

DÉBORA SOARES BRANDÃO

**CULTIVO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E BIOLOGIA FLORAL DE
Varronia curassavica Jacq.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Vegetal, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: **Prof. Ernane Ronie Martins**

Montes Claros
2014

DÉBORA SOARES BRANDÃO

CULTIVO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E BIOLOGIA FLORAL DE *Varronia curassavica* Jacq.

Prof. Ernane Ronie Martins
Orientador (ICA/ UFMG)

Aprovada em 16 de junho de 2014.

Montes Claros
2014

Dedico à minha família, que sempre fica na torcida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me guiou até o fim dessa etapa, estando sempre ao meu lado e me demonstrando que devemos sempre nos superar, para conseguir seguir em frente e crescer.

Ao professor Ernane Ronie Martins os seis anos de orientação, os conselhos e a amizade.

À professora Lourdes Silva Figueiredo a coorientação, a paciência, conselhos e a amizade.

A Dr. Francine Fonseca, que sempre foi muito solícita e gentil. Por toda ajuda na parte mais delicada deste projeto. Por me dar uma verdadeira lição sobre como é importante sermos resilientes nos momentos mais difíceis da vida. Por me motivar, me ouvir e me dar o ombro para chorar nos momentos mais difíceis. Por se preocupar comigo e com meu bem-estar físico e psicológico.

À professora Leidivan e ao professor Cândido, a atenção e a paciência sempre que precisei.

À minha mãe Glória, meu pai Sebastião, aos meus irmãos: Glayce, Tatiana, Dainel e Sara, aos cunhados: Breno, Kely e Felipe e aos meus sobrinhos: Laura, Lucas, Mirian e Eliel, que sempre estão na torcida quando inicio uma nova jornada. Minha família que sempre me apoia e sempre dizem: “Vá em frente, pois você é capaz”. Por todos os conselhos, exemplos e palavras de força nos momentos mais delicados.

Aos alunos do PET/SESU, por toda a ajuda na realização e na condução do experimento. Em especial ao Iago, à Karol, ao Deivison, à Amanda e ao Júlio. Sem eles, seria muito difícil conduzir o experimento e, com certeza, não teria sido tão divertido e animado também.

Aos colegas do Mestrado as conversas, o apoio e a amizade.

À Rizia a ajuda desde o início do Mestrado, ainda no momento da matrícula; a amizade, as conversas, o apoio e as brincadeiras.

Ao Pedro Henrique a amizade, a ajuda, o apoio e as conversas sempre divertidas.

Ao Gustavo a amizade que retornou em boa hora, as longas e divertidas conversas noite adentro, os conselhos e a paciência nos meus momentos de desespero.

À Universidade Federal de Minas Gerais e, especialmente, ao Instituto de Ciências Agrárias a oportunidade de concluir o Mestrado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho: muito obrigada!

“É preciso educar o medo e a coragem.

Medo e coragem em ousar.

Medo e coragem em assumir

a solidão de ser diferente”

Madalena Freire

“Feliz o homem que acha sabedoria,
e o homem que adquire conhecimento”

Provérbios 3.13

RESUMO

Varronia curassavica Jacq. é uma espécie nativa brasileira, com propriedade medicinal anti-inflamatória. Possui sua eficácia reconhecida cientificamente. Do óleo essencial da espécie é produzido um importante fitoterápico anti-inflamatório. Conhecer as condições de cultivo de uma espécie medicinal é importante na sua conservação e na produção sustentável. E, por ser uma espécie nativa, o conhecimento do sistema reprodutivo é fundamental para a conservação e para o manejo da espécie. Assim, os objetivos da presente pesquisa foram avaliar a biomassa, o teor e a produção do óleo essencial e a sua caracterização química e a quantificação do α -humuleno e do β -cariofileno, além de determinar as características morfométricas florais, a fenologia da floração, a antese, os insetos visitantes e a determinação do sistema reprodutivo da erva-baleeira em uma coleção de germoplasma. O experimento foi desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), Montes Claros - MG. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2 (dois espaçamentos - 1,6 x 0,5 m e 1,0 x 0,5 m x com e sem cobertura morta), com cinco repetições e 12 plantas por parcela. Após 168 dias de cultivo, avaliaram-se: altura, diâmetro do caule, matéria fresca, matéria seca, teor e produção do óleo e sua caracterização química. O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação e analisado por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG/EM). Para as características morfométricas foram utilizadas 20 flores, de cinco indivíduos em pré-antese, coletadas de plantas matrizes existentes na coleção de germoplasma da espécie no Horto Medicinal do ICA/UFMG. Entre maio e dezembro de 2012, caracterizou-se o comportamento fenológico da floração de seis indivíduos. Nas análises da fenologia floral, foram determinados o crescimento da inflorescência, o número de flores e de frutos, o período de abertura, os visitantes florais e o sistema reprodutivo. Para determinar o sistema reprodutivo, utilizou-se a razão pólen:óvulo (P:O), em 50 flores. Para o teor de óleo essencial e para a

matéria fresca, o menor espaçamento com cobertura morta e o maior espaçamento sem cobertura morta, resultaram nas maiores médias significativas. Na produção do óleo, o menor espaçamento com cobertura morta foi significativo. Para a matéria seca, apenas o menor espaçamento foi significativo. Não houve diferença significativa para a altura e o diâmetro. As concentrações do α -humuleno e do β -cariofileno não foram diferentes significativamente entre os tratamentos. Em relação à morfologia floral, as flores apresentaram diâmetro de $2,13 \pm 0,05$ (mm), comprimento de $3,29 \pm 0,08$ (mm), diâmetro do ovário de $0,70 \pm 0,02$ (mm), comprimento do ovário de $2,48 \pm 0,12$ (mm), diâmetro da antera de $0,67 \pm 0,01$ (mm) e comprimento da antera de $0,93 \pm 0,02$ (mm), com quatro óvulos e cinco anteras. Nas condições do presente estudo, o crescimento das inflorescências de erva-baleeira ocorreu entre agosto e outubro. O florescimento foi observado entre setembro e outubro, e a frutificação, de outubro a dezembro. A antese floral ocorreu entre 7:00 e 11:00 horas. Os insetos visitantes são das ordens Coleoptera, Hemiptera, Diptera e Hymenoptera. A espécie foi classificada, nas condições do estudo, como alógama facultativa.

Palavras-chave: *Varronia curassavica* Jacq. Óleo essencial. α -humuleno. Biologia reprodutiva. Alogamia. Plantas medicinais.

ABSTRACT

Varronia curassavica Jacq. is a Brazilian native species, with anti-inflammatory medicinal property. It has a scientifically recognized effectiveness. From the essential oil of the species is produced an important anti-inflammatory phytotherapeutic. Knowing the culture conditions of a medicinal species is important in their conservation and in the sustainable production. And, being a native species, knowledge of the reproductive system is essential for the conservation and management of the species. Thus, the objectives of the present research were to evaluate the biomass, the content and the production of the essential oil and its chemical characterization and quantification of α -humulene and of the β -caryophyllene, besides determine the floral morphometric characteristics, phenology of flowering, the anthesis, visitors insects and the determination of the reproductive system of whaling herb in a germplasm collection. The experiment was conducted at the Institute of Agricultural Sciences of the Federal University of Minas Gerais (ICA/UFMG), Montes Claros-MG. It was used a randomized block design in a 2x2 factorial design (two spacings - 1.6 x 0.5 m and 1.0 x 0.5 m x with and without mulch), with five replications and 12 plants per plot. After 168 days of cultivation were evaluated: height, stem diameter, fresh matter, dry matter, content and production of the oil and its chemical characterization. The essential oil was extracted by hydrodistillation and analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometer (GC / MS). For the morphometric characteristics were used 20 flowers, from five individuals in pre-anthesis, collected from stock plants existing in the germplasm collection of the species in the Medicinal Horto of ICA / UFMG. Between May and December 2012, it was characterized the phenologic behavior of the flowering of six individuals. In the analyzes of floral phenology were determined the growth of inflorescence, number of flowers and fruits, the opening period, the floral visitors and the reproductive system. To determine the reproductive system, it was used the pollen: ovule ratio (P:O) in 50 flowers. For the essential oil content and the fresh matter, the smallest spacing with mulch and

the wider spacing without mulch resulted in the highest significant averages. In the production of oil, the smallest spacing with mulch was significant. For dry matter, only the smallest spacing was significant. There was no significant difference to height and diameter. The concentrations of the α -humulene and of the β -caryophyllene were not significantly different between the treatments. Regarding the floral morphology, the flowers presented a diameter of 2.13 ± 0.05 (mm), length 3.29 ± 0.08 (mm), ovarian diameter of 0.70 ± 0.02 (mm), ovarian length of 2.48 ± 0.12 (mm), diameter of the anther of 0.67 ± 0.01 (mm) and anther length of 0.93 ± 0.02 (mm), with four ovules and five anthers. In the conditions of the present study, the growth of inflorescences from *erva-baleeira* occurred between August and October. The flowering was observed between September and October, and the fruiting from October to December. The floral anthesis occurred between 7:00 and 11:00 hours. The visitor insects are from the orders Coleoptera, Hemiptera, Diptera and Hymenoptera. The species has been classified in the conditions of the study like facultative alogamous.

Keywords: *Varronia curassavica* Jacq. Essential oil. α -humulene. Reproductive biology. Allogamy. Medicinal plants.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2 - BIOMASSA, TEOR, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.) SOB INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO E DA COBERTURA MORTA

FIGURA 1- Estrutura química do α -humuleno..... 21

FIGURA 2 - Croqui da área experimental com erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta. ... 47

FIGURA 3 - Croqui da disposição das plantas na parcela do espaçamento 1,6 x 0,5 m, com destaque para as plantas da área útil do experimento com erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta.. 48

FIGURA 4 - Croqui da disposição das plantas na parcela do espaçamento 1,0 x 0,5 m, com destaque para as plantas da área útil do experimento com erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta 49

FIGURA 5 - Cromatograma do óleo essencial extraído de folhas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) cultivadas sob dois espaçamentos, com e sem cobertura..... 67

FIGURA 6 - Cromatograma do óleo essencial extraído de folhas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) cultivada sob dois espaçamentos, com e sem cobertura..... 68

CAPÍTULO 3 - BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DA ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.)

FIGURA 1 - Climatograma durante o período experimental, de janeiro a dezembro de 2012, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. 77

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 3 - BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DA ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.)

GRÁFICO 1 - Desenvolvimento da inflorescência da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.)..... **82**

GRÁFICO 2 - Época de flores e antese e da formação dos frutos da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.)..... **83**

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - BIOMASSA, TEOR, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.) SOB INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO E DA COBERTURA MORTA

- 1 - Atributos químicos e físicos do solo da área experimental.....45**
- 2 - Resumo da análise de variância das características: altura (ALT), diâmetro (DIAM), matéria fresca (MF), matéria seca (MS), teor do óleo (TEOR) e produção do óleo essencial (PROD) de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta. 54**
- 3 - Valores médios do teor essencial (%) de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta. Montes Claros - MG - 2014..... 55**
- 4 - Valores médios da produção do óleo essencial (kg ha^{-1}) de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta.. 58**
- 5 - Valores médios da matéria fresca (kg ha^{-1}) de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta 59**
- 6 - Valores médios da matéria seca (kg ha^{-1}) de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta 60**
- 7 - Abundância relativa dos compostos químicos detectados no óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.), sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta..... 62**
- 8 - Valores médios e coeficientes de variação da porcentagem relativa dos compostos α -humuleno e do β -cariofileno encontrados no óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta. 69**
- 9 - Valores médios da produção do óleo essencial (PROD) (kg ha^{-1}), do α -humuleno (mg mL^{-1}) e do β -cariofileno (mg mL^{-1}) obtidos do óleo essencial da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta 69**

CAPÍTULO 3 - BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DA ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.)

1 - Período de abertura de flores de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) em Montes Claros.. 84

2 - Médias±erro padrão das características número de óvulos, número de grãos de pólen/flor e razão pólen:óvulo (P:O) observadas em flores de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) em Montes Claros.....86

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Plantas medicinais.....	19
2.2	Fitoterápicos.....	21
2.3	Metabólitos secundários.....	24
2.4	Óleos essenciais	26
2.5	A erva-baleeira - <i>Varronia curassavica</i> Jacq.....	27
2.5.1	Origem e botânica.....	27
2.5.2	Usos, estudos farmacológicos e composição química.....	29
2.5.3	Aspectos produtivos.....	32
2.6	Espaçamento.....	33
2.7	Cobertura morta.....	35
2.8	Biologia reprodutiva.....	37
3	OBJETIVOS.....	40
3.1	Objetivo geral	40
3.2	Objetivos específicos	40
	CAPÍTULO 2 - BIOMASSA, TEOR, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA ERVA-BALEEIRA (<i>Varronia curassavica</i> Jacq.) SOB INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO E DA COBERTURA MORTA.....	41
	RESUMO.....	41
	ABSTRACT.....	42
1	INTRODUÇÃO.....	43
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	45
2.1	Instalação e condução do experimento.....	45
2.2	Extração do óleo essencial e análise cromatográfica.....	50
2.3	Caracterização química do óleo essencial e quantificação do α -humuleno e do β -cariofileno.....	52
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	54
3.1	Biomassa, teor e produção do óleo essencial em função do espaçamento e da cobertura morta.....	54
3.2	Composição química do óleo essencial.....	61
4	CONCLUSÃO.....	72

	CAPÍTULO 3 - BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DA ERVA-BALEEIRA (<i>Varronia curassavica</i> Jacq.).....	73
	RESUMO.....	73
	ABSTRACT.....	74
1	INTRODUÇÃO.....	75
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	77
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4	CONCLUSÃO.....	88
	REFERÊNCIAS.....	89

CAPÍTULO 1- REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

As plantas medicinais são utilizadas há muitos séculos como a principal fonte de substâncias ativas utilizadas para tratar ou mesmo aliviar problemas na saúde humana (SAKLANI; KUTTY, 2008). Essa utilização das plantas medicinais na recuperação da saúde tem evoluído ao longo do tempo, desde as formas mais simples até as formas mais sofisticadas da fabricação industrial (LORENZI; MATOS, 2008). Atualmente, cerca de 80% da população mundial dependem da medicina tradicional para atender às suas principais necessidades de saúde. São utilizadas espécies nativas assim como exóticas trazidas por diversas correntes migratórias, e a população tem uma grande tradição na utilização das plantas medicinais para complementar os aspectos básicos de saúde (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2009). O Brasil ocupa o sétimo lugar no mercado consumidor de medicamentos, mas a maioria da sua população não possui recursos financeiros para tratar da saúde (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2010).

No final do século XX, presenciou-se uma mudança na atitude da comunidade e dos cientistas a respeito das plantas medicinais. Dessa forma, os protocolos de domesticação e de cultivo necessitam ser estabelecidos para cada espécie medicinal de interesse, de maneira que os seus princípios ativos em quantidade e qualidade encontrados nas condições silvestres sejam mantidos (FREIRE, 2004).

Segundo Reis *et al.* (2004), no cultivo das plantas medicinais, tem-se a possibilidade de domesticar a espécie que será utilizada, devendo, assim, dominar as etapas de desenvolvimento dessas plantas. A estratégia para a obtenção de biomassa necessita de um conhecimento das formas de cultivo da planta, e, para isso, um fator que deve ser considerado é a necessidade de se associar a produção e à biomassa a qualidade da planta, que será fonte para a fabricação de medicamentos fitoterápicos (REIS *et al.* 2004).

É fundamental que, no cultivo das espécies medicinais, além dos aspectos para se obter uma boa produtividade, que se acompanhe a produção dos princípios ativos de interesse. Nesse âmbito, estudos agronômicos têm sido realizados com o intuito de propor tecnologias pertinentes para o cultivo de plantas medicinais (REIS *et al.*, 2004).

Silva e Figueira (2010) admitem que a cadeia produtiva de plantas medicinais, abrangendo desde o cultivo até a comercialização, deve ser minuciosamente estudada, de forma que todas as etapas do processo elucidadas sejam analisadas, para que esse conjunto de informações proporcione um medicamento final de qualidade. Uma vez que a qualidade e a eficácia dos medicamentos à base de plantas estão diretamente ligados à qualidade das matérias-primas utilizadas (GOVINDARAGHAVAN *et al.*, 2012).

A erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) é um arbusto nativo das restingas marítimas de quase todo litoral do Brasil, apresentando uma ocorrência mais comum na costa litorânea dos estados de Santa Catarina e São Paulo, mas também ocorre no Cerrado, nos estados de Minas Gerais e de Goiás (LORENZI; MATOS, 2008; PIANOWSKI, 2005; VAZ *et al.*, 2006). O óleo essencial dessa espécie apresenta propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes e, por meio de pesquisas de validação científica, foi desenvolvido um anti-inflamatório de uso tópico (LORENZI; MATOS, 2008; MAGALHÃES, 2010).

A erva-baleeira tem sua eficácia reconhecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e está incluída no Formulário de Fitoterápicos da Farmacopéia Brasileira e na lista da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS, a RENISUS (BRASIL, 2011; BRASIL, 2014). De acordo com Souza *et al.* (2012), foi incluída no Programa Componente Verde da Rede Farmácias de Minas, juntamente com outras 15 espécies pré-selecionadas, por meio de validação científica, mostrando, com isso, a importância dessa espécie.

A pesquisa agrônômica com plantas medicinais tem passado por um processo evolutivo no Brasil com o crescente aumento de estudos realizados com essas espécies observados nos últimos anos (MING *et al.*, 200?). Entretanto, trabalhos na literatura que abordem aspectos de cultivo como espaçamento entre plantas e utilização da cobertura morta para o cultivo da *Varronia curassavica* Jacq., ainda são pouco explorados. Diante disso, objetivou-se avaliar a biomassa, o teor e a produção do óleo essencial, bem como a sua caracterização química com a quantificação do α -humuleno e o β -cariofileno e a determinação dos componentes majoritários presentes no óleo essencial das plantas, sob influência do espaçamento, com e sem aplicação da cobertura morta. E, ainda, acompanhar o desenvolvimento das inflorescências, a fenologia reprodutiva e a biologia floral de acessos presentes no banco de germoplasma da espécie, existente no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Plantas medicinais

Uma planta medicinal é definida como toda e qualquer planta, cultivada ou não, que seja utilizada pelo homem com algum propósito terapêutico (BRASIL, 2010). A utilização das plantas medicinais no tratamento de alguma doença tornou-se cada vez mais complexa ao longo dos tempos, desde as formas mais simples de tratamento local até a fabricação industrial de fitoterápicos (LORENZI; MATOS, 2008). Essas espécies são utilizadas por meio da própria planta, após o seu beneficiamento, ou, então como uma fonte de compostos químicos que possuem alguma atividade farmacológica (CASTRO *et al.*, 2004). Porém, de acordo com Mussi-Dias *et al.* (2012), a utilização das plantas medicinais deve ser cautelosa, uma vez que o seu uso indiscriminado pode levar a riscos de intoxicação.

Durante muito tempo, as plantas medicinais foram a principal fonte de produtos terapêuticos para a humanidade. Entretanto, com o desenvolvimento da indústria farmacêutica, além dos avanços da farmacologia, essas plantas passaram a ser a fonte dos princípios ativos para a síntese de novos medicamentos, sendo mais tarde preteridas (ROMERO; CASTELLA, 2012).

Nos últimos anos, observa-se um retorno ao uso e um aumento do consumo de produtos à base de plantas medicinais por um público maior e mais diversificado (CORRÊA JÚNIOR; SCHEFFER, 2009; ROMERO; CASTELLA, 2012). Os produtos naturais estão sendo utilizados como a maior fonte de compostos para a obtenção de novos fármacos. O surgimento de novas drogas de origem vegetal coloca as plantas medicinais como um forte nicho de mercado, sendo uma alternativa para algumas empresas do setor de fitoterápicos (VILLAS BÔAS; GADELHA, 2007).

De acordo com Castro *et al.* (2004), a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomendou aos países membros que desenvolvessem pesquisas,

com o intuito de utilizar as plantas medicinais com propósitos terapêuticos. A realização de estudos químicos e farmacológicos contribui para validar a atividade medicinal dessas espécies, que são utilizadas pela população como terapia complementar aos serviços de saúde, por serem de fácil acesso e economicamente viáveis (CASTRO *et al.*, 2004; HAEFFNER *et al.*, 2012).

Segundo Rosa *et al.* (2011), no Brasil, em 1986, na 8ª Conferência Nacional de Saúde, a temática do uso das plantas medicinais na saúde pública foi abordada, sendo recomendada a introdução das práticas tradicionais no atendimento público de saúde. Em um levantamento feito nos municípios brasileiros pelo Ministério da Saúde em 2004, foi constatado que a fitoterapia no serviço público de saúde contempla 22 estados, atingindo 116 municípios (BRASIL, 2006).

