaieno	1490	-0,552 (0,033)	0,774 (0,001)	-
biciclogermacreno	1490	0,590 (0,020)	-	-
γ-amorfenol	1500	-	-	0,535 (0,040)
γ-cadineno	1508	-	0,733 (0,002)	-
n.i.	1574	0,710 (0,003)	-0,577 (0,024)	-
óxido de cariofileno	1575	-	-	0,778 (0,001)
Majoritários				
p-cimeno	1024	-	-	-
timol	1310	-	-	-
carvacrol	1316	-	-0,559 (0,030)	-
(E)-cariofileno	1414	-	0,703 (0,003)	0,656 (0,008)

⁽¹⁾ IRL = índice de relação linear; ⁽²⁾ Correlação Linear de Pearson ao nível de probabilidade de 5%.

O rendimento de OE se correlacionou de forma negativa com a radiação solar (-0,929; p -valor = 5,8x10⁻⁷). Quanto maior a radiação solar, menor o rendimento de OE de alecrim-pimenta para as condições locais no horário de corte da planta, o que fica claro pelos valores encontrados para as três épocas, pois os maiores rendimentos de OE ocorreram no outono (3,14%) e no inverno (3,21%), dentro da estação seca, na qual as condições de temperatura e radiação solar tendem a ser menores, quando comparadas a estação chuvosa e no verão (2,45%).

Resultados diferentes foram obtidos em Santarém, Pará, para o rendimento de OE de *L. origanoides* (estação chuvosa: 1,7% +/- 0,2%; estação seca: 1,6% +/- 0,3%) que apresentou correlação positiva com o aumento da radiação solar e da temperatura, e negativa com o aumento da umidade relativa, mesmo não afetado pela variação sazonal no período de 12 meses (Sarrazin et al., 2015b, 2015c).

Em relação aos 43 constituintes químicos, 15 apresentaram correlação com um ou mais de um elemento meteorológico. Em relação aos majoritários, o carvacrol apresentou correlação negativa com a umidade relativa e o (*E*)-cariofileno correlação positiva. Ou seja, apesar de não haver diferenças significativas para os teores de carvacrol nas três épocas do ano, houve uma tendência de elevação do teor no inverno (3,76%), com menores valores de umidade relativa. Já para o (*E*)-cariofileno, percebe-se uma ligeira tendência de aumento de teor conforme aumentou a umidade relativa do ar e a radiação solar. No verão, com o aumento da umidade e da radiação solar, o teor de (*E*)-cariofileno foi significativamente maior (7,96%). Já no inverno, o teor foi menor (5,00%), no qual, a umidade e a radiação foram mais baixas.

Quanto ao timol, apesar do teor ter variado em função da época, ele não apresentou correlação com nenhum dos elementos meteorológicos, nas condições do estudo.

Apesar de trabalhos ainda escassos que correlacionam rendimento e composição de OE com os elementos meteorológicos, fica claro que há diferentes respostas para essa espécie nos diferentes locais e condições ambientais, diferenças já esperadas tendo em vista que os voláteis, como metabólitos secundários, agem como sistema de defesa contra patógenos e predadores, como atração de polinizadores e mediadores nas relações com outras plantas-aleloquímicos (Kutcham, 2001; Gobbo-Neto; Lopes, 2007; Morais, 2009). A época de colheita e/ou coleta é, portanto, um fator de grande importância, pois a quantidade e a natureza dos constituintes dos OE não são constantes ao longo do ano (Gobbo-Neto; Lopes, 2007), e respondem, também, à ação de fatores externos como energia, temperatura, disponibilidade de água, solo, altitude, entre outros, o que requer rigor e continuidade na condução de trabalhos em campo com avaliações qualitativas e quantitativas quando se considera metabólitos especiais como os constituintes de OEs (Lima et al., 2003).