O Brasil é um dos países com a maior biodiversidade do planeta, estimada em torno de 20% do total de espécies vegetais existentes. E entre os elementos dessa biodiversidade, encontram-se as plantas medicinais (BRANDÃO, 2003; BRASIL, 2009). Esse país possui aproximadamente um terço da flora mundial, e a Amazônia é detentora da maior reserva de produtos naturais com alguma ação fitoterápica existente no mundo (SANTOS *et al.*, 2011; VILLAS BÔAS; GADELHA, 2007). Um dos fatores responsáveis pela grande quantidade de espécies medicinais existentes no Brasil é a diversidade de ambientes ecogeográficos, que são influenciados pelas variações climáticas e/ou edáficas (SILVA, 2005). Segundo Medeiros *et al.* (2013), cada um dos ecossistemas brasileiros tem um potencial para fornecer determinados tipos de recursos de espécies medicinais. Além dos aspectos culturais, cada um desses ambientes exerce uma influência considerável sobre os padrões de seleção e utilização das plantas medicinais.

Lourenzani *et al.* (2004) alegam que o mercado brasileiro de plantas medicinais é ainda desorganizado e amador, sendo responsável por apenas US\$ 500 milhões do mercado mundial de medicamentos fitoterápicos. Diferentemente dos demais países da Europa, da Ásia e dos Estados Unidos, o Brasil não possui dados estatísticos suficientes que expliquem o mercado, o

consumo e as formas de utilização das plantas medicinais, mesmo sendo comum a tradição no uso dessas espécies nos mais variados biomas brasileiros (VEIGA JÚNIOR, 2008).

Mesmo com a grande demanda por espécies de uso medicinal, há uma carência de informações, principalmente por parte do produtor rural e também nos setores da indústria, do comércio e dos consumidores (SOUZA *et al.*, 2012). No Brasil, as informações dos estudos etnofarmacológicos realizados demonstram que os relatos dos usos de espécies exóticas são muito vastos. Isso ocorre em detrimento das plantas nativas, haja vista que as informações do relato de usos dessas espécies são menos amplas (VEIGA JÚNIOR, 2008).

2.2 Fitoterápicos

Um medicamento fitoterápico, segundo a legislação brasileira, é definido como:

“[...] o medicamento obtido empregando-se exclusivamente matérias-primas vegetais. É caracterizado pelo conhecimento de sua eficácia e dos riscos do seu uso, assim como pela reprodutibilidade e constância de sua qualidade. Sua eficácia e segurança são validadas através de levantamentos etnofarmacológicos de utilização e documentações tecnocientíficas em publicações ou ensaios clínicos de fase três. Não se considera medicamento fitoterápico aquele que, na sua composição, inclua substâncias isoladas, de qualquer origem, nem as associações destas com extratos vegetais” (BRASIL, 2004).

Segundo Carmona e Pereira (2013), a *Food and Drug Administration* (FDA), em 2004, regulamentou e definiu um medicamento natural como sendo o extrato complexo obtido de plantas que pode ser utilizado no tratamento de alguma doença. A utilização de medicamentos, de suplementos e também de chás à base de plantas medicinais é configurado como fitoterapia (LOURENZANI *et al.*, 2004).

Para Dores *et al.* (2010), a validação científica dos extratos vegetais é importante para manter a qualidade do fitoterápico, uma vez que é necessário assegurar a coexistência das substâncias farmacologicamente ativas ou grupos químicos presentes na espécie. Essa qualidade é alcançada com todas as etapas do processamento da matéria-prima ativa vegetal e a manufatura do produto final, realizada de maneira que conserve o constituinte ativo e as substâncias sinérgicas (DORES *et al.*, 2010). A qualidade do fitoterápico também é importante, pois, em muitos países, têm sido relatados problemas com a qualidade desses medicamentos, mesmo sendo produtos derivados de origem vegetal e considerados menos prejudiciais devido a essa origem natural (YU *et al.*, 2013). Segundo Yu *et al.* (2013), têm ocorrido casos constantes de alergia a determinados fitoterápicos, e que isso está sendo relacionado com a possível contaminação desses medicamentos com ingredientes tóxicos, metais pesados, impurezas, bactérias e outros contaminantes.

Os fitoterápicos são amplamente utilizados desde os tempos mais antigos no leste da Ásia e tornaram-se cada vez mais populares no mundo ocidental nos tempos atuais (YU *et al.*, 2013). O instituto de pesquisa americano BBC *Research & Consulting* estimou, para o ano de 2005, o valor aproximado para o mercado mundial de fitoterápicos em torno de US\$ 18 bilhões, com um crescimento de até US\$ 19 bilhões em 2006 e mais de US\$ 26 bilhões em 2011 (MCWILLIANS, 2006). Esse valor representou aproximadamente 3% do mercado global de medicamentos daquele ano (MARQUES; SOUZA, 2012). De acordo com dados de Carvalho *et al.* (2008), esse setor movimentou, no mundo, anualmente, cerca de US\$ 21,7 bilhões de dólares. No Brasil, no período dos anos de 1999/2000, dados da EMBRAPA (2010) demonstraram que as vendas, no mercado brasileiro de fitoterápicos, aumentaram 15%, enquanto que o mercado de medicamentos sintéticos cresceu apenas de 3 a 4%. Segundo Carvalho *et al.* (2008), o mercado nacional não apresenta dados atuais oficiais sobre o setor de fitoterápicos, entretanto, estima-se que este mercado alcance, aproximadamente, US\$ 160

bilhões por ano, no Brasil. A cadeia produtiva nacional dos fitoterápicos movimentada, anualmente, cerca de US\$ 1 bilhão, e esse valor representa 2,5% no valor mundial (CARVALHO *et al.*, 2008).

A expansão da utilização de plantas medicinais e de produtos fitoterápicos no Brasil e no mundo tem impulsionado as indústrias farmacêuticas a investirem em pesquisas de novos fármacos (BRANDÃO, 2003). A biodiversidade brasileira tem sido a fonte para o desenvolvimento de diversas novas drogas (QUEIROZ *et al.*, 2009). Lourenzani *et al.* (2004) afirmam que o potencial brasileiro na produção de medicamentos com princípio ativo de origem vegetal é inigualável. Os produtos naturais constituem a maior fonte de protótipos de drogas, correspondendo aos compostos, que podem originar novos medicamentos (MURAKAMI, 2009).

Na produção de um medicamento sintético, gastam-se em torno de US\$ 500 milhões, partindo de 10.000 produtos, em um período de 10 anos. Entretanto, as plantas medicinais, além de estarem associadas aos valores culturais, encontram-se disponíveis para uso imediato pelas populações de baixa renda, e para elas, são necessários menores investimentos (EMBRAPA, 2010). O uso da fitoterapia na saúde básica da população pode representar não somente uma diminuição nos custos de produção de um medicamento, mas sim a aceitação do saber popular, com um vínculo e o respeito pelo valor cultural e pelas condições de vida das populações tradicionais (ROSA *et al.*, 2011).

Leite (2009) admite que as pesquisas realizadas para fabricação de um novo medicamento, baseadas nas informações coletadas do conhecimento tradicional associado, além de reduzirem, significativamente, o tempo de produção do medicamento, possibilitaram o desenvolvimento do primeiro medicamento fitoterápico no Brasil, o Acheflan®. Esse medicamento foi elaborado com o óleo essencial da *Varronia curassavica* Jacq., sendo indicado para o tratamento de tendinite crônica e dores musculares (LEITE, 2009). Esse fitoterápico representa um importante marco na indústria farmacêutica brasileira, principalmente por ter sido o primeiro produto

inovador, pesquisado e desenvolvido totalmente no país (QUEIROZ *et al.*, 2009). Foram necessários sete anos de estudos, com um gasto de mais de R\$ 15 milhões de investimentos em pesquisas, parcerias com universidades nacionais, pesquisadores de reconhecimento internacional, para que se conseguisse produzir o primeiro medicamento 100% nacional, a partir da erva-baleeira (DORES *et al.*, 2010).

2.3 Metabólitos secundários

Os metabólitos secundários ou produtos naturais são compostos orgânicos produzidos por vegetais, mas também por animais e microorganismos, como fungos e bactérias. Os estudos sobre essas substâncias iniciaram-se no final do século XIX e início do século XX, devido ao interesse na aplicação dessas substâncias como drogas medicinais, venenos, aromatizantes e materiais industriais (TAIZ; ZEIGER, 2004). Essas substâncias são provenientes do metabolismo secundário dos vegetais, que, diferentemente do metabolismo primário, o qual além de ter relação direta em processos, como a fotossíntese, a respiração, síntese de proteínas e gorduras, entre outros processos, e que ocorre em todos vegetais, o metabolismo secundário tem uma limitada distribuição no reino vegetal. São encontrados em apenas alguns organismos, sendo restrito a algumas espécies ou a um grupo de espécies relacionadas, sendo a expressão da individualidade dessas (DEWICK, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2004).

São substâncias que não são produzidas em todas as condições, e seus benefícios e funções para os organismos que as produzem, ainda, não estão muito bem esclarecidos. Contudo, representam um papel vital para esses organismos (DEWICK, 2009). Sabe-se que, nos vegetais, os metabólitos secundários apresentam funções ecológicas importantes, como a proteção contra herbivoria; proteção contra infecções causadas por patógenos; atuam como agentes na competição planta-planta; atraem polinizadores e dispersores de sementes, dentre outras funções (TAIZ; ZEIGER, 2004). Representam importantes ferramentas nas diversas

interações das plantas com o meio ambiente (THOLL, 2006).

Dividem-se em três grupos principais quimicamente distintos: os terpenos, os compostos fenólicos e os compostos nitrogenados. No grupo dos terpenos, é que se encontram classificados os óleos essenciais (TAIZ; ZEIGER, 2004). A composição química dos metabólitos secundários é decorrente da sua formação e transformação, durante o crescimento vegetal, devido ao fator genético, ao fator ambiental e às técnicas de cultivo (CASTRO *et al.*, 2002).

A mistura dos metabólitos secundários pode ser mais biologicamente ativa do que os seus componentes atuando individualmente ou em combinações aleatórias (LILA; RASKIN, 2005). Para Mbosso *et al.* (2010), esses metabólitos constituem, atualmente, uma importante fonte de substâncias bioativas, com um crescente interesse científico, devido à busca de novos agentes terapêuticos de origem vegetal, impulsionado pelo aumento da resistência dos microrganismos aos antimicrobianos comumente utilizados.

Uma nova utilização dos metabólitos secundários vem sendo testada em trabalhos recentes, desenvolvidos por Ludley *et al.* (2009) e Steffen *et al.* (2013). Devido às propriedades encontradas em alguns compostos, como os óleos essenciais, esses têm sido testados como uma alternativa biotecnológica no manejo de microrganismos patogênicos ou simbiotes do solo, como o crescimento micelial de fungos ectomicorrízicos (BÂ *et al.* 2010; LUDLEY *et al.*, 2009). Esses organismos são inoculados em espécies florestais, facilitando o estabelecimento dessas plantas em solos pouco férteis ou contaminados (STEFFEN *et al.*, 2013).

O fator genético, influenciado pelo ambiente e por fatores ontogenéticos no metabolismo secundário, tem relevada importância na produção das plantas medicinais, haja vista que a qualidade do produto final que será obtido é muito influenciada tanto pelas técnicas de cultivo quanto pelas características genéticas da população cultivada (MARTINS; FIGUEIREDO, 2009; MONTANARI JÚNIOR, 2002).

2.4 Óleos essenciais

Os óleos essenciais são substâncias orgânicas voláteis, lipofílicas e líquidas, conhecidas pelo aroma que caracteriza certas plantas (DORES *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2000). São encontrados em um órgão vegetal ou em toda a planta, mas, principalmente, nas folhas e nas flores (CORRÊA JÚNIOR *et al.*, 2006). São constituídos, principalmente, por mono e por sesquiterpenos e, também, por fenilpropanoides, que são metabólitos que conferem aos óleos suas características organolépticas (BIZZO *et al.*, 2009).

Constituem uma mistura de componentes voláteis com diversas funções biológicas necessárias à sobrevivência da planta (SILVA *et al.*, 2013), atuando como atrativo para polinizadores, intervindo com os hormônios, como reguladores da transpiração e até com uma defesa indireta, atraindo inimigos naturais de herbívoros (CHENG *et al.*, 2007; MARTINS *et al.*, 2000). São considerados como recursos renováveis com diversas aplicações industriais (SILVA, 2005).

Segundo Dores *et al.* (2010), os óleos essenciais são extraídos, principalmente, por destilação, arraste a vapor ou por pressão. Esse último para pericarpos de frutos cítricos. Em grande parte dos casos, o óleo essencial obtido caracteriza-se pela mistura de compostos aromáticos, em que um desses pode ser o composto químico majoritário, considerado como o marcador químico (DORES *et al.*, 2010).

A diversidade de substâncias incluídas nesse grupo de princípios ativos é que determina a ampla variedade de ações farmacológicas, que apresenta como antivirótico, antiespasmódico, analgésico, cicatrizante, etc. (MARTINS *et al.*, 2000). Almeida *et al.* (2013) observaram a ação bactericida e fungicida do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. em cepas de *Staphylococcus* spp., em *Streptococcus mutans* e em *Candida* spp. Rodrigues *et al.* (2012) indicam o óleo essencial das folhas de erva-baleeira como adjuvante de antibióticos com ação sobre os fungos *Candida albicans* e *Candida krusei* e também sobre as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Bacillus*

cereus e *Escherichia coli*. Millezi *et al.* (2013) relatam que o óleo essencial das espécies *Satureja montana* L., *Cymbopogon nardus* L. e *Citrus limonia* Osbeck possui ação antimicrobiana contra cepas das bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

Bizzo *et al.* (2009), ao realizarem uma pesquisa nos bancos de dados americano *United Nations Commodity Trade Statistics Database* (COMTRADE) e no *Internacional Trade Center* (ITC), identificaram os Estados Unidos e países da União Europeia (especialmente a França) como os principais importadores de óleo essencial, com 40% e 30%, respectivamente. São importados desde óleos de laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], de sassafrás [*Cinnamomun micranthum* (Hayata) Hayata] até eucalipto (tipo citronela) (*Eucalyptus citriodora* Hook.).

O Brasil já foi destaque na exportação dos óleos de pau-rosa, sassafrás e menta, entretanto problemas como a falta de manutenção do padrão de qualidade, a baixa representatividade nacional e os poucos investimentos governamentais geraram um quadro estático no setor (BIZZO *et al.*, 2009). Porém o país ainda figura numa posição de destaque na produção de óleos essenciais, sendo considerado como um dos quatros grandes produtores mundiais, ao lado da Índia, China e Indonésia. Produz, principalmente, óleos essenciais de frutos cítricos, subprodutos da indústria de sucos concentrados (BIZZO *et al.*, 2009).

2.5 A erva-baleeira – *Varronia curassavica* Jacq.

2.5.1 Origem e botânica

A *Varronia curassavica* Jacq. é uma espécie nativa do Brasil e pertencente à família Boraginaceae, que ocorre espontaneamente em toda a costa brasileira, desde a região nordeste à região sul do país (LORENZI; MATOS, 2008; SERTIÉ *et al.*, 1991). O gênero *Cordia* apresenta, aproximadamente, 350 espécies e possui indivíduos ocorrendo nos países do México e Peru (GOTTSCHLING *et al.*, 2005). Não é incomum encontrar a espécie no interior dos estados do Ceará, São Paulo, Minas Gerais e Goiás,

em terrenos pouco férteis e bem drenados (LORENZI; MATOS, 2008; MONTANARI JÚNIOR, 2011; SERTIÉ *et al.*, 1991). Do Ceará ao Rio Grande do Sul, a espécie ocorre, principalmente, em cerca de 500 a 1000 m do litoral, nas orlas abertas do Atlântico, sendo considerada como uma planta daninha (GILBERT; FAVORETO, 2012). A espécie é, ainda, encontrada em áreas sazonalmente secas, e é considerada como um importante elemento nas florestas tropicais decíduas, em florestas arbustivas e em florestas tropicais úmidas (GOTTSCHLING *et al.*, 2005).

É popularmente conhecida como erva-baleeira ou erva-balieira (LORENZI; MATOS, 2008; MONTANARI JÚNIOR, 2011). De acordo com Montanari Júnior (2011), esse nome comum tem associação à caça à baleia realizada no litoral de Santa Catarina. Quando os pescadores se feriam na caça, eram ensinados pelos nativos a empregar a planta para curar os machucados ocasionados na atividade. A espécie apresenta diversas sinônimas científicas, como: *Cordia verbenacea* DC, *Cordia salicina* DC., *Cordia curassavica*, *Cordia curassavica* auctt. bras. Ex Fresen, *Cordia cylindristachia* auctt. bras. Ex Fresen, *Lithocardium fresenii* Kuntze, *Lithocardium salicinum* Kuntze, *Lithocardium verbaceum* Kuntze (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2004; FERNANDES *et al.*, 2007; LAPA, 2006; LORENZI, 2002). Segundo Carvalho Júnior *et al.* (2004), devido a esse fato, é necessário que seja feita uma diagnose morfológica correta na planta estudada. A maioria dos artigos científicos sobre a espécie encontrados na literatura a aborda como *Cordia verbenacea* DC. (LAPA, 2006; MONTANARI JÚNIOR, 2011).

A espécie é classificada como um arbusto ereto, que pode atingir de 1,5 a 2,5 metros de altura, ramificado, com folhas simples, coriáceas e aromáticas, com 5 a 9 centímetros de comprimento. As flores são pequenas e brancas, dispostas em inflorescências racemosas terminais, de 10 a 15 cm de comprimento (LORENZI; MATOS, 2008). Os frutos são cariopses esféricas e, quando maduros, possuem a coloração vermelha (GILBERT; FAVORETO, 2012; LORENZI; MATOS, 2008).

A erva-baleeira possui nectários extraflorais para a atração de formigas. Esses insetos não prejudicam a polinização da espécie, pois a polinização, nesse caso, é realizada por insetos voadores, que são rápidos e despendem pouco tempo em suas visitas. As formigas realizam a remoção de insetos que permanecem mais tempo na flor e que poderiam provocar danos com a herbivoria (BELO *et al.*, 2011).

Ventrella e Marinho (2008), estudando a morfologia e a histoquímica dos tricomas da erva-baleeira, observaram que a espécie possui tricomas glandulares e não-glandulares em ambas as superfícies foliares. Os tricomas não-glandulares são divididos em: curtos e longos, distribuídos de forma escassa, principalmente na superfície abaxial e próximos às regiões ao longo das nervuras foliares. Os tricomas glandulares são divididos em reniformes e globulares, distribuídos nas regiões internervais, ocorrendo de maneira abundante na superfície abaxial. Os tricomas glandulares globulares armazenam, principalmente, os óleos essenciais da espécie, enquanto que os tricomas glandulares reniformes armazenam basicamente os flavonoides, como a artemetina, que é um dos compostos ativos presentes na planta (SERTIÉ *et al.*, 1991).

2.5.2 Usos, estudos farmacológicos e composição química

A espécie é amplamente utilizada como anti-inflamatória, antiartrítica, analgésica, tônica e antiulcerogênica. O chá das folhas é indicado na cicatrização de feridas externas e em úlceras (LORENZI; MATOS, 2008). Vaz *et al.* (2006) indicam a planta para tratamento de hematomas e contusões. Rodrigues *et al.* (2012) recomendam o uso do óleo essencial da espécie como adjuvante de antibióticos contra bactérias patogênicas do trato respiratório. Carvalho Júnior *et al.* (2004) admitem que o óleo essencial da espécie apresenta propriedades antifúngicas e antibacterianas. Matias *et al.* (2013) não encontraram ação antibacteriana clinicamente significativa do extrato e das frações do extrato das folhas, quando esses foram utilizados

isolados. Somente quando foram combinados com aminoglicosídeos, apresentaram atividade sinérgica significativa.

Oliveira *et al.* (2011) avaliaram o efeito do extrato etanólico de folhas de erva-baleeira sobre a ação de mastócitos. Essas células produzem uma substância denominada histamina, que é mediadora do processo pró-inflamatório em diferentes espécies de animais. Esses autores observaram que o extrato das folhas inibiu a secreção da histamina *in vitro* e *in vivo*. Afirmam, ainda, que a espécie possui efeito terapêutico no tratamento de doenças alérgicas que envolvem a histamina no processo, como asma, rinite, alergias alimentares e dermatites.

Hernandez *et al.* (2007) relatam, em seu trabalho, que o óleo essencial e os extratos hexânico, clorofórmico e metanólico das folhas possuem atividade antibacteriana e antifúngica. Além disso, esses autores validaram a utilização popular da espécie medicinal para doenças do trato respiratório, para doenças dermatológicas e do trato gastrointestinal. Roldão *et al.* (2008) afirmam que o extrato etanólico bruto de folhas da espécie possui pronunciada atividade analgésica e antiulcerogênica. Relacionam esse efeito às várias classes de compostos secundários da planta, principalmente aos compostos fenólicos.

Sertié *et al.* (1991) realizaram os primeiros estudos científicos com a espécie, investigando a ação anti-inflamatória da planta e isolaram o flavonoide artemetina como composto ativo responsável por essa atividade. Entretanto, Bayeux *et al.* (2002) afirmam que a ação anti-inflamatória da planta não pode ser atribuída somente a esse flavonoide. Em conformidade com esses autores, em estudos realizados com a artemetina pura e com o extrato etanólico bruto, a atividade do composto puro foi 54 vezes menor que a observada com o extrato bruto. Fernandes *et al.* (2007) defendem a ideia de que os sesquiterpenos isolados do óleo essencial da erva-baleeira, α -humuleno e β -cariofileno é que apresentam pronunciada atividade anti-inflamatória, indicando os compostos como uma alternativa terapêutica relevante para o tratamento de doenças inflamatórias. Santos *et al.* (2007),

avaliando a composição química do óleo essencial de erva-baleeira, por meio do fracionamento e da identificação dos constituintes monitorados pela atividade farmacológica, determinaram como princípio ativo o α -humuleno. Segundo esses autores, esse composto é utilizado como marcador do fitomedicamento. Corroborando Santos *et al.* (2007), Gilbert e Favoreto (2012) admitem que o α -humuleno é um importante constituinte químico do óleo essencial da erva-baleeira e é considerado como o marcador químico do mesmo. De acordo com Carvalho Júnior *et al.* (2004), o óleo essencial da espécie apresenta, principalmente, os mono e sesquiterpenos: α -pineno, β -cariofileno e aloaromadendreno.

Por meio do estudo farmacológico biomonitorado e de testes individuais dos compostos, o α -humuleno (FIG. 1) foi considerado como o principal composto responsável pela atividade anti-inflamatória. Esse composto atua bloqueando a enzima ciclo-oxigenase 2, que está presente no metabolismo das prostaglandinas, que são substâncias envolvidas nos processos inflamatórios e na sintomatologia desses processos (DORES *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2007).

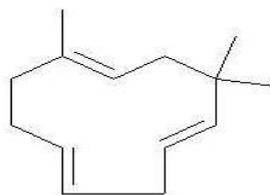


FIGURA 1- Estrutura química do α -humuleno
Fonte: Da autora.

Conforme afirma Magalhães (2010), o Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas, juntamente com o Laboratório Aché, por meio da indicação do uso popular da espécie, para contusões e dores musculares, validaram a propriedade anti-inflamatória do óleo essencial, por meio de pesquisas farmacológicas. Assim, realizou-se um levantamento do mercado dos medicamentos anti-inflamatórios, sendo

possível elaborar um plano para a produção sustentável de um novo fitoterápico no Brasil. O medicamento desenvolvido a partir do óleo essencial da espécie, o Acheflan®, utiliza uma mistura padronizada, que contém o α -humuleno e também o β -cariofileno como componentes ativos. Esse medicamento, mediante aprovação pela *Food and Drug Administration* (FDA), tem sido enviado aos Estados Unidos, ao Canadá e ao Japão (BOLZANI *et al.*, 2012).

2.5.3 Aspectos produtivos

Arrigoni-Blank *et al.* (1999) sustentam que a erva-baleeira é uma espécie com baixa exigência nutricional e/ou elevada eficiência de absorção e utilização dos nutrientes, pois, em seu trabalho, avaliando a resposta da planta à adubação química e a aplicação de calagem no cultivo, observaram que os tratamentos com a omissão da calagem e dos nutrientes da adubação não resultaram efeitos drásticos no crescimento e na produção da matéria seca. Entretanto os autores afirmam que, quando a espécie é cultivada em solos ácidos e de baixa fertilidade, devem ser feitas essencialmente a calagem e a adubação para incrementar o seu desenvolvimento, uma vez que a omissão da calagem e dos nutrientes N, K e B levou às maiores quedas na produção de folhas, órgão esse que é primordial na obtenção do óleo essencial da espécie.

A propagação da espécie pode ser realizada, principalmente, utilizando sementes, mas também por estacas de ramos novos (GILBERT; FAVORETO, 2012; MAGALHÃES, 2010). Segundo Montanari Júnior (2011), a planta é uma espécie perene que pode ser colhida regularmente. Uma lavoura de *V. curassavica* Jacq., após três anos, pode atingir produção de biomassa de 16.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹, suficiente para produzir 10 kg de óleo essencial. Utilizando genótipos selecionados e com melhores técnicas de cultivo, pode-se atingir 25 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de óleo essencial (MORANDI, 2009). Magalhães (2010) relata que o preço estimado na obtenção do kg de folhas secas de *Varronia curassavica* Jacq., é, em média, R\$ 5,00. Para o óleo

essencial o valor pelo kg do produto, chega a R\$ 5.280,00, com margem de lucro de 20%. O padrão de qualidade ideal para a indústria farmacêutica é um óleo essencial que contenha o teor mínimo de 2% v/v de α -humuleno. Para se conseguir 1 kg, de óleo devem-se processar 800 kg de biomassa fresca, com o teor de óleo dessa biomassa considerado de 0,12% v/v (MAGALHÃES, 2010).

2.6 Espaçamento

O arranjo de plantas define-se como o padrão de distribuição das mesmas em uma determinada área de cultivo (FAVORITO *et al.*, 2011). Com o intuito de melhorar o aproveitamento do espaço físico, é importante conhecer a capacidade produtiva de uma espécie, quando essa for submetida a diferentes arranjos populacionais. Esse importante aspecto pode variar em função do espaçamento entre plantas e entre linhas, o que irá determinar a densidade ideal de plantio (FAVORITO *et al.*, 2011).

A densidade de plantas no campo pode vir a contribuir positiva ou negativamente para a competição entre a cultura e as plantas invasoras por água, radiação e nutrientes (MONTEIRO *et al.*, 2011). Zanine e Santos (2004) alegam que plantas, em um ambiente com sombreamento na área, podem ter o seu crescimento alterado. Isso porque o nível de radiação solar de cada uma é diminuído. A altura das plantas e a área foliar influenciam na sua habilidade competitiva, alterando na penetração de luz no dossel das plantas na área. A altura e a profundidade da copa podem ter relevância na competição por luz e nos padrões de coabitação das espécies (ZANINE; SANTOS, 2004).

Na área de plantio, as plantas podem ser distribuídas de várias formas. As variações na distância entre plantas e entrelinhas constituem diversos arranjos nos cultivo (WANDERER; BARROS, 2006). O arranjo das plantas na área de cultivo pode ser manejado ainda, por meio de alterações na densidade desses indivíduos no local (ARGENTA *et al.*, 2001). O conhecimento do comportamento ecofisiológico das espécies, em arranjo

espacial sob efeito da população ideal de plantas, constitui um dos componentes básicos visando aos aspectos econômicos e fitotécnicos, que irão fornecer subsídios para tomadas de decisão e análise do potencial produtivo e qualitativo da espécie em questão (MAIA-ALMEIDA *et al.*, 2011).

Favorito *et al.* (2011) avaliaram o efeito de cinco espaçamentos entre plantas e dois espaçamentos entre linhas de plantio sobre as características produtivas do manjericão (*Ocimum basilicum* L.). Esses autores observaram que, para a produção da massa fresca das folhas, o espaçamento entre plantas de 0,50 m e entre linhas de 0,20 m são os mais indicados, para se obter a maior produtividade. Para a massa fresca da parte aérea por área, o menor espaçamento entre plantas (0,10 m) e entre linhas (0,20 m) resultou na maior produção. O diâmetro da copa somente no espaçamento entre plantas de 0,30 m foi superior ao espaçamento de 0,20 m. Segundo os autores, o menor espaçamento leva a um baixo aproveitamento dos recursos disponíveis no meio, prejudicando o potencial genético da planta. Entretanto, indicam o adensamento da cultura do manjericão, para aumentar os ganhos com a produtividade.

Carnevali *et al.* (2012) trabalharam com cinco espaçamentos entre plantas e adição de cama-de-frango na área de cultivo de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg., avaliando a produção da biomassa dos frutos. O maior número e a maior massa fresca dos frutos foram observados nos menores espaçamentos utilizados. O maior número de frutos (28,56 frutos planta⁻¹) foi observado no espaçamento de 0,32 m e a maior massa fresca de frutos (83,65 g planta⁻¹) foi obtida no espaçamento de 0,35 m. Segundo esses autores, provavelmente não ocorreu uma competição entre plantas, devido ao menor espaçamento, de maneira que reduziu a produção dos frutos. A espécie é encontrada em áreas nativas, ocorrendo em grupos de plantas próximas, o que dificulta o distanciamento de uma única planta na área.

Maia-Almeida *et al.* (2011) avaliaram a influência de quatro densidades de plantio e 6 épocas de colheita em quebra-pedra [*Phyllanthus*

amarus CPQBA 14] sobre teor e a produtividade de filantina. Esses autores observaram que o aumento da densidade de plantio influenciou no teor /concentração (m/m) da filantina. O valor máximo (8,66 g kg⁻¹) encontrado na massa de matéria seca das folhas ocorreu no adensamento estimado em 299.860 plantas ha⁻¹. A produtividade de filantina teve interação significativa entre as densidades de plantio e épocas de colheita, sendo o maior valor obtido nas densidades de 200.000 e 400.000 plantas ha⁻¹ colhidas aos 97,12 e 95,17 dias após o transplante, alcançando os valores de 39,3 kg ha⁻¹ e 37,8 kg ha⁻¹ de filantina, respectivamente. Os adensamentos maiores e menores que esses foram inferiores na produtividade de filantina. Segundo os autores, esses resultados diversos encontrados nas densidades populacionais estudadas podem ser devido a um nível crítico de competição entre as plantas, e esse estresse relaciona-se às variações da biossíntese e ao acúmulo de filantina.

2.7 Cobertura morta

A utilização da cobertura morta é uma prática que consiste em cobrir o solo após o plantio (PINTO; BERTOLUCCI, 2002). A prática da aplicação da cobertura morta ou ainda de plásticos na área de cultivo proporciona diversos benefícios ao agricultor e ao ambiente, dentre os quais podem-se citar: melhoria da retenção de água; redução da temperatura do solo; redução ou impedimento do aparecimento de espécies invasoras; promoção da economia de água de irrigação e diminuição dos custos de produção; além de reduzir o contato da parte aérea da planta diretamente com o solo, por ação dos respingos de chuva e irrigação (BRANCO *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2000). Para as plantas medicinais, esse tipo de manejo pode reduzir, significativamente, a carga microbiana da droga vegetal, que representa, atualmente, grande problema na produção dos fitoterápicos (MARTINS; FIGUEIREDO, 2009; PINTO; BERTOLUCCI, 2002).

De acordo com Sartório *et al.* (2000), é recomendável que, quando se fizer o uso da cobertura morta, a área de cultivo seja toda coberta com

uma camada de 5 a 15 cm, de acordo com a qualidade e a quantidade do material disponível. A aplicação da cobertura morta deve ser realizada antes do período chuvoso, visando a melhorar o efeito do controle da erosão, protegendo o solo (SARTÓRIO *et al.*, 2000).

A utilização de resíduos orgânicos (palha, capim seco, casca de arroz, etc.) pode ser realizada na forma de cobertura morta ou incorporada ao solo (MUNARIN *et al.*, 2010; SARTÓRIO *et al.*, 2000). A prática de cobrir o solo com algum tipo de cobertura é um dos fatores eficientes para minimizar os efeitos indesejáveis da exploração dos solos agrícolas. Os resíduos orgânicos promovem uma ação protetora ao solo, por exemplo, interceptando as gotas de chuva e diminuindo o seu impacto no solo, que reduz o tamanho dos agregados, o que facilitaria a ocorrência da erosão (MARTINS; ROSA JÚNIOR, 2005).

Lemos *et al.* (2013), trabalhando com o controle de plantas invasoras em cultivo orgânico e em convencional de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.), observaram que, em ambos, a presença da cobertura morta reduziu a quantidade de espécies invasoras. No cultivo orgânico, além da presença da cobertura morta, os autores alegam que as condições de homeostase do solo, devido ao não revolvimento nesse tipo de cultivo, garantiram mais vantagens à cultura. Na altura de plantas, a média no cultivo orgânico foi superior ao convencional, devido aos efeitos da matéria orgânica, que melhorou a ação microbiológica do solo, disponibilizando nutrientes e mantendo a microfauna. A produtividade de biomassa não diferiu significativamente entre os cultivos. Porém o rendimento e o teor do óleo essencial do capim-limão no cultivo orgânico, com ou sem a cobertura morta, foram superiores ao convencional: 49,20 kg ha⁻¹ e 0,93%; 34,20 kg ha⁻¹ e 0,79%, respectivamente. Para Lemos *et al.* (2013), a cobertura morta uniformiza a umidade e a temperatura do solo, permitindo melhores respostas das culturas na competição com plantas invasoras.

Borella *et al.* (2011) trabalharam com a influência da adubação química e orgânica e da cobertura morta na produtividade de biomassa e no

teor de flavonoides de calêndula (*Calendula officinalis* L.). Esses autores relatam que as médias dos tratamentos com a cobertura morta foram estatisticamente iguais quanto ao número de inflorescências, à massa seca dessas inflorescências e à massa da droga vegetal. De acordo com os autores, isso sugere que, para essa espécie, nessas condições experimentais, a cobertura morta não incrementou a produtividade. O teor de flavonoides não foi influenciado pelo tipo de adubação e pelo uso de cobertura morta.

Trabalhando com *Calendula officinalis* L., avaliando o efeito da adubação orgânica com o uso da cobertura morta em duas colheitas, Araújo *et al.* (2009), observaram as maiores produções da biomassa aumentando a dose do composto orgânico, sem interação significativa com a cobertura morta. Para o teor de flavonoides na primeira colheita, o maior teor ocorreu no tratamento com cobertura morta (0,58%), utilizando a dose de 68 t ha⁻¹ de composto orgânico. Já na segunda época, o maior teor dos flavonoides também foi observado no tratamento com cobertura morta (0,70%), utilizando 59 t ha⁻¹ de composto orgânico. Na segunda colheita realizada, os autores relataram um maior teor de flavonoides totais com a presença da cobertura morta na área de cultivo.

Diversos trabalhos têm sido conduzidos utilizando a cobertura morta para avaliar a produtividade de culturas, como o meloeiro (TEÓFILO *et al.*, 2012), o tomateiro (SILVA *et al.*, 2009), a melissa (BIASI *et al.*, 2009), dentre outras. Muitas das vezes, a presença da cobertura morta, independente da origem do material utilizado, por favorecer o controle de plantas daninhas no local, fez com que ocorresse um aumento na característica de interesse das espécies estudadas.

2.8 Biologia reprodutiva

A fenologia estuda o ritmo sazonal dos eventos biológicos periódicos de uma espécie em relação aos fatores bióticos e abióticos, além da inter-relação das fenofases em uma mesma espécie ou entre espécies diferentes.

E a ocorrência de cada evento fenológico é crítica para a sobrevivência e a reprodução dos organismos (CALDEIRA JÚNIOR *et al.*, 2008; CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2011). Com os estudos fenológicos, é possível conhecer as fases do ciclo de vida da espécie analisada, como a reprodução, a deciduidade e o ciclo vegetativo, que são características que podem ser utilizadas para o correto manejo da espécie (SANTOS *et al.*, 2009).

O estudo da biologia reprodutiva de uma espécie vegetal é importante para compreender os eventos que fazem parte do seu ciclo de vida e também para fornecer informações para o entendimento da regeneração natural do indivíduo, subsidiando ações de conservação (CARVALHO; OLIVEIRA, 2003; SANTOS *et al.*, 2010). O sucesso dos programas de melhoramento genético vegetal e de conservação irá depender, diretamente, do completo conhecimento do processo de reprodução da espécie estudada (FACANALI *et al.*, 2009).

Santos *et al.* (2010) estudaram a biologia reprodutiva de *Miconia angelana*, uma espécie endêmica da região da nascente do Rio São Francisco, na Serra da Canastra em Minas Gerais. Os autores relatam que essa espécie apresenta floração precoce, ocorrendo no começo das chuvas. Possui variabilidade de visitantes florais, principalmente mariposas e vespas. A produção de néctar e o forte e desagradável odor liberado pelas flores atraem uma quantidade elevada de moscas, evidenciando que a polinização de *M. angelana* pode ser realizada por esses insetos. Além disso, esse estudo demonstrou que a espécie é autógama e generalista quanto ao sistema de polinização, o que garante, além da fixação dos genes favoráveis na população em ambientes com pequenas populações, uma “segurança reprodutiva” à espécie, pois, nessas populações, a fecundação cruzada é dificultada.

Facanali *et al.* (2009), estudando a biologia reprodutiva de populações de manjeriço (*Ocimum selloi* Benth.), observaram que a espécie apresenta combinação de sistemas reprodutivos, com formação de frutos e sementes tanto em polinização livre quanto em autopolinização espontânea.

Observou-se que uma mesma população com inflorescências ensacadas, ocorreu um aumento significativo no total de frutos, sem diferença significativa no total de sementes. Isso indica que a planta apresenta uma estratégia reprodutiva investindo em maior produção de frutos para compensar a menor produção de sementes. Ocorre um sistema de reprodução misto, com cruzamentos e autofertilizações, ou seja, pode a espécie se reproduzir tanto por autogamia quanto por alogamia. Esses autores relatam a ocorrência da cleistogamia na espécie, uma vez que a autopolinização ocorre na pré-antese, indicando, assim, a compatibilidade. Porém a fertilização ocorre na pós-antese, possibilitando a fecundação cruzada. Relatada como o visitante floral mais comum, a espécie *Apis mellifera* foi considerada como o polinizador desse manjeriço. Como o estigma permanece receptivo após a abertura da flor e até mesmo após a autopolinização, garante que a fertilização ocorra, caso haja possíveis falhas na autopolinização.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa foi determinar o teor e a caracterização química do óleo essencial de erva-baleeira, sob influência do espaçamento de plantas e da cobertura morta na área de cultivo. E, ainda, acompanhar a fenologia reprodutiva, descrever a biologia floral e determinar o sistema reprodutivo da espécie em acessos da coleção de germoplasma existente no ICA/UFMG.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar se a interação entre o espaçamento e a cobertura morta promoveu um incremento no teor e na produção do óleo essencial;
- determinar se a interação entre o espaçamento e a cobertura morta influenciou na matéria fresca e na matéria seca da espécie;
- quantificar a o α -humuleno e o β -cariofileno presente no óleo essencial da erva-baleeira;
- determinar os demais componentes majoritários presentes no óleo essencial;
- determinar a biologia reprodutiva da espécie nas condições de um banco de germoplasma.

CAPÍTULO 2 – BIOMASSA, TEOR, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.) SOB INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE PLANTIO E DA COBERTURA MORTA

RESUMO

Varronia curassavica Jacq. é uma espécie nativa brasileira, com propriedade medicinal anti-inflamatória. Conhecer as condições de cultivo de uma espécie medicinal é importante na sua conservação e na produção sustentável. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a biomassa, o teor e a produção do óleo essencial e a sua caracterização química sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2 (dois espaçamentos - 1,6 x 0,5 m e 1,0 x 0,5 m x com e sem cobertura morta), com cinco repetições e 12 plantas por parcela. Após 168 dias de cultivo, avaliaram-se: a altura, o diâmetro do caule, a matéria fresca, a matéria seca, o teor e a produção do óleo e a sua caracterização química. O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação e analisado por cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (CG/EM). Houve interação significativa para o teor, produção do óleo e matéria fresca. Para o teor, o menor espaçamento com cobertura morta (2,25%) e o maior espaçamento sem cobertura morta (1,81%), resultaram nas médias superiores. Na produção do óleo, o menor espaçamento com cobertura morta resultou na maior média significativa: 484,50 kg ha⁻¹. Na matéria fresca, as maiores significativas das médias ocorreram no menor espaçamento com cobertura morta: 8765,0 kg ha⁻¹, seguido do maior espaçamento sem cobertura morta: 6112,5 kg ha⁻¹. Para a matéria seca, apenas o menor espaçamento foi significativo, com 3052,14 kg ha⁻¹. Não houve diferença significativa para a altura e o diâmetro. As concentrações do α -humuleno e do β -cariofileno não foram diferentes significativamente entre os tratamentos.