Nesse sentido, torna-se necessário incrementar estudos que conduzam à obtenção de matéria-prima vegetal com concentração desejável de princípios ativos, tanto para a indústria quanto para testes biológicos, conforme sugestão em Sarrazin et al. (2015a, 2015c) que enfatiza a importância da realização de testes para avaliação do potencial antimicrobiano em função da sazonalidade do OE de *L. origanoides*. Plantas coletadas em diferentes estações do ano podem apresentar composições diferenciadas, e, conseqüentemente, conter ou não constituintes bioativos específicos (Hussain et al., 2010), como observado com o alecrim-pimenta em Planaltina e em outros locais estudados. Portanto, essas variações sinalizam a importância de se realizar testes avaliativos do potencial antimicrobiano em função da sazonalidade, em regiões promissoras para cultivo do alecrim-pimenta.

Identificar quimiotipos é um item importante para a manutenção da qualidade, o planejamento de cultivo e a obtenção de fitofármacos (Lima et al., 2003), bem como para a caracterização fitoquímica do OE, entre eles os majoritários capazes de conferir a ação positiva do OE em testes biológicos sobre patógenos e fitopatógenos, quando for o caso, além da identificação das interferências sobre o rendimento e a composição dos OEs (Morais, 2009), visto que os rendimentos de OE e de timol foram elevados, além de terem variado em função da época para as condições locais do experimento.

Os trabalhos iniciais com o alecrim-pimenta sobre o rendimento e composição química de OE, o efeito de época de corte e a relação com os elementos meteorológicos em Planaltina são pioneiros e servem como subsídios para aprofundar as pesquisas químicas, biológicas e agrônomicas de uma espécie de uso potencial para ser cultivada nas condições edafoclimáticas no bioma Cerrado.

Conclusões

Pelos resultados, pode-se concluir para as condições da pesquisa no Cerrado no Distrito Federal que: há influência de época do ano no rendimento do óleo essencial de *L. origanoides*, na composição química e no teor de timol. Os rendimentos de OE foram maiores no inverno e outono (estação seca) e menor no verão (estação chuvosa) cujo valor foi 24% menor quando comparado às demais épocas do ano.

Entre os constituintes majoritários presentes no óleo essencial, o timol foi o que apresentou os maiores teores (71% a 75%) e com maior rendimento no inverno.

A época do ano influenciou tanto a composição química do óleo essencial quanto a concentração de 16 compostos presentes no OE, o que indica que a época de coleta afeta os aspectos quantitativos e qualitativos do OE de *L. origanoides*.

A radiação solar foi o único elemento meteorológico que apresentou uma correlação negativa com o rendimento de óleo essencial, ou seja, quanto maior a radiação solar menor o rendimento do OE, o que ficou claro pelos maiores rendimentos de OE obtidos no outono (3,14%) e no inverno (3,21%), e menor no verão (2,45%). Apenas 15 constituintes químicos do OE apresentaram correlação do teor com os parâmetros meteorológicos avaliados, porém essas mesmas correlações não foram observadas para o timol.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa pelo financiamento do estudo, à equipe do Viveiro de Produção de Mudanças da Embrapa Cerrados e ao Técnico agrícola Geovane Alves de Andrade pela contribuição e pelo apoio nos trabalhos de campo e a todos os revisores.

Referências

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectrometry**. 4th ed. Carol Stream: Allured, 2007. 804 p.

ARANGO-BEDOYA, O.; HURTADO-BENAVIDES, A. M.; TORO-SUAREZ, I. Efecto del origen, la época de recolección y la edad de las hojas en el rendimiento y el contenido de timol de aceites esenciales de *Lippia origanoides* H.B.K. **Acta Agronômica**, v. 61, n. 3, p. 207-213, Jul. 2012.

BARROS, F. M. C. de; ZAMBARDA, E. de, O.; HEINZMANN, B. M. Variabilidade sazonal e biossíntese de terpenoides presentes no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae). **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 861-867, 2009.

BETANCUR-GALVIS, L.; ZAPATA, B.; BAENA, A.; BUENO, J.; RUÍZ-NOVA, C. A.; STASHENKO, E. E.; MESA-ARANGO, A. C. Antifungal, cytotoxic and chemical analyses of essential oils of *Lippia origanoides* H.B.K grown in Colombia. **Salud UIS**, v. 43, n. 2, p. 141-148, 2011.