Palavras-chave: Óleo essencial. Plantas medicinais. α -humuleno. β -cariofileno. *Varronia curassavica* Jacq.

CHAPTER 2 - BIOMASS, CONTENT, PRODUCTION AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.) UNDER INFLUENCE OF SPACING OF PLANTING AND OF THE MULCH

ABSTRACT

Varronia curassavica Jacq. is a Brazilian native species, with anti-inflammatory medicinal property. Knowing the culture conditions of a medicinal species is important in its conservation and in sustainable production. The objective of this research was to evaluate the biomass, the content and the production of essential oil and its chemical characterization under two spacings, with and without mulch. It was used a randomized block design in a 2x2 factorial design (two spacings - 1.6 x 0.5 m and 1.0 x 0.5 m x with and without mulch), with five replications and 12 plants per plot. After 168 days of cultivation were evaluated: height, stem diameter, fresh matter, dry matter, content and production of the oil and its chemical characterization. The essential oil was extracted by hydrodistillation and analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometer (GC / MS). There was a significant interaction for the content, production of oil and fresh matter. For the content, the smallest spacing with mulch (2.25%) and the largest spacing without mulch (1.81%) resulted in higher average. In the production of oil, the smallest spacing with mulch resulted in the greater significant average: 484.50 kg ha⁻¹. In the fresh matter, the highest significant averages occurred in the smallest spacing with mulch: 8765.0 kg ha⁻¹, followed by the wider spacing without mulch: 6112.5 kg ha⁻¹. For dry matter, only the smallest spacing was significant, with 3052.14 kg ha⁻¹. There was no significant difference to height and diameter. The concentrations of α -humulene and β -caryophyllene were not significantly different between the treatments.

Keywords: Essential oil. Medicinal plants. α -humulene. β -caryophyllene.

Varronia curassavica Jacq.

1 INTRODUÇÃO

O uso de plantas, com propriedades terapêuticas e fitoquímicos isolados para a prevenção e o tratamento de várias doenças na saúde, tem sido uma antiga prática, tão antiga quanto a própria história humana, e, por um longo período de tempo, os produtos vegetais, animais e minerais foram as principais fontes de drogas (RATES, 2001; SAHOO *et al.*, 2010). Os medicamentos fitoterápicos são amplamente utilizados no mundo. Porém há, ainda, uma grande lacuna entre a melhor evidência científica para comprovação da eficácia de tais medicamentos e o que as pessoas realmente usam para tratar uma doença (CARMONA; PEREIRA, 2013).

A erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) é um arbusto distribuído ao longo da região costeira do Brasil. As suas folhas são amplamente utilizadas na medicina tradicional, principalmente como anti-inflamatória, anti-reumática e analgésica, na forma de extrato alcoólico, decocção e infusões (FERNANDES *et al.*, 2007). O efeito anti-inflamatório da espécie tem sido atribuído principalmente aos compostos α -humuleno e β -cariofileno, encontrado no óleo essencial da espécie (FERNANDES *et al.*, 2007; MEDEIROS *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2011). Michielin *et al.* (2009b) relatam que o extrato de folhas da espécie, obtido utilizando extração por CO₂, possui atividade anti-bacteriana. Oliveira *et al.* (2011) relatam que o extrato alcoólico da planta apresentou, além da ação anti-inflamatória, a ação anti-alérgica, atuando na inibição da histamina, substância relacionada aos processos alérgicos no organismo, e indicaram o extrato da planta para a possível produção de um novo medicamento anti-alérgico.

A produção de plantas medicinais apresenta aspectos técnicos que podem definir a sua viabilidade econômica (MARCHESE; FIGUEIRA, 2005). O conhecimento prévio das condições de cultivo é de fundamental importância para estimular o aumento ou manter a produção dos componentes dos metabólitos secundários de importância econômica reconhecida (LIMA *et al.*, 2003). O cultivo de plantas medicinais conduzido de

forma errônea pode resultar em plantas com produtos ativos em pequenas concentrações ou até mesmo aumentar a concentração de substâncias consideradas tóxicas, tornando o produto nocivo e de utilização terapêutica inviável (FREIRE, 2004).

Pesquisas agronômicas e químicas relacionadas às plantas medicinais buscam, além de maximizar o conteúdo dos metabólitos secundários, a avaliação da variação dos constituintes de interesse farmacêutico (ARAÚJO, 2007). Para espécies medicinais, a densidade de plantio pode vir a favorecer a produtividade, quanto à biomassa e quanto aos princípios ativos de interesse para a indústria farmacêutica e cosmética (PAULUS *et al.*, 2013). Já a cobertura morta promove a maior conservação da água no solo, influenciando na sua variação da temperatura e, após a sua decomposição, é incorporada ao ambiente, agregando maiores quantidades de matéria orgânica e melhorando as condições edáficas (MARTINS *et al.*, 2000).

Por ser uma planta nativa, são encontrados poucos estudos a respeito do cultivo da erva-baleeira na literatura, consistindo, portanto, em uma lacuna do conhecimento. Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a biomassa, o teor, a produção e a composição química, além da quantificação do α -humuleno e do β -cariofileno presente no óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.), sob influência do espaçamento de plantio, com e sem cobertura morta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado em uma área do Horto Medicinal do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), situado no município de Montes Claros, Minas Gerais. As coordenadas da área experimental são: 16° 40' 49,5" de latitude S e 43° 50' 23,5" de longitude W, com 605 m de altitude. O clima da região é denominado Aw – clima tropical de savana com inverno seco e verão chuvoso, semiárido, segundo a classificação de Köppen (LEITE *et al.*, 2004).

O experimento foi conduzido durante o período de março a setembro de 2013. Foi feita uma análise do solo da área experimental na camada de 0-20 cm. A caracterização química e física foi realizada no Laboratório de Análises de Solos do ICA/UFMG e seus atributos figuram na TAB. 1.

TABELA 1
Atributos químicos e físicos do solo da área experimental

Atributos do solo	Amostra	
	Valor	Nível
pH em água	6,9	Alto
P Mehlich (mg dm ⁻³)	2,82	Muito baixo
P remanescente (mg L ⁻¹)	22,28	
Ca (cmolc dm ⁻³)	6,90	Muito bom
Mg (cmolc dm ⁻³)	1,90	Muito bom
Al (cmolc dm ⁻³)	0,00	Muito baixo
H + Al (cmolc dm ⁻³)	1,66	Baixo
SB (cmolc dm ⁻³)	8,80	Muito bom
t (cmolc dm ⁻³)	8,80	Muito bom
m (%)	0	Muito baixo
T (cmolc dm ⁻³)	10,46	Bom
V (%)	84	Muito bom
Mat. Orgânica (dag Kg ⁻¹)	3,39	Médio
Carbôno Orgânico (dag Kg ⁻¹)	1,97	Médio
Areia grossa (dag Kg ⁻¹)	9,00	
Areia fina (dag Kg ⁻¹)	25,00	
Silte (dag Kg ⁻¹)	34,00	
Argila (dag Kg ⁻¹)	32,00	Textura média

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 (dois espaçamentos, com e sem cobertura morta), com cinco repetições. Foram avaliados os seguintes tratamentos: espaçamento 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta; espaçamento de 1,6 x 0,5 m, com cobertura morta; espaçamento de 1,0 x 0,5 m, sem cobertura morta; e espaçamento 1,0 x 0,5 m, com cobertura morta. As plantas foram arranjadas em fileiras simples dentro da parcela experimental.

A cobertura morta foi obtida dos restos da capina e da poda das árvores e dos arbustos do campus do ICA e era constituída principalmente por grama batatais (*Paspalum notatum*) e acácia (*Acacia manjiun*).

As mudas de erva-baleeira foram produzidas utilizando-se sementes doadas pelo Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas da Universidade Estadual de Campinas (CPQBA-UNICAMP). A produção das mudas foi realizada em casa-de-vegetação, sendo conduzida em bandejas de isopor contendo areia e, após 40 dias, as mudas foram repicadas para saquinhos plásticos, até o momento do plantio, contendo substrato composto de solo, esterco bovino curtido e areia, na proporção de 1:1:1.

Cada parcela experimental foi constituída de 12 plantas de erva-baleeira, sendo 60 por tratamento e o total de 240 plantas no experimento. Para a área útil, utilizaram-se apenas as duas plantas centrais da parcela, sendo que as demais constituíram a bordadura. O tamanho total das parcelas com o espaçamento 1,6 x 0,5 foi de 9,6 m² e o tamanho da área útil foi de 1,6 m². Já nas parcelas com o espaçamento de 1,0 x 0,5 m, o tamanho total foi de 6 m² com área útil de 1,0 m².

As mudas foram distribuídas na área conforme o bloco e o espaçamento e logo após adicionou-se a cobertura morta de acordo com cada tratamento, tomando-se o cuidado para que essa não ficasse muito próxima das parcelas sem cobertura. Cada bloco foi separado um do outro com uma distância mínima de 0,6 m e entre as parcelas manteve-se uma

distância mínima de 0,5 m. Na FIG. 2, tem-se um croqui da distribuição das parcelas dentro de cada bloco, conforme o local de realização do experimento:

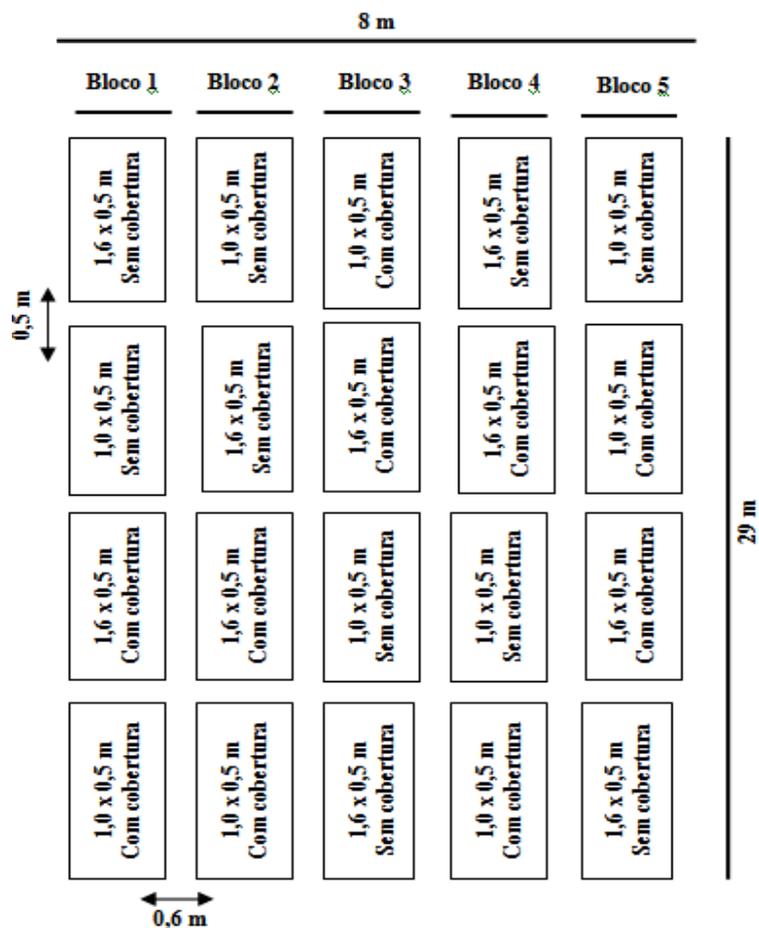


FIGURA 2 - Croqui da área experimental com erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros - MG, 2014

Fonte: Da autora.

Na FIG. 3 e na FIG. 4, tem-se o croqui da distribuição das plantas dentro de cada parcela com o espaçamento de 1,6 x 0,5 m e 1,0 x 0,5 m, respectivamente:

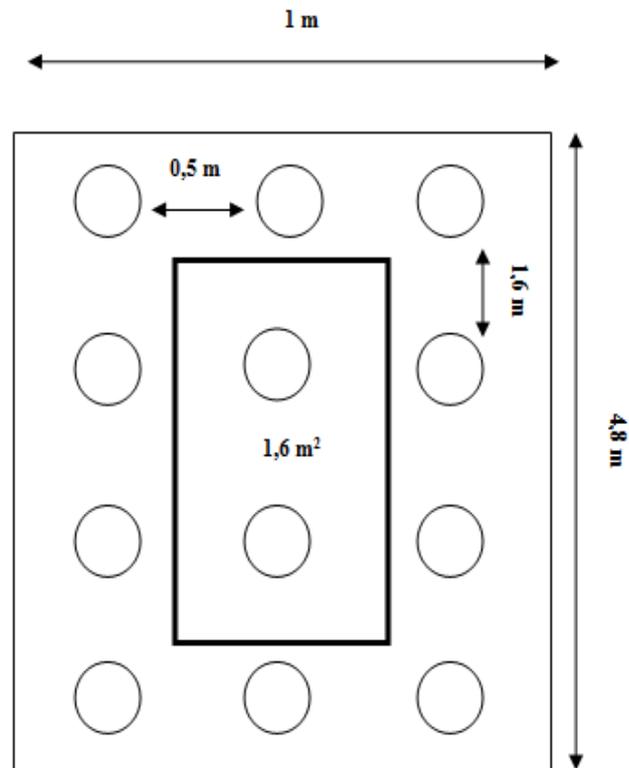


FIGURA 3 - Croqui da disposição das plantas na parcela do espaçamento 1,6 x 0,5 m, com destaque para as plantas da área útil do experimento com erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros – MG, 2014

Fonte: Da autora.

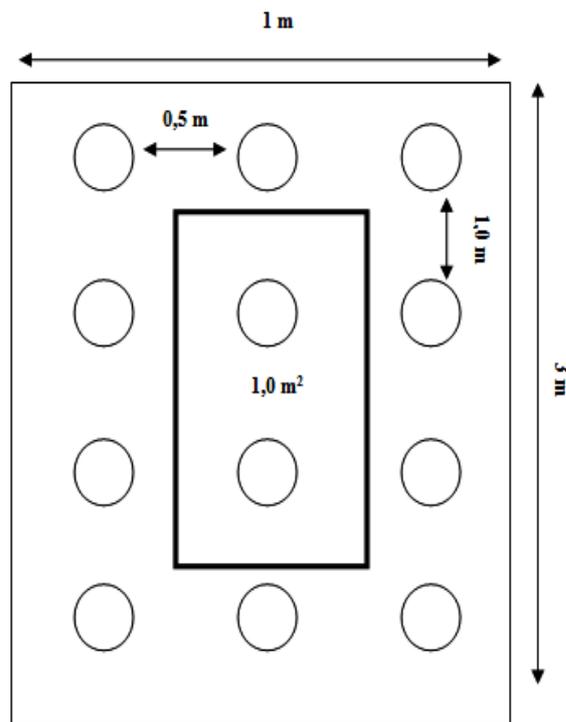


FIGURA 4 - Croqui da disposição das plantas na parcela do espaçamento 1,0 x 0,5 m, com destaque para as plantas da área útil do experimento com erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros - MG, 2014

Fonte: Da autora.

Foi realizada a limpeza da área, a aração e a gradagem para a descompactação e o destorroamento do solo. Após isso, realizou-se o plantio das mudas em covas com dimensões de 20 cm x 20 cm x 20 cm. A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo, utilizando-se 0,6 g de fosfato natural reativo Biovar e 160 g de esterco bovino curtido em cada cova. O solo mais profundo foi misturado à adubação e o solo superficial colocado no fundo da cova.

Os tratamentos culturais, entre o transplante e a colheita, incluíram também irrigações diárias, utilizando sistema de microaspersão e o controle das plantas daninhas na área, realizado por capina manual na linha e nas entrelinhas a cada 15 dias. Nas parcelas com cobertura, foi realizado o

arranquio manual, tomando-se o cuidado de não retirar a cobertura morta da parcela.

Aos 168 dias após o plantio, a parte aérea das plantas foi colhida, com o auxílio de uma tesoura de poda a 10 cm acima do solo. Os seguintes dados foram analisados: altura das plantas, diâmetro do caule, peso da matéria fresca da parte aérea. Após isso, uma amostra representativa das plantas para determinação do peso seco, e uma outra amostra para extração do óleo essencial foram levadas ao Laboratório de Plantas Medicinais do ICA/UFMG. As amostras para determinação do peso da matéria seca foram colocadas em estufa de circulação forçada à temperatura de 60°C, até peso constante.

Os dados obtidos para essas variáveis do experimento foram submetidos à análise de variância, em esquema fatorial 2 x 2, e ao teste Tukey a 5%, utilizando-se o Programa SAEG - Sistema para Análise Estatísticas (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

2.2 Extração do óleo essencial e análise cromatográfica

Foram retiradas de ambas as plantas da área útil 50 g de folhas frescas, totalizando 100 g por parcela. Selecionaram-se folhas representativas da planta inteira, sendo retiradas folhas da região apical, mediana e basal. Essa amostra foi devidamente homogeneizada e congelada para posterior extração do óleo essencial. No momento da extração, as folhas foram picadas, com o auxílio de uma tesoura, em pequenos fragmentos.

O óleo essencial foi obtido pelo método de hidrodestilação durante 2 horas, utilizando-se o aparelho Clevenger. Após esse período, a massa do óleo essencial foi determinada em balança analítica. O material vegetal resultante da extração foi submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60° C até peso constante, para a determinação da matéria seca das amostras. O teor de óleo (%) foi calculado com base no valor da massa do óleo dividido pelo peso da matéria seca da amostra e o resultado multiplicado por 100. A produção do óleo essencial foi calculada com base

nos valores do teor multiplicados pelos valores da amostra da massa seca das plantas.

Após a extração e a pesagem do óleo essencial da erva-baleeira, foi adicionado sulfato de sódio anidro, para a retirada do excesso de hidrolato das amostras, que foram armazenadas em frascos âmbar. Posteriormente, essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Química Instrumental do ICA/UFMG, para a caracterização química do óleo essencial e a quantificação do α -humuleno e do β -cariofileno. As amostras de óleo essencial foram pesadas, utilizando-se balança analítica Shimadzu (Kyoto, Japão) e diluídas em diclorometano para análises cromatográficas. Posteriormente, foram transferidas para vials de 2 mL e as injeções realizadas por Cromatografia Gasosa, acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM). As análises cromatográficas foram realizadas em cromatógrafo a gás, Agilent Technologies (GC 7890A), acoplado a um detector espectrômetro de massas (MS 5975C). Utilizou-se coluna capilar HP-5 MS (Agilent Technologies, fase estacionária 5% fenil e 95% metilpolisiloxano, 30 m x 250 μ m d.i. x 0,25 μ m espessura do filme). Foi utilizado como gás de arraste o Hélio (99,9999% de pureza), a uma taxa de 1 mL min⁻¹. O injetor *split/splitless* foi mantido a 220 °C e a programação de temperatura foi de 60 °C, com um aumento de 3 °C/min⁻¹ até atingir 240 °C (25 min). O volume de amostra introduzido foi de 1 μ L, no modo de injeção com divisão de fluxo e razão de 1:5, *split*, utilizando-se um injetor Combi PAL. O espectrômetro de massas foi operado com ionização por elétrons a 70 eV e um analisador de massas tipo quadrupolo, operado no modo *scan* (monitoramento), na faixa de 29 a 550 (m/z). A interface foi mantida a 240 °C e a fonte de íons, a 230 °C.

Para a realização da análise de variância do teor e da produção, os dados obtidos foram submetidos aos Testes de Cochran e Bartlett e ao Teste de Lilliefors, para avaliar a homogeneidade de variâncias e a normalidade, respectivamente. Como ambas apresentaram valores normais, não foi necessária a transformação dos dados. Assim, os valores das médias obtidas para o teor e para a produção do óleo foram submetidos ao Teste Tukey a

5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

2.3 Caracterização química do óleo essencial e quantificação do α -humuleno e do β -cariofileno

Após a obtenção dos cromatogramas para cada uma das repetições de todos os tratamentos e da obtenção dos espectros de massas para cada pico obtido em cada cromatograma, foi realizada a análise para a identificação dos compostos presentes no óleo. A identificação foi realizada pela comparação dos padrões de fragmentação, fornecidos pelo espectrômetro de massas com os espectros existentes no banco de dados da biblioteca virtual *National Institute of Standards and Technology* (NIST 05). Além disso, pelo cálculo do índice de retenção e pela comparação com o encontrado na literatura (ADAMS, 1995). Realizou-se o cálculo da porcentagem da área do pico, selecionando-se apenas os compostos que apresentaram 1% dessa área.

Na quantificação de α -humuleno e do β -cariofileno, as amostras foram injetadas no módulo SIM do CG-EM. As concentrações em mg mL^{-1} do α -humuleno e do β -cariofileno foram obtidas por meio da injeção de padrão sintético. Foram preparadas curvas analíticas com o padrão de α -humuleno e do β -cariofileno com cinco pontos, com concentrações variando entre 0,05 mg mL^{-1} e 0,57 mg mL^{-1} , para o β -cariofileno e variando de 0,01 mg/mL^{-1} e 0,09 mg/mL^{-1} , para o α -humuleno.

Os dados foram expressos pela média dos valores encontrados nas cinco repetições e pelo desvio padrão dessas médias. Os valores da abundância relativa encontrados para α -humuleno, para o β -cariofileno e para os compostos com maior abundância foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste Tukey a 5% de significância, utilizando-se o programa SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). A concentração do α -humuleno e do β -cariofileno foram correlacionados, utilizando-se a correlação de Pearson, com os dados obtidos para a produção do óleo essencial, também

utilizando-se o programa SAEG.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Biomassa, teor e produção do óleo essencial em função do espaçamento e da cobertura morta

O resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios e os coeficientes de variação encontram-se na TAB. 2. Houve interação significativa entre os fatores espaçamento e cobertura morta para a matéria fresca (MF), para o teor do óleo essencial (TEOR) e para produção do óleo essencial (PROD) de *Varronia curassavica* Jacq. A variável matéria seca (MS) apresentou diferenças significativas entre os tratamentos apenas para o fator espaçamento. A altura (ALT) e o diâmetro (DIAM) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

TABELA 2

Resumo da análise de variância das características: altura (ALT), diâmetro (DIAM), matéria fresca (MF), matéria seca (MS), teor do óleo (TEOR) e produção do óleo essencial (PROD) de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros – MG, 2014

F.V.	GL	Quadrados médios					
		ALT (cm)	DIAM (mm)	MF (kg ha ⁻¹)	MS (kg ha ⁻¹)	TEOR (%)	PROD (kg ha ⁻¹)
Bloc	4	452,453	98,619*	1469732	293324,3	0,369	8271,13
Esp	1	681,995	22,578	10795290*	2375776**	0,52	208710,3**
Cob	1	270,48	24,31	6998924	605266	0,065	5524,9
EspxCob	1	250,561	13,366	9826268*	1043738	1,76**	59381,84**
Resíduo	12	182,782	18,787	1697269	233967,5	0,124	4353,99
CV (%)		11,68	16,18	19,34	17,87	20,29	21,2

Notas: *Significativo a 5% pelo teste F. **Significativo a 1% pelo teste F. F.V.= Fontes de variação. GL= grau de liberdade. Bloc= Bloco. Esp= Espaçamento. Cob= Cobertura. Esp x Cob= Espaçamento x Cobertura. CV= Coeficiente de variação. Fonte: Da autora.

Montanari Júnior (2011) sugere que, por ser uma planta pouco estudada e sem resultados anteriores, devem ser realizados trabalhos com mais de quatro repetições e com mais de dez plantas por parcela, a fim de aumentar a precisão experimental e reduzir o coeficiente de variação.

Na TAB. 3, podem ser observados os valores das médias para as variáveis teor do óleo essencial (%) após o desdobramento da interação significativa do esquema fatorial 2 x 2.

TABELA 3

Valores médios do teor de óleo essencial (%) de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros – MG, 2014

Espaçamento	Sem cobertura morta	Com cobertura morta
1,6 x 0,5 m	1,81 Aa	1,33 Ba
1,0 x 0,5 m	1,55 Ab	2,25 Aa

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora.

Desdobrando-se o fator espaçamento dentro do fator cobertura morta, observa-se que o espaçamento de 1,0 x 0,5 m, com cobertura morta apresentou o maior valor médio quanto ao teor do óleo (2,25%). O espaçamento 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta, apresentou o segundo maior valor da média do teor (1,81%), sendo ambos os espaçamentos estatisticamente semelhantes entre si e significativamente superiores aos demais. O mesmo ocorreu no desdobramento da cobertura morta dentro do fator espaçamento, onde o menor espaçamento (1,0 x 0,5 m), com cobertura morta e o maior espaçamento (1,6 x 0,5 m), sem cobertura morta apresentaram valores de médias semelhantes estatisticamente entre si e superiores aos demais tratamentos.

Montanari Júnior (2011), estudando a variação genética em uma população de *Varronia curassavica* Jacq., observou média de 0,60% de óleo essencial na espécie, utilizando o espaçamento de 1,6 x 0,5 m. Entretanto esse autor utilizou folhas secas na extração do óleo essencial, o que pode ter resultado nessa diferença no teor. Trabalhando com diferentes horários de coleta e influência do dossel no teor de óleo essencial da erva-baleeira, Souza *et al.* (2011) encontraram a maior média de 0,96% no horário das 18

horas e os valores médios variando de 0,98%, na orientação norte e 1,00%, na orientação sul, ambas no dossel basal da planta.

Os elevados valores do teor do óleo essencial encontrados nesse experimento para o espaçamento 1,0 x 0,5 m, com cobertura morta (2,25%) e para o espaçamento 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta (1,82%), além de se tratar de material selecionado por pesquisadores do CPQBA-UNICAMP, podem ter como explicação a idade da planta. Souza *et al.* (2011) e Montanari Júnior (2011) colheram as plantas de erva-baleeira após dozes meses, e nesse experimento, as plantas foram colhidas com a metade do tempo, aproximadamente 6 meses após o plantio. Segundo Moraes (2009), a idade e o estágio fenológico da planta influenciam não somente a quantidade total de metabólitos secundários produzidos pela espécie, mas também a a proporção relativa desses componentes. Ainda de acordo com esse autor, geralmente, plantas com tecidos mais jovens apresentam elevada atividade biossintética, aumentando, assim, a quantidade de vários compostos, e, dentre esses, o óleo essencial. Gobbo-Neto e Lopes (2007) alegam que a época em que a espécie que contém a droga é coletada também influencia, já que a natureza dos compostos ativos não é constante durante o ano. A colheita de plantas medicinais deve ser realizada, preferencialmente quando houver a maior produção conjunta de biomassa e do princípio ativo de acordo com a característica da espécie e com a parte de interesse (MARCHESE; FIGUEIRA, 2005).

Biasi *et al.* (2009) não observaram diferença significativa entre o solo com cobertura morta e a testemunha quanto ao teor (%) e a produção do óleo essencial ($L\ ha^{-1}$) da espécie *Melissa officinalis* L. Já Lemos *et al.* (2013), trabalhando com o cultivo convencional e orgânico de capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.], utilizando cobertura morta na área de cultivo, observaram que o rendimento e o teor do óleo essencial da espécie no cultivo orgânico foram superiores ao obtido no cultivo convencional. A presença dos compostos orgânicos provenientes da cobertura morta na área de cultivo promove melhorias nas propriedades físicas do solo, beneficiadas

pela presença das substâncias húmicas. Essas substâncias exercem um efeito indireto sobre o crescimento vegetal por meio do condicionamento das propriedades físicas e biológicas do solo, que atuam diretamente no metabolismo vegetal (CANELLAS *et al.*, 2002).

Melo *et al.* (2011), trabalhando com o cultivo de *Lippia sidoides* Cham. sob diferentes espaçamentos, mesmo não observando diferenças significativas, encontraram a maior média para o teor de óleo essencial da espécie, utilizando-se o menor espaçamento (1,0 x 0,5 m). Monteiro *et al.* (2011), trabalhando com a espécie *Mentha campestris* Schur., em diferentes espaçamentos de plantio e épocas de colheita, observaram que houve a interação significativa para o teor de óleo. O cultivo mais adensado (0,15 x 0,60 m) proporcionou um maior teor de óleo essencial para essa espécie. Esses autores citam a luz como um dos fatores que podem ter influenciado diretamente o crescimento das plantas e o teor de óleo essencial das espécies nos tratamentos com os espaçamentos mais adensados. A intensidade luminosa influencia a concentração e a composição dos óleos essenciais, uma vez que a radiação solar, juntamente com o fotoperíodo e a temperatura, são fatores que mais afetam diretamente o crescimento e o desenvolvimento vegetal, e indiretamente, com os efeitos térmicos, sendo de fundamental importância à produção de fitomassa (MARCHESE; FIGUEIRA, 2005; MORAIS, 2009).

Trabalhando com a espécie *Aloysia triphylla* em diferentes espaçamentos e épocas de colheita, Paulus *et al.* (2013) não observaram interação significativa, mas observaram o maior valor para o teor de óleo essencial da espécie no maior espaçamento utilizado (1,0 x 1,0). O menor espaçamento (1,0 x 0,6 m) resultou em um menor teor de óleo essencial. Em conformidade com autores, o maior espaçamento possibilitou a maior incidência de raios solares, o que, provavelmente, influenciou na atividade fotossintética, na área foliar, na produção de biomassa e, conseqüentemente, no teor de óleo essencial, fato esse que também poderia explicar o valor

médio elevado encontrado para o maior espaçamento, sem cobertura morta, utilizado nesse experimento.

Na TAB. 4, são apresentados os valores médios para a produção do óleo essencial (kg ha^{-1}), após o desdobramento da interação do esquema fatorial 2 x 2:

TABELA 4

Valores médios da produção do óleo essencial (kg ha^{-1}) de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros – MG, 2014

Espaçamento	Sem cobertura morta	Com cobertura morta
1,6 x 0,5 m	246,95 Ba	171,21 Ba
1,0 x 0,5 m	342,28 Ab	484,50 Aa

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora.

Quanto à produção de óleo essencial (kg ha^{-1}), observa-se que o espaçamento 1,0 x 0,5 m, com cobertura morta apresentou o valor da média significativamente superior aos demais tratamentos para essa variável: 484,5 kg ha^{-1} . Melo *et al.* (2011) encontraram o valor médio superior para a produtividade de óleo de alecrim-pimenta no menor espaçamento utilizado (1,0 x 0,5 m). Marco *et al.* (2006), trabalhando com o capim citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt.), sob diferentes espaçamentos e épocas de corte, observaram os valores da produção de óleo essencial da espécie superiores, quando cultivada no menor espaçamento (0,5 x 0,5 m), colhida aos 6 e aos 8 meses após o plantio. De acordo com os autores, o menor espaçamento promoveu uma menor área por planta, resultando em uma maior altura da planta, com conseqüente aumento da biomassa, refletindo, assim, em uma maior produção de óleo essencial. Segundo Lemos *et al.* (2013), a presença da cobertura morta na área de cultivo aumenta a estabilidade térmica e hídrica do solo, o que também favorece o crescimento em altura das plantas, resultando no aumento da área foliar. Isso é um fator

importante, pois a matéria-prima destinada à extração de óleo essencial da erva-baleeira são as folhas.

Para a variável matéria fresca, a interação do esquema fatorial 2 x 2 também foi significativa. Na TAB. 5, pode ser observado o desdobramento dessa interação, com as respectivas médias:

TABELA 5
Valores médios da matéria fresca (kg ha^{-1}) de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros – MG, 2014

Espaçamento (m)	Sem cobertura morta	Com cobertura morta
1,6 x 0,5 m	6112,5 Aa	5893,75 Ba
1,0 x 0,5 m	6180,0 Ab	8765,0 Aa

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Da autora.

Assim como para o teor de óleo essencial, a média observada no espaçamento de 1,0 x 0,5 m, com cobertura morta ($8765,0 \text{ kg ha}^{-1}$) foi significativamente superior às demais, juntamente com a média observada no espaçamento de 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta ($6112,5 \text{ kg ha}^{-1}$). Esses dois tratamentos foram estatisticamente semelhantes entre si. A maior produtividade observada no menor espaçamento utilizado pode ser relacionada à competição que ocorreu entre as plantas pela luminosidade. Isso porque essa competição proporciona plantas mais altas por unidade de área no menor espaçamento, com melhor interceptação de radiação solar, maior taxa de fotossíntese, dentre outros fatores, que, conseqüentemente, aumentam a eficiência da absorção de água e de nutrientes do solo (TAIZ; ZEIGER, 2004). Munarin *et al.* (2010) não observaram interação significativa entre espaçamentos e cobertura do solo com cama-de-frango, trabalhando com a espécie medicinal bardana (*Arctium lappa* L.). Entretanto esses autores afirmam que o menor espaçamento (0,40 m) influenciou na produção de massa fresca das plantas com a maior produtividade, uma vez que, em espaçamentos menores, os processos metabólicos dos vegetais tornaram-se

mais eficazes, favorecendo o melhor aproveitamento dos recursos no ambiente. No solo com a cama-de-frango, houve uma tendência favorável na produção de massa fresca da planta, mesmo não sendo diferente estatisticamente do tratamento sem cama-de-frango.

A interação entre espaçamento e cobertura morta não foi significativa para a variável matéria seca (kg ha^{-1}). Contudo o fator espaçamento apresentou diferença estatística entre os tratamentos. Na TAB. 6, podem ser observados os valores médios para essa variável, após a aplicação do teste F a 1% de probabilidade:

TABELA 6
Valores médios da matéria seca (kg ha^{-1}) de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros – MG, 2014

Espaçamentos	MS (kg ha^{-1})
1,6 x 0,5 m	2362,82 B
1,0 x 0,5 m	3052,14 A

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F a 1% de probabilidade
Fonte: Da autora.

Observa-se que o menor espaçamento utilizado apresentou o valor da média estatisticamente superior, sendo de: $3052,14 \text{ kg ha}^{-1}$. Em seu trabalho, Munarin *et al.* (2010) observaram que o menor espaçamento utilizado (0,40 cm) para as plantas de bardana resultou na maior produção de massa seca das folhas. Esse resultado sugere que, provavelmente, as plantas não atingiram a pressão populacional que reduziria a sua capacidade produtiva total, devido à competição por fatores de crescimento, como a radiação solar fotossinteticamente ativa, água e nutrientes, o que promoveria um decréscimo da produtividade das plantas cultivadas (MUNARIN *et al.*, 2010).

De acordo com Rambo *et al.* (2003), quando uma planta apresenta maiores rendimentos em arranjos com redução do espaçamento, esse aumento pode estar associado a vários fatores, como: melhor uso da água

decorrente do rápido sombreamento do solo; melhor distribuição das raízes; redução da competição intraespecífica; proporciona maior vantagem sobre as plantas daninhas; exploração uniforme da fertilidade do solo e maior e mais rápida interceptação luminosa. Além disso, a presença da matéria orgânica influi na ação microbiológica do solo, que contribui para liberar e disponibilizar nutrientes, o que mantém a microfauna ativa e promovendo o aumento dos rendimentos das culturas (LEMOS *et al.*, 2013).

3.2 Composição química do óleo essencial

Na análise da composição química do óleo de *Varronia curassavica* Jacq., foram identificados no total 27 compostos. Na TAB. 7, são apresentados os valores médios dos compostos identificados pelo tempo de retenção (RT) e pelo índice de retenção calculado (IR), de acordo com cada um dos quatro tratamentos avaliados neste experimento.

TABELA 7

Abundância relativa dos compostos químicos detectados no óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros – MG, 2014

Nº pico	Compostos	Clas.	R.T. (min)	IR	IR LIT.*	Tratamentos			
						T1	T2	T3	T4
1	α-tujeno	Mo	5,37	925	930	1,7±1,9	2,2±2,0	-	1,3±1,5
2	α-pineno	Mo	5,59	934	939	25,7±11,9	32,9±7,9	32,9±5,8	32,6±5,0
3	sabineno	Mo	6,61	973	975	1,4±0,4	1,3±0,6	-	1,5±0,5
4	β-pineno	Mo	6,78	979	979	-	2,8±2,3	1,3±0,6	-
5	β-felandreno	Mo	8,44	1031	1030	1,0±0,8	-	-	-
6	eucaliptol	Mo	8,49	1032	1031	2,0±1,1	1,8±0,9	2,0±0,8	2,4±0,5
7	δ-elemento	Ses	20,73	1332	1338	-	3,4±4,1	1,5±2,6	2,7±3,8
8	β-elemento	Ses	23,00	1386	1391	2,3±0,6	2,1±1,1	2,6±1,7	1,4±0,7
9	sesquitujeno	Ses	23,58	1400	1391	1,5±0,3	1±0,2	1,3±0,9	1,2±0,7
10	α-bergamoteno	Ses	24,00	1410	1413	9,9±17,8	-	1,5±0,7	1,0±0,4
11	β-cariofileno	Ses	24,24	1416	1419	16,3±2,9	15,2±3,5	19,2±5,2	15,1±2,1
12	β-gurjuneno	Ses	24,64	1426	1434	1,5±1,6	1,4±1,4	-	-
13	α-humuleno	Ses	25,67	1451	1455	4,5±1,4	3,8±1,0	4,4±0,9	3,7±0,5
14	alloaromadendreno	Ses	25,84	1455	1460	8,2±9,0	4,3±3,7	4,9±3,5	3,3±1,9
15	γ-muuroloeno	Ses	26,71	1477	1480	1,4±0,4	1,3±0,6	-	-
16	biciclogermacreno	Ses	27,31	1491	1500	-	2,9±2,3	1,3±0,6	-

TABELA 7

Abundância relativa dos compostos químicos detectados no óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros – MG, 2014 (continua)

Nº pico	Compostos	Clas.	R.T. (min)	IR	IR LIT.*	Tratamentos			
						T1	T2	T3	T4
17	β-bisaboleno	Ses	27,87	1505	1506	1,0±0,8	-	-	-
18	γ-cadineno	Ses	28,11	1511	1514	2,1±1,1	-	-	-
19	desconhecido	desc	28,23	1514	1515	-	3,4±4,1	1,5±2,6	2,7±3,8
20	desconhecido	Desc	28,24	1515	-	-	2,1±1,1	2,6±1,7	-
21	espatulenol	Ses	30,47	1572	1578	1,5±0,3	-	-	-
22	óxido de cariofileno	Ses	30,65	1576	1583	9,9±17,8	-	1,5±0,7	-
23	desconhecido	desc	30,78	1580	-	-	15,2±3,5	-	-
24	desconhecido	desc	31,07	1587	-	-	-	-	-
25	cubenol	Ses	32,47	1624	1629	-	3,8±1,0	-	-
26	α-bergamotol	Ses	33,92	1663	1691	8,2±9,0	4,3±3,7	4,9±3,5	3,3±1,9
27	α-santalol	Ses	34,32	1673	1703	1,6±1,8	1,3±0,7	1,0±0,5	-
Total dos picos de monoterpenos (%)						29,8	39,2	34,3	35,4
Total dos picos de sesquiterpenos (%)						56,9	39,2	47,9	33,7
Outros (%)						4,3	13,5	7,3	20,8

Notas: Clas: Classe. IR LIT*: Índice de retenção da literatura. Mo: monoterpenos. Ses: sesquiterpenos. -: não detectado. T1: Espaçamento 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta. T2: Espaçamento 1,6 x 0,5 m, com cobertura. T3: Espaçamento 1,0 x 0,5 m, sem cobertura. T4: Espaçamento 1,0 x 0,5 m, com cobertura. Valores de porcentagem nos tratamentos representam a média de 5 repetições ± desvio padrão, considerando os compostos acima de 1% da área do pico do cromatograma. Fonte: Da autora.

O óleo essencial apresentou principalmente mono e sesquiterpenos, constituindo em média de 35 a 44% do total dos compostos, respectivamente. Os compostos mais abundantes encontrados nas amostras analisadas por CG-EM nos quatro tratamentos foram o α -pineno e o β -cariofileno. O α -pineno foi o composto majoritário encontrado com: 25,72%, 32,97%, 32,96% e 32,6%, nos espaçamentos de 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta; 1,6 x 0,5 m, com cobertura morta; 1,0 x 0,5 m, sem cobertura morta e 1,0 x 0,5 m, com cobertura morta, respectivamente. O segundo composto que apresentou maior abundância relativa nos tratamentos avaliados, foi o β -cariofileno, que apresentou valores médios de: 16,32% no espaçamento de 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta; 15,15% no espaçamento de 1,6 x 0,5 m, com cobertura morta; 19,24% no espaçamento de 1,0 x 0,5 m, sem cobertura morta; 15,1% no espaçamento de 1,0 x 0,5 m, com cobertura.