- BLANK, A. F.; COSTA, A. G.; BLANK, M. F. A.; CAVALCANTE, S. C. H.; ALVES, P. B.; INNECCO, R.; EHLERT, P. A. D.; SOUZA, I. A. Influence of season, harvest time and drying on Java citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) volatile oil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 4, p. 557-564, 2007.
- BOGDAN, S.; DEYÁ, C.; ROMAGNOLI, R. Evaluación de timol para el control antifúngico sobre películas de pintura. **Matéria**, v. 20, n. 3, p. 699-704, set. 2015.
- BRITO, D. I. V.; MORAIS-BRAGA, M. F. B.; CUNHA, F. A. B.; ALBUQUERQUE, R. S.; CARNEIRO, J. N. P.; LIMA, M. S. F.; LEITE, N. F.; SOUZA, C. E. S.; ANDRADE, J. C.; ALENCAR, L. B. B.; LAVOR, A. K. L. S.; FIGUEREDO, F. G.; LIMA, L. F.; COUTINHO, H. D. M. Análise fitoquímica e atividade antifúngica do óleo essencial de folhas de *Lippia sidoides* Cham. e do timol contra cepas de *Candida* spp. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, supl. 2, p. 836-844, 2015.
- CALIXTO, J. B. Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutic agents). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 33, n. 2, p. 179-189, 2000.
- CAVALCANTI, E. S. B.; MORAIS, S. M.; LIMA, M. A. A.; SANTANA, E. W. P. Larvicidal activity of essential oils from brazilian plants against *Aedes aegypti* L. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 99, n. 5, p. 541-544, 2004.
- FLORA do Brasil 2020: algas, fungos e plantas. Reflora, 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB21449>Acesso em: 18 maio 2020.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, abr. 2007.
- GOMES, S. V. F.; NOGUEIRA, P. C. L.; MORAES, V. R. S. Aspectos químicos e biológicos do gênero *Lippia* enfatizando *Lippia gracilis* Schauer. **Eclética Química**, v. 36, n. 1, p. 64-77, 2011.
- HUSSAIN, A. L.; ANWAR, F.; NIGAM, P. S.; ASHRAF, M.; GILANI, A. H. Seasonal variation in content, chemical composition and antimicrobial and cytotoxic activities of essential oils from four mentha species, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 11, p. 1827-1836, 2010.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9235**: Aromatic natural raw materials: Vocabulary. 2013. 8 p.
- KUTCHAN, T. M. Ecological arsenal and developmental dispatcher: the paradigm of secondary metabolism. **Plant Physiology**, v. 125, n. 1, p. 58-60, 2001.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 576 p.
- MATOS, F. J. A.; OLIVEIRA, F. *Lippia sidoides* Cham.: farmacognosia, química e farmacologia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 79, p. 84-87, 1998.
- MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais**: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no nordeste do Brasil. Fortaleza: UFC, 2000. 344 p.
- MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M. de; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas Mediciniais**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 220 p.
- MELO, M. T. P. de; RIBEIRO, J. M.; MEIRA, M. R.; FIGUEIREDO, L. S. de; MARTINS, E. R. Teor de óleo essencial de alecrim-pimenta em função do horário de colheita. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1166-1169, 2011.