O α -humuleno apresentou os valores de: 4,53% no espaçamento de 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta; 3,83% no espaçamento 1,6 x 0,5 m, com cobertura morta; 4,42% no espaçamento de 1,0 x 0,5 m, sem cobertura morta e 3,69% no espaçamento de 1,0 x 0,5 m, com cobertura morta. Segundo Gilbert e Favoreto (2012), o α -humuleno é considerado o principal marcador químico do óleo essencial da espécie e, para a aplicação na indústria, é necessário que o óleo seja padronizado e que contenha um teor mínimo de 2,3% a 2,9% v/v de α -humuleno (MAGALHÃES, 2010; QUISPE-CONDORI, 2008). Vaz *et al.* (2006), cultivando a espécie em quatro municípios paulistas, encontraram um teor mínimo de 2,3% de α -humuleno, valor dentro do mínimo necessário para a utilização do óleo essencial como matéria-prima para a produção de fitomedicamento. Nos tratamentos avaliados, pode ser observado que o valor mínimo encontrado para esse composto foi de 3,69%, no maior espaçamento com cobertura morta. Em todos os tratamentos, foram encontrados valores superiores ao mínimo exigido para padronização e para a utilização na indústria, evidenciando assim, que o óleo essencial encontrado nesse experimento pode vir a ser considerado viável para a produção do fitomedicamento.

O α -pineno é um dos mais importantes compostos presentes no óleo essencial da espécie zimbro (*Juniperus communis* L.), da qual seus frutos maduros são utilizados no preparo da bebida gim. Representa 80% do conteúdo do óleo essencial e é um composto biologicamente ativo, caracterizado por forte ação antimicrobiana (LABOKAS; LOŽIENĖ, 2013). Já os compostos α -humuleno e β -cariofileno são considerados, em alguns trabalhos, como sendo responsáveis pela ação anti-inflamatória do óleo essencial da erva-baleeira (FERNANDES *et al.*, 2007; PASSOS *et al.*, 2007). São intensivamente estudados, sendo reportados como os principais sesquiterpenos presentes na planta (MICHIELIN *et al.*, 2009a; MICHIELIN *et al.*, 2009b).

Carvalho Júnior *et al.* (2004), trabalhando com a composição química e atividade antimicrobiana do óleo essencial da erva-baleeira, observaram a concentração do α -humuleno de 4,64%, entre os 12 picos dos compostos mais abundantes no óleo. Esse valor se assemelha aos encontrados nesse experimento para o α -humuleno, que apresentou valores variando de 3,69% a 4,53%. Esses autores também encontraram como compostos majoritários o α -pineno, com 29,69% e o β -cariofileno, com 25,27%. Michielin *et al.* (2009a) avaliaram a composição química e atividade antibacteriana de extratos de erva-baleeira obtidos por diferentes métodos. Segundo esses autores, o valor máximo encontrado foi de 2,10% de α -humuleno dentre as técnicas avaliadas.

Os valores encontrados para a abundância relativa do α -humuleno foram similares também ao encontrado por Rodrigues *et al.* (2012), que, trabalhando com a composição química e com a atividade antibacteriana e antifúngica do óleo essencial das folhas de *Varronia curassavica* Jacq., encontraram o α -humuleno com uma concentração de 4,8%. Entre os compostos com maior abundância relativa, esses autores também observaram o β -cariofileno (25,4%) e o α -pineno (9,5%).

Paulus *et al.* (2013) encontraram diferenças significativas entre os espaçamentos analisados nos compostos encontrados com a maior

abundância relativa nas amostras do óleo essencial da espécie *Aloysia triphylla*, sendo que o espaçamento 1,0 x 1,0 m resultou no maior teor do gerianal (36,90%) e linalol (12,0%). Nos espaçamentos de 1,0 x 1,0 m e 1,0 x 0,8 m, resultaram nos maiores teores de nerial (27,55 e 25,53%) e de limoneno (16,15 e 14,24%), respectivamente. Segundo os autores, os diferentes espaçamentos utilizados alteram a composição qualitativa e quantitativa do óleo essencial.

De acordo com Lima *et al.* (2003), o valor de mercado de um óleo essencial é verificado mediante a sua qualidade, a qual depende diretamente de sua composição. Dessa forma, conhecer as condições de cultivo é fundamental para manter ou mesmo incrementar a produção dos componentes químicos dos óleos essenciais que apresentam alguma importância econômica. A questão da variabilidade química dos óleos essenciais em plantas medicinais deve ser considerada de alta relevância, uma vez que a droga vegetal produzida, utilizando-se os metabólitos secundários de determinada espécie, é caracterizada pelo teor do princípio ativo que contém. Para ser utilizado e recomendado com segurança, o medicamento pode conter apenas uma variação mínima da substância ativa para que esse seja eficaz e seguro (LIMA *et al.*, 2003).

Nas FIG. 5 e 6, são apresentados os perfis cromatográficos do óleo essencial da erva-baleeira, de acordo com a numeração dos picos da TAB. 7, referente apenas aos compostos encontrados com maior abundância em

cada

tratamento

avaliado.

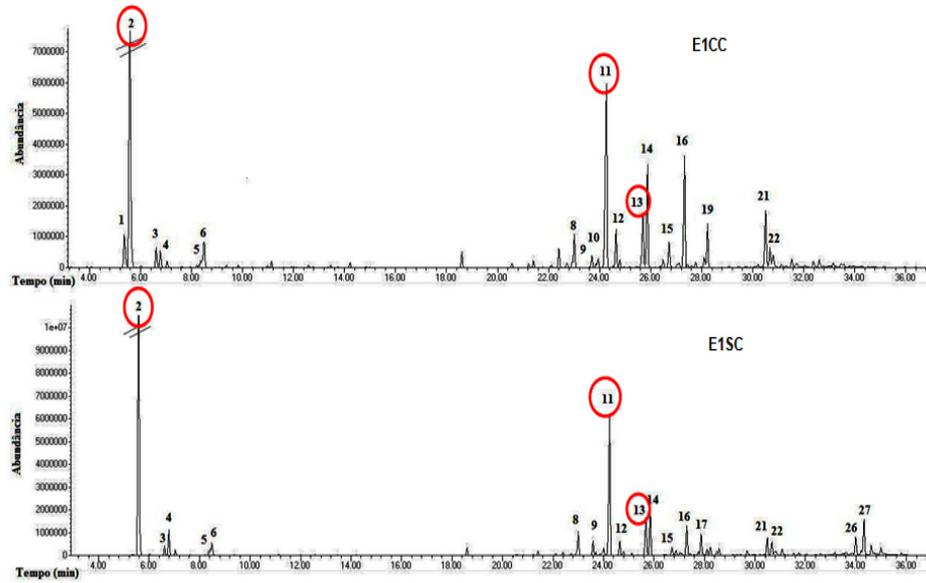


FIGURA 5 - Cromatograma do óleo essencial extraído de folhas de erva baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) cultivadas sob dois espaçamentos, com e sem cobertura, Montes Claros – MG, 2014.

Notas: E1SC: espaçamento 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta. E1CC: espaçamento 1,6 x 0,5 m, com cobertura morta.

Fonte: Da autora.

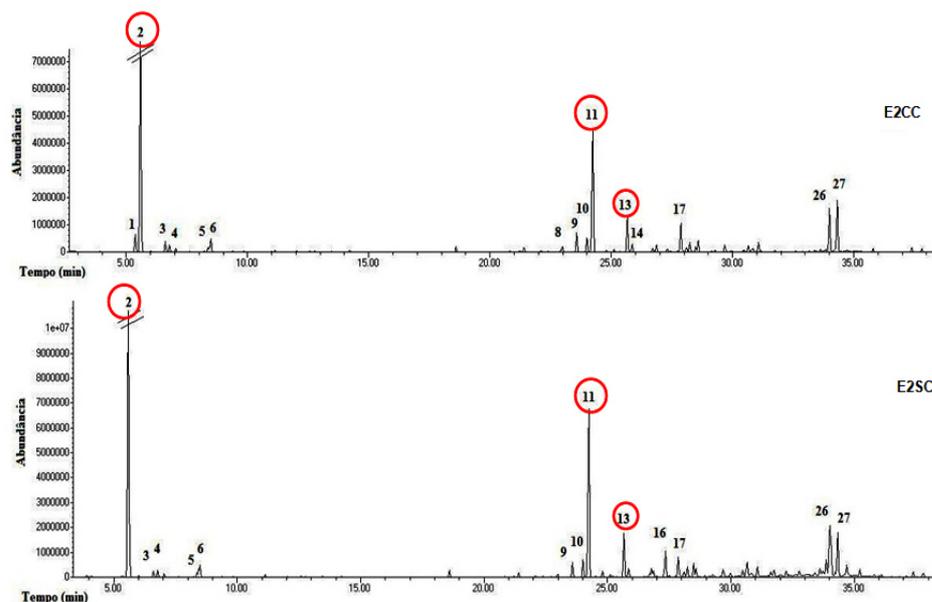


FIGURA 6 - Cromatograma do óleo essencial extraído de folhas de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.), cultivadas sob dois espaçamentos, com e sem cobertura, Montes Claros – MG, 2014.

Notas: E2SC: Espaçamento 1,0 x 0,5 m, sem cobertura morta. E2CC: Espaçamento 1,0 x 0,5 m, com cobertura morta.

Fonte: Da autora.

Nas figuras acima, estão destacados os picos correspondentes aos compostos majoritários encontrados em maior abundância relativa nas amostras de óleo essencial desse experimento: o α -pineno e o β -cariofileno, pico 2 e 11, respectivamente. Também está destacado o marcador químico do óleo de erva-baleeira, o α -humuleno, que é representado pelo pico de número 13.

Realizou-se a análise de variância e o teste F para a abundância relativa dos compostos α -humuleno e do β -cariofileno. Esses compostos não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Na TAB. 8, são apresentados os valores médios e os respectivos coeficientes de variação para cada composto.

TABELA 8

Valores médios e coeficientes de variação da porcentagem relativa dos compostos α -humuleno e do β -cariofileno encontrados no óleo essencial de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros – MG, 2014

Tratamentos	α -humuleno (%)	β -cariofileno (%)
T1	4,53	21,88
T2	3,83	15,15
T3	4,42	19,24
T4	3,69	15,10
CV (%)	20,7	39,1

Notas: T1: Espaçamento 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta. T2: Espaçamento 1,6 x 0,5 m, com cobertura. T3: Espaçamento 1,0 x 0,5 m, sem cobertura. T4: Espaçamento 1,0 x 0,5 m, com cobertura.
Fonte: Da autora.

Na TAB. 9, são apresentados os valores obtidos para a produção do óleo essencial (kg ha^{-1}) de erva-baleeira e para a quantificação do α -humuleno (mg mL^{-1}) e do β -cariofileno (mg mL^{-1}).

TABELA 9

Valores médios da produção do óleo essencial (PROD) (kg ha^{-1}), do α -humuleno (mg mL^{-1}) e do β -cariofileno (mg mL^{-1}), obtidos do óleo essencial da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.), sob dois espaçamentos, com e sem cobertura morta, Montes Claros – MG, 2014

Tratamento	PROD (kg ha^{-1})	α -humuleno (mg L^{-1})	β -cariofileno (mg L^{-1})
T1	246,95	53,36	313,51
T2	171,21	64,95	371,26
T3	342,28	65,77	403,46
T4	484,5	67,90	401,80

Notas: T1: Espaçamento 1,6 x 0,5 m, sem cobertura morta. T2: Espaçamento 1,6 x 0,5 m, com cobertura. T3: Espaçamento 1,0 x 0,5 m, sem cobertura. T4: Espaçamento 1,0 x 0,5 m, com cobertura.
Fonte: Da autora.

Os valores médios encontrados para a quantificação do α -humuleno e do β -cariofileno não foram diferentes, estatisticamente, pelo teste Tukey a 5%. Quanto à correlação de Pearson realizada entre os valores médios da produção do óleo essencial com os valores médios desses dois compostos, essa também não foi significativa. Contudo, comparando os valores

encontrados nos tratamentos para o β -cariofileno: 313,51 mg L⁻¹, 371,26 mg L⁻¹, 403,46 mg L⁻¹ e 401,80 mg L⁻¹, com os valores do α -humuleno 53,36 mg L⁻¹, 64,95 mg L⁻¹, 65,77 mg L⁻¹ e 67,90 mg L⁻¹, pode-se observar que o primeiro composto citado tem uma proporção de 5 a 6 vezes maior que o segundo. Essas proporções mantêm uma similaridade com a proporção da abundância relativa desses compostos encontrados em outros trabalhos da literatura. Para Carvalho Júnior *et al.* (2004), Rodrigues *et al.* (2012) e Michielin *et al.* (2009a), a proporção encontrada desses compostos ficou entorno de 3 a 5 vezes maior para a abundância do β -cariofileno, quando comparada com a concentração do α -humuleno.

Em alguns trabalhos com o estudo dos metabólitos secundários em outras espécies, é observada a presença do β -cariofileno também em proporção maior que o α -humuleno. Na análise do óleo essencial extraído das folhas de *Artemisia annua*, Cai *et al.* (2002) confirmaram a presença do β -cariofileno (30%) e α -humuleno (2%). Cheng *et al.* (2007) encontraram, dentre os compostos voláteis observados em plantas de arroz (*Oryza sativa* L.), o β -cariofileno (19,4%) e α -humuleno (1,4%). Segundo esses autores, esses compostos são produtos resultantes da catalisação realizada pela enzima terpeno-sintetase. Não foram encontrados os mesmos compostos quando analisados *in vitro* e *in vivo*, o que sugere diferenças no metabolismo catalítico dessa enzima.

Ambos os compostos são sesquiterpenos, substâncias pertencentes à classe dos terpenos, que é o grupo mais abundante e estruturalmente diverso dos metabólitos naturais de plantas (THOLL, 2006). Produzidos por diversos organismos vegetais, os terpenos atuam na planta como constituintes de produtos químicos de defesa (CHENG *et al.*, 2007). Esses compostos são sintetizados pela enzima terpeno-sintetase, que catalisa as reações de formação dos monoterpenos e dos sesquiterpenos, e demais grupos de terpenos. Atuam formando compostos individuais ou vários produtos ao mesmo tempo. Entretanto, são necessários mais estudos para entender a estrutura e as funções dessas enzimas e como elas conseguem catalisar a

formação de apenas um composto ou de misturas complexas de produtos com elevada especificidade (DEGENHARDT *et al.*, 2009; THOLL, 2006).

Há muitos estudos sobre o metabolismo dos monoterpenos, porém o estudo do metabolismo dos sesquiterpenos ainda necessita ser mais elucidado (AHARONI *et al.*, 2005). Diversas plantas formam misturas de compostos para que essas misturas sejam ecologicamente mais eficazes que o próprio composto isolado (THOLL, 2006).

Sabe-se que o α -humuleno é considerado o principal marcador químico do óleo essencial da erva-baleeira, composto ao qual é atribuído a ação anti-inflamatória da planta. Entretanto Passos *et al.* (2007), estudando o óleo essencial das folhas da espécie administrado via oral para roedores com inflamações induzidas, relataram um efeito anti-inflamatório pronunciado e de longa duração. Esses efeitos foram relacionados à presença de dois sesquiterpenos: o α -humuleno e o β -cariofileno. Esses autores admitem que o α -humuleno e β -cariofileno representam uma nova opção terapêutica para o tratamento de doenças inflamatórias de perfil crônico. Fernandes *et al.* (2007) avaliaram o efeito anti-inflamatório do α -humuleno e β -cariofileno isolados do óleo essencial da erva-baleeira. Esses autores afirmam que esses compostos atuam interferindo na ação de substâncias mediadoras do processo inflamatório e na regulação da expressão de proteínas responsáveis por esse processo. Afirmam, ainda, que cada um atua por meio de mecanismos de ação distintos e ainda não muito bem explorados. Os autores sugerem que ambos os sesquiterpenos podem constituir uma alternativa terapêutica relevante no tratamento de doenças inflamatórias.

De acordo com Silva (2010), o óleo e alguns de seus compostos podem apresentar respostas semelhantes. Isso induz os pesquisadores a acreditar que aquele composto que possui o efeito mais similar ao do óleo é a substância ativa, podendo esse composto estar ou não em maior concentração no óleo.

4 CONCLUSÃO

As variações do espaçamento e da presença e da ausência da cobertura morta favoreceram o incremento do teor e da produção do óleo essencial, assim como da biomassa das plantas. Porém não influenciaram nas concentrações do α -humuleno e β -cariofileno entre os tratamentos.

CAPÍTULO 3 - BIOLOGIA FLORAL E SISTEMA REPRODUTIVO DA ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.).

RESUMO

O conhecimento do sistema reprodutivo é fundamental para a conservação e o manejo de uma espécie. A presente pesquisa objetivou determinar as características morfométricas das flores, a fenologia da floração, a antese, os insetos visitantes das flores e a determinação do sistema reprodutivo da erva-baleeira, em um ambiente de Cerrado do norte de Minas Gerais. Nas características morfométricas, foram utilizadas 20 flores, de cinco indivíduos em pré-antese. Entre maio e dezembro de 2012, caracterizou-se o comportamento fenológico da floração de seis indivíduos. Nas análises da fenologia floral, foram determinados o crescimento da inflorescência, o número de flores e frutos, o período de abertura, os visitantes florais e o sistema reprodutivo. Para determinar o sistema reprodutivo, utilizou-se a razão pólen:óvulo (P:O), em 50 flores. As flores apresentaram o diâmetro de $2,13 \pm 0,05$ (mm), o comprimento de $3,29 \pm 0,08$ (mm), o diâmetro do ovário de $0,70 \pm 0,02$ (mm), o comprimento do ovário de $2,48 \pm 0,12$ (mm), o diâmetro da antera de $0,67 \pm 0,01$ (mm) e o comprimento da antera de $0,93 \pm 0,02$ (mm), quatro óvulos e cinco anteras por flor. Em Montes Claros-MG, o crescimento das inflorescências de erva-baleeira ocorreu entre agosto e outubro, totalizando 45 dias. O florescimento foi observado entre setembro e outubro. A frutificação ocorreu de outubro a dezembro, sendo ambos (florescimento e frutificação) de forma irregular. A antese floral ocorreu entre 7:00 e 11:00 horas. Os insetos visitantes são das ordens Coleoptera, Hemiptera, Diptera e Hymenoptera. A razão P:O foi 576,542, sendo assim, a espécie é alógama facultativa.

Palavras-chaves: Plantas medicinais. Alogamia. Boraginaceae. Biologia reprodutiva. Fenologia.

CHAPTER 3 - FLORAL BIOLOGY AND REPRODUCTIVE SYSTEM OF THE ERVA-BALEEIRA (*Varronia curassavica* Jacq.).

ABSTRACT

Knowledge of the reproductive system is essential for the conservation and the management of a species. The present research aimed to determine the morphometric characteristics of the flowers, the flowering phenology, anthesis, the visiting insects of flowers and the determination of the reproductive system of erva-baleeira, in an environment of Cerrado of north of Minas Gerais. In the morphometric characteristics were used 20 flowers, from five individuals in pre-anthesis. Between May and December 2012, it was characterized the phenologic behavior of the flowering of six individuals. In the analyzes of floral phenology, it was determined the growth of inflorescence, the number of flowers and fruits, the opening period, the floral visitors and the reproductive system. To determine the reproductive system, it was used the pollen: ovule ratio (P:O) in 50 flowers. The flowers presented a diameter of 2.13 ± 0.05 (mm), length 3.29 ± 0.08 (mm), ovarian diameter of 0.70 ± 0.02 (mm), ovarian length of 2.48 ± 0.12 (mm), diameter of the anther of 0.67 ± 0.01 (mm) and anther length of 0.93 ± 0.02 (mm), four ovules and five anthers by flower. In Montes Claros - MG, the growth of inflorescences from erva-baleeira occurred between August and October, totaling 45 days. The flowering was observed between September and October. Fruiting occurred from October to December, being both (flowering and fruiting) of irregular form. The floral anthesis occurred between 7:00 and 11:00 hours. The visitor insects are of the orders Coleoptera, Hemiptera, Diptera and Hymenoptera. The ratio P:O was 576.542, so, the species is facultative allogamous in the conditions of the present research.

Keywords: Medicinal plants. Allogamy. Boraginaceae. Reproductive biology. Phenology.

1 INTRODUÇÃO

Plantas medicinais são utilizadas nos preparos tradicionais e na forma alopática para manter a saúde e/ou empregadas no tratamento de doenças específicas (SMITH-HALL *et al.*, 2012). No desenvolvimento de novos fármacos, as espécies vegetais se destacam, por apresentarem uma diversidade estrutural dos metabólitos secundários. Dentre todas as novas substâncias químicas relatadas à comunidade científica entre 1981 e 2006, 70% das moléculas eram provenientes de produtos naturais (NEWMAN; CRAGG, 2007).

Dentre os inúmeros produtos naturais com atividade terapêutica comprovada, destaca-se a erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq. - sinonímia *Cordia verbenacea* DC). Essa planta é muito utilizada na medicina popular devido às suas propriedades anti-inflamatória, analgésica e cicatrizante. Segundo alguns autores, os marcadores químicos dessa espécie são dois sesquiterpenos, o α -humuleno e o β -cariofileno, que estão presentes no óleo essencial das folhas (FERNANDES *et al.*, 2007; MEDEIROS *et al.*, 2007). A caracterização genética e química de progênies de erva-baleeira oriundas de São Paulo apresentou uma variação genética e na composição química dos óleos (MONTANARI JÚNIOR, 2011). A espécie não é domesticada e as suas populações, possivelmente, apresentam ampla variabilidade genética.