- MORAES, A. S. **Caracterização farmacêutica de nanocápsulas de timol e avaliação da permeação cutânea e da atividade repelente contra *Aedes aegypti***. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- MORAIS, L. A. S. de. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 4051-4063, 2009.
- O'LEARY, N.; DENHAM, S. S.; SALIMENA, F.; MÚLGURA, M. E. Species delimitation in *Lippia* section *Goniostachyum* (Verbenaceae) using the phylogenetic species concept. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 170, n. 2, p. 197-219, 2012.
- OLIVEIRA, D. R.; LEITÃO, G. G.; BIZZO, H. R.; LOPES, D.; ALVIANO, D. S.; ALVIANO, C. S.; LEITÃO, S. G. Chemical and antimicrobial analyses of essential oil of *Lippia origanoides* H.B.K. **Food Chemistry**, v. 101, n. 1, p. 236-240, 2007.
- OLIVEIRA, D. R.; LEITÃO, G. G.; FERNANDES, P. D.; LEITÃO, S. G. Ethnopharmacological studies of *Lippia origanoides*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, p. 206-214, 2014.
- PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; NAVA, G. A. Teor e composição química de óleo essencial de cidrô em função da sazonalidade e horário de colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 203-209, 2013.
- RIBEIRO, A. F.; ANDRADE, E. H. A.; SALIMENA, F. R. G.; MAIA, J. G. S. Circadian and seasonal study of the cinnamate chemotype from *Lippia origanoides* Kunth. **Biochemical Systematics Ecology**, v. 55, p. 249-259, 2014.
- ROJAS, J.; MORALES, A.; PASCUALE, S.; MÁRQUEZ, A.; RONDON, R.; MATHÉ, I.; VERÉS, K. Comparative study of the chemical composition of the essential oil of *Lippia oreganoides* collected in two different seasons of the year in Venezuela. **Natural Products Communications**, v. 1, n. 3, p. 205-207, 2006.
- SARRAZIN, S. L. F.; SILVA, L. A. da; OLIVEIRA, R. B.; RAPOSO, J. D. A.; SILVA, J. K. R. da; SALIMENA, F. R. G.; MAIA, J. G. S.; MOURÃO, R. H. V. Antibacterial action against food-borne microorganisms and antioxidant activity of carvacrol-rich oil from *Lippia origanoides* Kunth. **Lipids in Health and Disease**, v. 14, n. 145, p. 1-8, 2015a.
- SARRAZIN, S. L. F. **Composição química, atividade antimicrobiana e antioxidante do óleo essencial de *Lippia origanoides* Kunth (Verbenaceae)**. 2015. 152 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2015b.
- SARRAZIN, S. L. F.; SILVA, L. A.; ASSUNÇÃO, A. P. F.; OLIVEIRA, R. B.; CALAO, V. Y. P.; SILVA, R. STASHENKO, E. E.; MAIA, J. G. S.; MOURÃO, R. H. V. Antimicrobial and seasonal evaluation of the carvacrol-chemotype oil from *Lippia origanoides* Kunth. **Molecules**, v. 20, n. 2, p.1860-1871, 2015c. _
- DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Saúde. **Farmácia Viva completa 30 anos**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://www.saude.df.gov.br/farmacia-viva-completa-30-anos/> . Acesso em: 28 maio 2020.
- SILVA, F. A. M.; EVANGELISTA, B. A.; MALAQUIAS, J. V. **Normal climatológica de 1974 a 2003 da estação principal da Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2014. 98 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 321).
- SOARES, B. V.; TAVARES-DIAS, M. Espécies de *Lippia* (Verbenaceae), seu potencial bioativo e importância na medicina veterinária e aquicultura. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 109-123, 2013.

SILVA, N. A.; SILVA, J. K. R.; ANDRADE, E. H. A.; CARREIRA, L. M. M.; SOUSA, P. J. C.; MAIA, J. G. S.; Essential oil composition and antioxidant capacity of *Lippia schomburgkiana* Schauer. **Natural Product Communications**, v. 4, n. 9, p. 1281-1286, 2009.

STASHENKO, E. E.; MARTINEZ, J. R.; RUIZ, C. A.; ARIAS, G.; DURÁN, C.; SALGAR, W.; CALA, M. *Lippia organoides* chemotype differentiation based on essential oil GC-MS and principal component analysis. **Journal of Separation Science**, v. 33, n. 1, p. 93-103, 2010.

TAVEIRA, F. S. N.; LIMA, W. N.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. S. Seasonal essential oil variation of *Aniba canelilla*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 31, n. 1, p. 69-75, 2003.

TOZIN, L. R. S.; MARQUES, M. O. M.; RODRIGUES, T. M. Glandular trichome density and essential oil composition in leaves and inflorescences of *Lippia organoides* Kunth (Verbenaceae) in the Brazilian Cerrado. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 2, p. 943-953, 2015.

VAN Den DOOL, H.; KRATZ, P. D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography**, v. 11, p. 463-471, 1963.

VICUÑA, G. C.; STASHENKO, E. E.; FUENTES, J. L. Chemical composition of the *Lippia organoides* essential oils and their antigenotoxicity against bleomycin-induced DNA damage. **Fitoterapia**, v. 81, n. 5, p. 342-349, Jul., 2010.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 016896