O conhecimento do processo reprodutivo de uma espécie fornece informações importantes aos programas de melhoramento genético e para a compreensão do processo de domesticação (FACANALI *et al.*, 2009), pois permite definir estratégias de seleção com base em cruzamentos intra e interpopulacionais. No Brasil, estudos dos processos reprodutivos de plantas tendem a abranger vários aspectos, tais como a fenologia, a morfologia floral, o modo reprodutivo e a interação planta-polinizador.

O conhecimento da fenologia é essencial para entender a regeneração e a reprodução das plantas (TALORA; MORELLATO, 2000). O

período reprodutivo é uma fase importante para a dinâmica populacional; a identificação de padrões fenológicos de floração e frutificação é importante, por fornecer subsídios para planos de manejo e de conservação de espécies vegetais (CESÁRIO; GAGLIONE, 2008). O modo reprodutivo dos vegetais fornece informações importantes a programas de conservação das espécies em risco, pois esse está relacionado ao sucesso da perpetuação da espécie (CARRIÓ *et al.*, 2009). O estudo dos visitantes florais viabiliza o conhecimento da interação planta-polinizador e a sua relação com mudanças no ambiente abiótico (MOURA *et al.*, 2007).

Estudos relacionados à biologia floral e ao sistema de reprodução da erva-baleeira não foram encontrados na literatura. Assim, realizou-se a presente pesquisa com a proposta de descrever a biologia floral da erva-baleeira, em ambiente de Cerrado do norte de Minas Gerais, quanto aos seguintes aspectos: descrição da morfologia floral, fenologia da floração, acompanhamento da antese, registro dos insetos visitantes no período de floração e determinação do sistema reprodutivo da espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram conduzidos na coleção de germoplasma de erva-baleeira do Horto Medicinal do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), em Montes Claros - MG, entre os meses de janeiro a dezembro de 2012. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw tropical quente úmido, com duas estações bem definidas, um verão quente e chuvoso e um inverno frio e seco. Os dados climatológicos durante a condução do estudo foram fornecidos pela Estação Meteorológica presente no ICA/UFMG. As médias dos dados climatológicos estão dispostas na FIG.1:

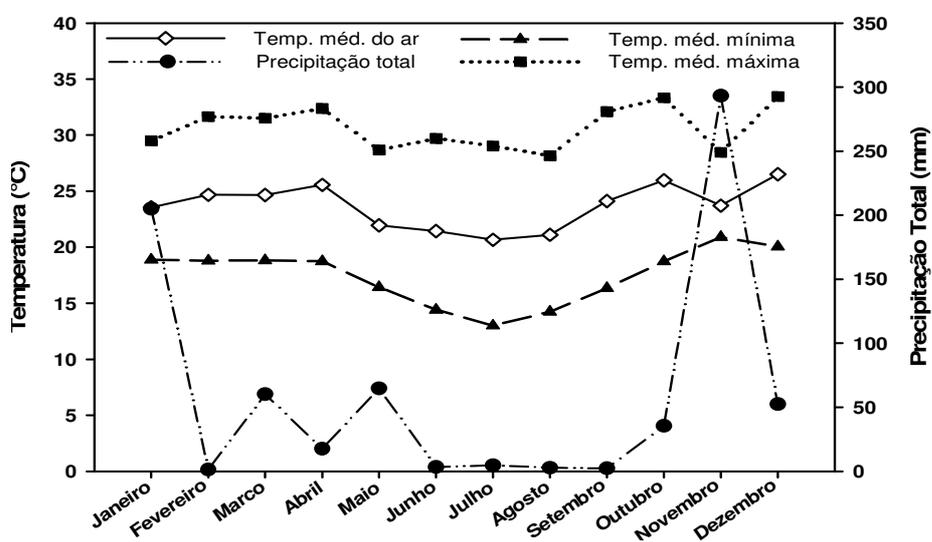


FIGURA 1 - Climatograma durante o período experimental, de janeiro a dezembro de 2012, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros - MG

Fonte: <http://www.ica.ufmg.br/gemisa>.

A morfologia floral foi determinada a partir de análises de 20 flores, sendo cinco flores de quatro indivíduos. Foram utilizadas flores dos acessos: Americana, São Gonçalo, Novo Horto, Pau d' óleo e São Francisco. Foram determinados o diâmetro e o comprimento da flor; o diâmetro e o comprimento do ovário; o diâmetro e o comprimento de três anteras de cada flor, utilizando-se paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. A quantidade de óvulos, anteras, o diâmetro e o comprimento do óvulo e das anteras de cada flor foram determinados por meio de microscópio estereoscópico.

A determinação do período de iniciação floral e o crescimento das inflorescências foram efetuados por meio de observações semanais, de maio a agosto de 2012. A iniciação floral foi considerada com a presença de gemas intumescidas, e o início do crescimento da inflorescência, quando as mesmas apresentavam, aproximadamente, 4 mm de comprimento. O crescimento das inflorescências foi avaliado em seis indivíduos que tiveram dez inflorescências marcadas, em cada indivíduo, para mensurar o comprimento e a largura das inflorescências, de três em três dias. Essas medidas foram realizadas do período de 16 de agosto a 30 de outubro de 2012. A floração e a formação dos frutos foram acompanhadas no período de 18 de setembro a 30 de outubro de 2012 e de 15 de outubro a 02 de dezembro de 2012, respectivamente, nos intervalos de seis em seis dias.

O período de antese foi determinado, utilizando-se quatro inflorescências em duas plantas. As inflorescências foram marcadas antes que apresentassem flores abertas. A contagem das flores abertas foi realizada em intervalos de duas horas, entre 7:00 e 19:00 horas e em um único intervalo de 12 horas entre 19:00 e 7:00 horas. Esse experimento teve duração de três dias e foi realizado em outubro de 2012. As flores foram consideradas abertas quando estavam expostas as anteras e o estigma (LENZA; OLIVEIRA, 2005).

Os visitantes florais foram observados *in loco* e capturados em três dias consecutivos de coleta, durante a floração de 2012, entre 7:00 e 19:00

horas. Os insetos capturados foram colocados em frascos de vidro com álcool etílico a 70%, para posterior identificação. As pragas que estavam atacando as flores também foram capturadas para serem identificadas. O processo de identificação seguiu os critérios taxonômicos e por comparação, com coleções entomológicas do Insetário George Washington Gomes de Moraes do Instituto de Ciências Agrárias/UFMG. Os insetos coletados foram identificados em nível de ordem, família e espécie, sendo que essa última identificação foi realizada quando possível.

O sistema reprodutivo dessa espécie foi determinado por meio da relação pólen/óvulo (CRUDEN, 1977), utilizando-se 50 flores em pré-antese de cinco acessos, avaliando-se 10 flores de cada acesso. As flores foram coletadas em novembro de 2012, sendo fixadas em solução de etanol 70% e mantidas a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ até a análise. As inflorescências foram cortadas longitudinalmente, sob microscópio estereoscópico, para a determinação do número de anteras e óvulos. O ovário foi cortado longitudinalmente. Os óvulos foram soltos e espalhados em uma lâmina, para microscopia, com uma gota de glicerina a 50%. Em seguida, foram contados também por meio microscópio estereoscópico.

Uma antera de cada flor foi macerada sobre lâmina para microscopia, sendo adicionados o corante safranina a 0,5% em etanol 50% e glicerina a 50%, para finalizar a montagem com a lamínula. Como nas análises preliminares, o número de grãos de pólen foi inferior a 2000 em cada antera. Optou-se por realizar a contagem de todos os grãos de pólen de cada antera selecionada. A contagem dos grãos de pólen foi realizada por meio de microscópio ótico, correndo-se toda a lâmina.

O sistema reprodutivo foi determinado pela razão pólen:óvulo (P:O), por meio da equação proposta por Cruden (1977):

$$\text{Relação P/O} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de grãos de pólen em uma antera} \times \text{n}^{\circ} \text{ de anteras}}{\text{n}^{\circ} \text{ de óvulos}}$$

Os resultados obtidos da expressão acima foram utilizados para determinar o modo de reprodução de acordo com a classificação de Cruden (1977): cleistogamia (2,7-5,4); autogamia obrigatória (5,5-39,0); autogamia facultativa (39,1-396,9); alogamia facultativa (397-2.588); e alogamia obrigatória (>2.588).

Os dados da morfologia floral foram expressos pela média e pelo desvio padrão. Para o crescimento das inflorescências foram feitas uma curva de regressão a 1% de probabilidade para o crescimento e outra para a largura, utilizando-se o programa SAEG. A floração e a frutificação foram expressos pelo número de flores abertas e pelo número frutos observados no momento da avaliação, respectivamente. O período de antese foi expresso pela porcentagem de flores abertas e pela média da contagem do número de flores em antese.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indivíduos de erva-baleeira observados mostraram a fenofase de floração no período de agosto a novembro, sendo esses os meses mais quentes, conforme observado na FIG. 1. Segundo Montanari Júnior (2000), o seu florescimento ocorre durante os oito meses mais quentes do ano. O período de floração observado no presente estudo difere do observado por Melo e Sales (2005), os quais relatam que a floração da espécie ocorreu de março a maio na caatinga arbustiva aberta da região de Xingó, nos estados de Alagoas e Sergipe.

Os estudos fenológicos são importantes para conhecer o ciclo de crescimento vegetativo das plantas, a época de reprodução e a deciduidade, parâmetros que podem ser utilizados para o manejo adequado da espécie (RIBEIRO; CASTRO, 1986). A fase de florescimento da espécie na região não foi estabelecida na presente pesquisa, porque não houve o acompanhamento sistemático da fenologia por um período contínuo igual ou superior a 12 meses. No entanto estudos fenológicos em plantas na região do presente estudo não foram realizados até o momento, e mostram-se necessários.

Observou-se que não há sincronismo de floração num mesmo ramo, pois tanto pode haver lançamentos simultâneos de inflorescências, como lançamentos sequenciais. Segundo Magalhães (2010), o florescimento irregular e sem época definida, ocorrendo ao longo do ano, é típico de planta em estado selvagem.

As características morfométricas das flores da erva-baleeira apresentaram o diâmetro da flor de $2,13 \pm 0,05$ (mm), o comprimento da flor $3,29 \pm 0,08$ (mm), o diâmetro do ovário $0,70 \pm 0,02$ (mm), o comprimento do ovário $2,48 \pm 0,12$ (mm), o diâmetro da antera $0,67 \pm 0,01$ (mm) e o comprimento da antera de $0,93 \pm 0,02$ (mm), com quatro óvulos e cinco anteras por flor.

A fase de crescimento das inflorescências estendeu-se de 16 de agosto a 30 de outubro de 2012, totalizando 75 dias (GRAF. 1). O comprimento e a largura das inflorescências tiveram o comportamento de crescimento semelhante, com crescimento exponencial até o 42º dia (03 de outubro de 2012) e, a partir desse, a estabilização. No desenvolvimento das inflorescências, observou-se que muitas flores foram atacadas por insetos e outras foram abortadas, possivelmente, devido à estiagem dos meses de agosto a outubro do ano de 2012 (FIG. 1).

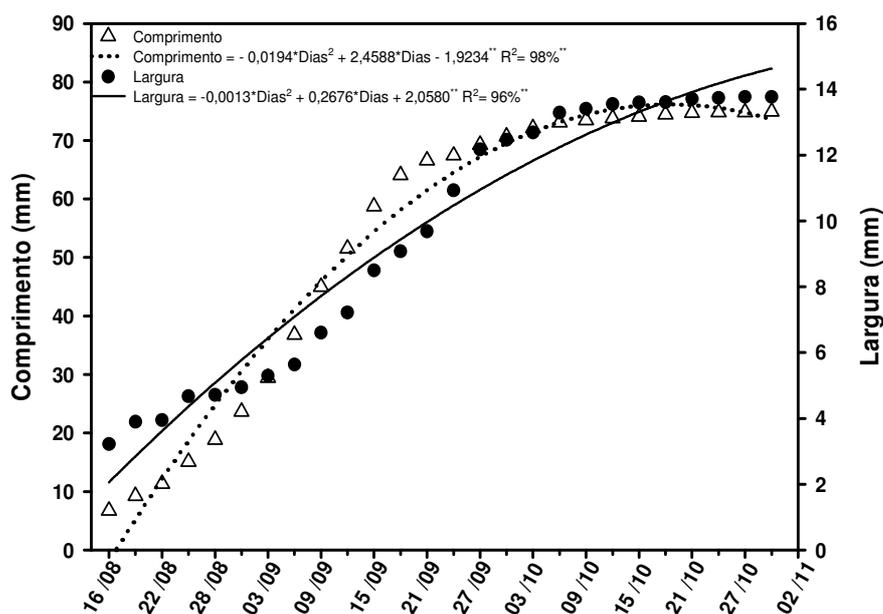


GRÁFICO 1 - Desenvolvimento da inflorescência da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.), Montes Claros – MG, 2014

Nota: ** significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: Da autora.

A partir do 36º dia da avaliação (27 de setembro de 2012), o crescimento das inflorescências foi reduzido e o mesmo cessou no 42º dia (03 de outubro de 2012). Esse é o mesmo período de maior concentração de flores em antese (GRAF. 2). O período de floração nas inflorescências avaliadas perdurou por 42 dias (18 de setembro a 30 de outubro de 2012),.

Teve início quando as inflorescências apresentavam 32 dias. Os frutos ocorreram do dia 12 de outubro a 29 de novembro de 2012 e a maior concentração de frutos ocorreu no período de 27 de outubro a 14 de novembro de 2012 quando as inflorescências possuíam de 69 a 90 dias. Assim, o período do início do crescimento da inflorescência até a formação de frutos foi de 90 dias. Os frutos produzidos nas inflorescências foram poucos e, em sua maioria, não amadureceram. A baixa taxa de frutificação, provavelmente, se deve a fatores externos, como predação e estiagem.

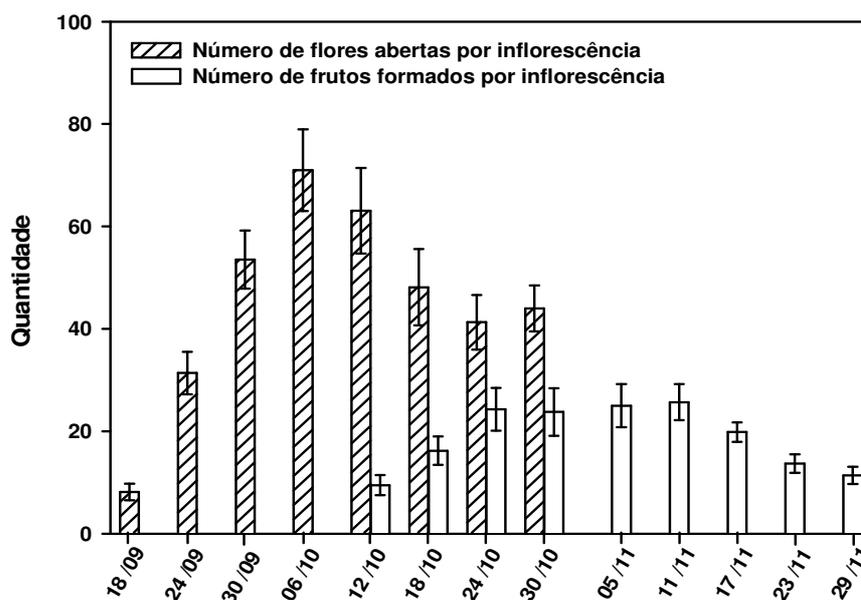


GRÁFICO 2 - Época de flores em antese e da formação dos frutos da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.), Montes Claros – MG, 2014
Fonte: Da autora.

As inflorescências, nas condições da presente pesquisa, tiveram um florescimento irregular e uma baixa taxa de produção de frutos. O florescimento na inflorescência da erva-baleeira é irregular, assim como a frutificação. Segundo Montanari Júnior (2000), a espécie pode florescer em qualquer época do ano e de forma irregular, porém o faz com mais intensidade durante a primavera/verão.

A antese floral da erva-baleeira foi diurna em Montes Claros, MG. O número e a porcentagem de flores abertas durante os diferentes intervalos de observação estão apresentados na TAB. 1. A abertura das flores ocorreu entre 7:00 e 11:00 horas e não foi registrada antese após esse período. A proporção de flores abertas entre 9:00 e 11:00 horas foi quase cinco vezes maior que no intervalo de 7:00 e 9:00 horas. Resultados semelhantes foram observados por Santos (2005), em flores de *Cordia nodosa* (Boraginaceae), que apresentaram antese diurna, porém com maior antese no período de 7:30 e 8:00 horas.

TABELA 1

Período de abertura de flores de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.), em Montes Claros – MG, 2014

Período (h)	Porcentagem de flores abertas	Nº de flores abertas
18:00 - 7:00	0	0
7:00 - 9:00	15	12
9:00 - 11:00	85	66
11:00 - 13:00	0	0
13:00 - 15:00	0	0
15:00 - 17:00	0	0
17:00 - 19:00	0	0
Total	100	78

Nota: Médias obtidas do número de quatro observações de dois indivíduos.

Fonte: Da autora.

Os visitantes florais que foram coletados, todos da classe Insecta, pertencem a seis ordens, 21 famílias e sete espécies que foram identificadas. Os visitantes florais ocorreram com maior frequência entre 8:00 e 11:00 horas da manhã e as visitas foram muito rápidas. As ordens de visitantes florais com maior número foram: Coleoptera, Hemiptera, Diptera e Hymenoptera, com sete, cinco, quatro e três indivíduos, respectivamente. Da ordem Coleoptera foram observadas os gêneros: *Malthinus* sp., *Leptophysa* sp.,

Systema sp., *Eumolpinae* sp., *Naupactus* sp., *Euphoria* sp., e as espécies *Hippodamia convergens*, *Neocalvia fulgurata* e *Lagria villosa*. Da ordem Hemiptera foram observados insetos pertencentes às famílias Scutelleridae, Largidae, Pentatomidae, Pyrrhocoridae e o gênero *Zellus* sp. Na ordem Diptera, foram identificados insetos da família Callephoridae, Dolichopodidae, Syrphidae e Tachinidae. A ordem Hymenoptera apresentou membros da família Apidae, a espécie *Apis mellifera*, da família Formicidae, as espécies *Ectatomma* sp. e *Crematogaster* sp., e da família Vespidae, a espécie *Brachygastra lecheguana*. Nas ordens Lepidoptera e Orthoptera, foram observados insetos das famílias Nymphalidae e Tettigoniidae, respectivamente.

A principal praga observada e identificada, atacando as inflorescências da erva-baleeira, foram besouros do gênero *Systema* sp., pertencentes à ordem Coleoptera e à família Crysomelidae. Foram identificados, ainda, besouros da espécie *Diabrotica speciosa*, praga comum de diversas culturas.

O estudo de interação planta/visitantes florais em Boraginaceae é de grande importância. No entanto os trabalhos desenvolvidos no Brasil, com esse enfoque, são escassos e, em sua maioria, voltados para os insetos da ordem Hymenoptera, principalmente abelhas e vespas, que são insetos voadores que dispendem pouco tempo em suas visitas (BELO *et al.*, 2011).

Segundo Aguiar e Santos (2007), as abelhas e vespas concentram a coleta de recursos florais em um grupo restrito de plantas, e as espécies da família Boraginaceae se fazem presentes nesse grupo. Em estudos de plantas melitófilas da família Boraginaceae, na margem esquerda do rio São Francisco (Alagoas) e margens do rio Temporário (Sergipe), a erva-baleeira destaca-se como uma importante fonte de recursos florais, por apresentar uma floração contínua, o que favorece a estabilidade na abundância dos visitantes florais nas áreas, exercendo uma forte influência sobre a estrutura da comunidade de abelhas (MOURA *et al.*, 2007). Outros visitantes florais

como as borboletas foram observados por Corrêa *et al.* (2001) e Lemes *et al.* (2008), assim como na presente pesquisa.

No presente estudo, foi observada a presença de formigas das espécies *Ectatomma* sp. e *Crematogaster* sp. A incidência de formigas interagindo com a erva-baleeira é comum, e essas não prejudicam a polinização, segundo Belo *et al.* (2011). Os autores afirmam que a presença das formigas nos ramos com flores não interferiu, negativamente, no número de visitantes florais, em função do curto tempo de visitação dos insetos voadores. As formigas removem insetos que permanecem mais tempo, o que, provavelmente, poderia causar danos à polinização da espécie.

Os estudos no intuito de identificar quais visitantes florais são realmente polinizadores da erva-baleeira e o tempo que eles dispendem nas flores são necessários. Isso, para se conseguir maiores esclarecimentos dos visitantes florais e sua interação com os demais insetos, visto que foram identificadas várias outras espécies na presente pesquisa, que não foram relatados anteriormente, ocorrendo em plantas de erva-baleeira.

Na determinação do sistema reprodutivo, contaram-se 22.864 grãos de pólen. Na presente pesquisa, as flores analisadas apresentaram o valor médio da razão P:O de 576,54 grãos de pólen por óvulo (TAB.2), o que inclui a espécie, no intervalo compreendido entre 397 e 2588,00. Segundo Cruden (1977), as plantas com essa razão pólen:óvulo podem ser classificadas como alógamas facultativas.

TABELA 2

Médias \pm erro padrão das características: número de óvulos, número de grãos de pólen/flor e razão pólen:óvulo (P:O), observadas em flores de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.) em Montes Claros – MG, 2014

Variáveis	Média \pm erro padrão
Número de óvulos	4,00 \pm 0,00
Número de grãos de pólen/flor	2286,40 \pm 339,54
Razão P:O	576,54 \pm 85,60
Antera	5 \pm 0,00

Médias obtidas do número de dez observações de cinco indivíduos
Fonte: Da autora.

A razão P:O pode ser utilizada como uma ferramenta para avaliar os sistemas reprodutivos nos vegetais, sendo uma técnica alternativa hábil, precisa e de custo baixo, quando comparada com técnicas de marcadores moleculares ou técnicas de cruzamentos (CRUDEN, 2000). A razão P:O está diretamente relacionada à oferta de recursos tróficos florais, ao modo de polinização e ao sistema reprodutivo dos vegetais (LENZI *et al.*, 2005).

As alógamas facultativas possuem a combinação dos dois sistemas reprodutivos, podendo se reproduzir por autogamia e/ou alogamia. A autofertilização permite a formação de linhagens puras para caracteres de importância econômica, o que é importante na realização de cruzamentos nas gerações posteriores da espécie de interesse (CAMPOS, 2010). A fecundação cruzada possibilita a manutenção ou o aumento do vigor híbrido das espécies pela ocorrência de novas combinações de genes codificadores de caracteres de interesse agrônomo, como, por exemplo, a produção de metabólitos secundários, como os flavonoides (FACANALI *et al.*, 2009).

Segundo Scariot *et al.* (1991), as alógamas facultativas apresentam um alto nível de adaptabilidade da população às condições vigentes do ambiente, associado à manutenção de elevado potencial evolutivo, por meio da recombinação, o que capacita a espécie para a colonização de novas e extensas áreas.

4 CONCLUSÃO

A fenologia de floração da erva-baleeira ocorreu entre os meses de agosto a dezembro. A antese floral foi observada no período diurno. Os principais visitantes florais foram insetos das ordens Coleoptera, Hemiptera, Diptera e Hymenoptera. A erva-baleeira, nas condições do presente estudo, foi classificada como alógama facultativa.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R.P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL, USA, 1995. 456p.

AGUIAR, C. M. L.; SANTOS, M. G. M. Compartilhamento de Recursos Florais por Vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) e Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma Área de Caatinga. **Neotropical Entomology**, v.36, n.6, p.836-842, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v36n6/03.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2013.

AHARONI, A.; JONGSMA, M. A.; BOUWMEESTER, H. J. Volatile science? Metabolic engineering of terpenoids in plants. **Trends in Plant Science**, v.10, n.12, p.594-602, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360138505002566>>. Acesso em: 15 mai. 2014.

ALMEIDA, R. B. A.; AKISUE, G.; CARDOSO, L. M. L.; JUNQUEIRA, J. C.; JORGE, A. O. C. Antimicrobial activity of the essential oil of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. on *Staphylococcus* spp., *Streptococcus mutans* and *Candida* spp. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.4, p.474-482, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722013000400002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 02 mar. 2014.

ARAÚJO, J. S. de. **Desenvolvimento vegetal, produção e composição química do óleo essencial de *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) em função do fornecimento de N, P, K e B e da aplicação de ácido jasmônico**. 2007. 72f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

ARAÚJO, C. B. O.; SANTOS, A. M.; FERNANDES, L. A.; MARTINS, E. R., SAMPAIO, R. A.; COSTA, C. A.; LEITE, G. L. D. Uso da adubação orgânica e cobertura morta na cultura da calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.2, p.117-123, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722009000200001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 fev. 2014.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782001000600027&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 13 out. 2012.

ARRIGONI-BLANK, M. de F.; FAQUIN, V.; PINTO, J. E. B. P.; BLANK, A. F.; LAMEIRA, O. A. Abudação química e calagem em erva-baleeira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.211-215, nov. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05361999000300007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 mar. 2014.

BÂ, A. M.; DIÉDHIU, A. G.; PRIN, Y.; GALIANA, A.; DUPONNOIS, R. Management of ectomycorrhizal symbionts associated to useful exotic tree species to improve reforestation performances in tropical Africa. **Annals of Forest Science**, v.67, n.3, p.298-307, 2010. Disponível: <http://www.afs-journal.org/articles/forest/full_html/2010/03/f09192/f09192.html>. Acesso em: 02 mar. 2014.

BAYEUX, M. C.; FERNANDES, A. T.; FOGGIO, M. A.; CARVALHO, J. E. Evaluation of the antiedematogenic activity of artemetin isolated from *Cordia curassavica* DC. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.35, n.10, p.1229-1232, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-879X2002001000017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 fev. 2014.

BELO, R. M.; MOUTINHO, M. F.; SICSU, P.; FRIGERI, E. Formigas diminuem a quantidade de visitantes florais em *Cordia curassavica* (Boraginaceae)?. **Prática da pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica**, Curso de Pós-graduação em Ecologia – Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://ecologia.ib.usp.br/curso/2011/pdf/PO2-G1.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2013.

BIASI, L. A.; KOWALSKI, A. P. de J.; SIGNOR, D.; ALVES, M. A.; LIMA, F. I. de; DESCHAMPS, C. Tipos de cobertura do solo e épocas de colheita na produção de melissa. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.3, p.314-318, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362009000300009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 dez 2013.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v.32, n.3, p.588-594, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000300005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 11 out. 2012.

BOLZANI, V. da S.; VALLI, M.; PIVATTO, M.; VIEGAS JÚNIOR, C. Natural products from Brazilian biodiversity as a source of new models for medicinal chemistry. **Pure and Applied Chemistry**, v.84, n.9, p.1837-1937, 2012. Disponível em: <<http://web.a.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=00334545&AN=79349693&h=XeUXJEjM3CyBLKD16F>>

Qn9g0xPW3bMJnEFOemU43i0YfjAM0JuUr1LDLROTDclLvdsQt21en%2b2vC%2fOfSSIGnkmw%3d%3d&crl=c >. Acesso em: 19 de nov. de 2013.

BORELLA, J. C., RIBEIRO, N. S.; FREATO, A. M. R.; MAZZO, K. F.; BARBOSA, D. M. Influência da adubação e da cobertura morta na produtividade e no teor de flavonóides de *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.2, p.235-239, 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000200017&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 11 fev. 2014.

BRANCO, R. B. F; SANTOS, L. G. de C; GOTO, R.; ISHIMURA, I.; SCHLICKMANN, S.; CHIARATI, C. S. Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.75-80, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362010000100014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 11 fev. 2014.

BRANDÃO, M. G. L. **Plantas Mediciniais e Fitoterapia**. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2003. 113p.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RCD nº 48, de 16 de março de 2004. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 de março de 2004. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/rdc_48_16_03_04_registro_fitoterapicos%20.pdf>. Acesso em: 25 set. 2012.

BRASIL. Portaria nº 971. Aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 4 mai., 2006. Disponível em: <<http://dab.saude.gov.br/portaldab/biblioteca.php?conteudo=legislacoes/pnpics>>. Acesso em: 15 fev. 2014.

BRASIL. Programa Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Ministério da Saúde**, Brasília, 2009, 136p. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/plantas_mediciniais.pdf>. Acesso em: 25 set. 2012.

BRASIL. Resolução - RCD nº 10, de 9 de março de 2010. Dispõe sobre a notificação de drogas vegetais junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e dá outras providências. **Ministério da Saúde**, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. Disponível em: <

http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/res0010_09_03_2010.html >. Acesso em: 25 set. 2012.

BRASIL. Formulário de Fitoterápicos da Farmacopéia Brasileira. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília, 2011. 126p. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/hotsite/farmacopeiabrasileira/conteudo/Formulario_de_Fitoterapicos_da_Farmacopeia_Brasileira.pdf >. Acesso em: 13 mai. 2014.

BRASIL. Plantas de interesse ao SUS. **Ministério da Saúde** - Portal da saúde, Brasília, 2014. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/465-sctie-raiz/daf-raiz/cgafb-sctie/fitoterapicos-cgafb/l1-fitoterapicos/12552-plantas-de-interesse-ao-sus>>. Acesso em: 13 mai. 2014.

CAI, Y.; JIA, J.; CROCK, J.; LIN, Z.; CHEN, X.; CROTEAU, R. A cDNA clone for β -caryophyllene synthase from *Artemisia annua*. **Phytochemistry**, v.61, n.5, p.523-529, 2002. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com.ez27.periodicos.capes.gov.br/S0031942202002650/1-s2.0-S0031942202002650-main.pdf?_tid=b6a8063a-e748-11e3-8b22-00000aab0f26&ACdnat=1401378704_435d00c1ca5549422bb7c5840e3aa450>. Acesso em: 13 mai. 2014.

CALDEIRA JÚNIOR, C. F.; SANTOS, A. M.; QUEIROZ, J. M. R.; PAULA, T. O. M. de; MARTINS, E. R. Fenologia de fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.10, n.4, p.18-28, 2008.

CAMPOS, C. C. F. **Biologia reprodutiva de *Tibouchina heteromalla* Cogn. (Melastomataceae) e *Ocimum selloi* Benth (Lamiaceae)**. 2010. 83f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos em Paisagens Fragmentadas e Agrossistemas) - Departamento de Biologia/Setor Ecologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em: <http://bdtd.ufla.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3213>. Acesso em: 08 jan. 2013.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. P.; OKOROKOVA-FAÇANHA, A. L.; FAÇANHA, A. R. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺ - ATPase activity in maize roots. **Plant Physiology**, v.130, n.4, p.1951-1957, 2002. Disponível em: <<http://www.plantphysiol.org/content/130/4/1951.full.pdf+html>>. Acesso em: 11 fev. 2014.

CARMONA, F.; PEREIRA, A. N. S. Herbal medicines: old and new concepts, truths and misunderstandings. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.23,

n.2, p.379-385, 2013. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v23n2/aop01213.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2014.

CARNEVALI, T. O.; VIEIRA, M. C.; SOUZA, N. H.; RAMOS, D. D.; HERÉDIA ZÁRATE, N. A.; CARDOSO, C. A. L. Espaçamentos entre plantas e adição de cama-de-frango na produção de biomassa das plantas e na composição química dos frutos da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n.4, p.680-685, 2012. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722012000400016&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 13 mai. 2014.

CARRIÓ, E.; JIMÉNEZ, J. F.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, P.; GUEMES, J. Reproductive biology and conservation implications of three endangered snapdragon species (*Antirrhinum*, Plantaginaceae). **Biological conservation**, v.142, n.8, p.1854-1863, 2009. Disponível em:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000632070900161X>>. Acesso em: 15 out. 2013.

CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva e polinização de *Senna sylvestris* (Vell.) H.S. Irwin & Barneby (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.3, p.319-328, 2003. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042003000300005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 out. 2013.

CARVALHO, A. C. B.; BALBINO, E. E.; MACIEL, A.; PERFEITO, J. P. S. Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.2, p.314-319, 2008. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2008000200028&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 mai. 2014.

CARVALHO JÚNIOR, P. M. de; RODRIGUES, R. F. O.; SAWAYA, A. C. H. F.; MARQUES, M. O. M.; SHIMIZU, M. T. Chemical composition and antimicrobial activity of the oil of *Cordia verbenacea* DC. **Journal of Ethnopharmacology**, v.95, p.297-301, 2004.

CARVALHO JÚNIOR, W. G. O; MELO, M. T. P.; MARTINS, E. R. Fenologia do alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em área de Cerrado, no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.2, p.223-229, 2011. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000200015&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 nov. 2013.

CASTRO, E. M. de; GAVILANES, M. L. **Morfo-anatomia de plantas medicinais**. Lavras: FAEPE, Textos acadêmicos, 2000. 173p.

CASTRO, D. M.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M. Composição fitoquímica dos óleos essenciais de folhas da *Lippia alba* (Mill). N. E. Br em diferentes épocas de colheita e partes do ramo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.4, n.2, p.75-79, 2002.

CASTRO, H. G.; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H.; MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários**. 2.Ed. Visconde do Rio Branco: Gráfica Suprema e Editora, 2004. 113p.

CESÁRIO, L. F.; GAGLIANONE, M. C. Biologia floral e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. **Acta Botanica Brasilica**, v.22, n.3, p.828-833, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062008000300018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 nov. 2013.

CHENG, A.; XIANG, C.; LI, J.; YANG, C.; HU, W.; WANG, L.; LOU, Y.; CHEN, X. The rice (*E*)- β -caryophyllene synthase (OsTPS3) accounts for the major inducible volatile sesquiterpenes. **Phytochemistry**, v.68, n.12, p.1632-1641, 2007. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com.ez27.periodicos.capes.gov.br/S0031942207002452/1-s2.0-S0031942207002452-main.pdf?_tid=1618c432-e73b-11e3-9f02-00000aab0f6b&acd nat=1401372851_427df3f7b75857a9986f7813ed17da11>. Acesso em: 10 mai. 2014.

CORRÊA, C. A.; IRGANG, B. E.; MOREIRA, G. R. P. Estrutura floral das angiospermas usadas por *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera, Nymphalidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, n.90, p.71-84, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-47212001000100008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 out. 2013.

CORRÊA JUNIOR, C.; SCHEFFER, M. C. **Boas Práticas agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. 2^a ed. Curitiba: Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, EMATER, 2009. 52p.

CORRÊA JÚNIOR, C.; SCHEFFER, M. C.; MING, L. C. **Cultivo agroecológico de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília, 2006, 76p.

CRUDEN, R. W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, v.31, n.1, p.32-46, 1977.

CRUDEN, R. W. Pollen grains: why so many?. **Plant Systematics and Evolution**, v.222, n.1-4, p.143-165, 2000. Disponível em: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-7091-6306-1_8>. Acesso em: 05 nov. 2013.

DEGENHARDT, J.; KÖLLNER, T. G.; GERSHENZON, J. Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants. **Phytochemistry**, v.70, n.15-16, p.1621-1637, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942209003057>>. Acesso em: 15 mai. 2014.

DEWICK, P. M. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. 3ª ed. New York: John Wiley & Sons, 2009. 539p.

DORES, R. G. R. das; REHDER, V. L. G.; DUARTE, M. C. T. Validação do uso popular de alguns extratos e óleos essenciais medicinais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.255, p.40-46, 2010.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia. Plantas medicinais e aromáticas. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.cenargen.embrapa.br/_tt/tt04_07plantasm.html>. Acesso em: 14 nov. 2013.

FACANALI, R.; CAMPOS, M. M. S; POCIUS, O.; MING, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; MARQUES, M. O. M. Biologia reprodutiva de populações de *Ocimum selloi* Benth. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.2, p.141-146, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v11n2/a05v11n2.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2013.

FAVORITO, P. A.; ECHER, M. M.; OFFEMANN, L. C.; SCHLINDWEIN, M. D.; COLOMBARE, L. F.; SCHNEIDER, R. P.; HACHMANN, T. L. Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.spe, p.582-586, 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000500013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 03 ago. 2012.

FERNANDES, E. S.; PASSOS, G. F.; MEDEIROS, R.; CUNHA, F. M. da; FERREIRA, J.; CAMPOS, M. M.; PIANOWSKI, L. F.; CALIXTO, J. B. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (-)-*trans*-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. **European Journal of Pharmacology**, v.569, n.3, p.228-236, 2007. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014299907005419>>. Acesso em: 18 nov. de 2013.

FREIRE, M. de F. I. Plantas medicinais: a importância do saber cultivar. **Revista Científica Eletrônica Agronomia**, n.5, p.1-9, 2004. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/7ucemh9Yj4dcHPw_2013-4-26-12-10-36.pdf>. Acesso em: 13 de nov. 2013.

GILBERT, B.; FAVORETO, R. *Cordia verbenacea* DC-Boraginaceae. **Revista Fitos**, v.7, n.1, p.17-25, 2012.

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, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000200026&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 06 jan. 2014.

GOTTSCHLING, M.; MILLER, J. S.; WEIGEND, M.; HILGER, H. H. Congruence of Cordiaceae (Boraginales) inferred from its 1 sequence data with morphology, ecology, and biogeography. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.92, n.1, p.425-437, 2005. Disponível em: <<http://www.biodiversitylibrary.org/item/87371#page/435/mode/1up>>. Acesso em: 04 mar. 2014.

GOVINDARAGHAVAN, S.; HENNEL, J. R.; SUCHER, N. J. From classical taxonomy to genome and metabolome: Towards comprehensive quality standards for medicinal herb raw materials and extracts. **Fitoterapia**, v.83, n.6, p.979-988, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367326X12001372>>. Acesso em: 13 fev. 2014.

HAEFFNER, R.; HECK, R. M.; CEOLIN, T.; JARDIM, V. M. da R.; BARBIERI, R. L. Plantas medicinais utilizadas para o alívio da dor pelos agricultores ecológicos do Sul do Brasil. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v.14, n.3, p.596-602, 2012. Disponível em: <<http://www.fen.ufg.br/revista/v14/n3/pdf/v14n3a16.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2014.

HERNANDEZ, T.; CANALES, M.; TERAN, B.; AVILA, O.; DURAN, A.; GARCIA, A. M.; HERNANDEZ, H.; ANGELES-LOPEZ, O.; FERNANDEZ-ARAIZA, M.; AVILA, G. Antimicrobial activity of the essential oil and extracts of *Cordia curassavica* (Boraginaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v.111, n.1, p.137-141, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874106005824>>. Acesso em: 25 fev. 2014.

LABOKAS, J.; LOŽIENĖ, K. Variation of essential oil yield and relative amounts of enantiomers of α -pinene in leaves and unripe cones of *Juniperus communis* L. growing wild in Lithuania. **The Journal of Essential Oil Research**, v.25, n.4, p.244-250, 2013.

LAPA, F. S. ***Cordia curassavica* (JACQ.) ROEM. & SCHULT.: Influência de fatores ambientais no crescimento e na produção de metabólitos**. 2006. 59f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

LEITE, G. L. D.; SANTOS, M. C.; ROCHA, S. L.; COSTA, C. A.; ALMEIDA, C. I. M. Intensidade de ataque de tripses, de alternaria e da queima-das-pontas em cultivares de cebola. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.151-153, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v22n1/a32v22n1.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

LEITE, J. P. V. Desenvolvimento da fitoterapia. In: LEITE, J.P.V. (Ed.). **Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas**. São Paulo: Atheneu, 2009. Cap. 1, p.3-20.

LEMES, R.; RITTER, C. D.; MORAIS, A. B. B. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes forais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. **Biotemas**, v.21, n.4, p.91-98, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2008v21n4p91>>. Acesso em: 15 out. 2013.

LEMONS, G. C. S.; SANTOS, A. D.; FREITAS, S. P.; GRAVINA, G. A. Controle de plantas invasoras em cultivo orgânico e convencional de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.3, p.405-414, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v15n3/14.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2014.

LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.1, p.179-190, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042005000100015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 out. 2013.

LENZI, M.; ORTH, A. I.; GUERRA, T. M. Ecologia da polinização de *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae), em Florianópolis, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.3, p.505-513, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042005000300008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 out. 2013.

LILA, M. A.; RASKIN, I. Health-related interactions of phytochemicals. **Journal of Food Science**, v.70, n.1, p.20-27, 2005. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09054.x/abstract>>. Acesso em: 15 mar. 2014.

LIMA, H. R. P.; KAPLAN, M. A. C.; CRUZ, A. V. de M. Influência dos fatores abióticos na produção e variabilidade de terpenóides em plantas. **Floresta e Ambiente**, v.10, n.2, p.71-77, 2003. Disponível em: <<http://www.floram.org/articles/view/id/4fedb9681ef1fa6a4e000004>>. Acesso em: 23 out. 2013.

LORENZI, H. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 512p.

LORENZI, H.; MATOS, F. de A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2ª ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 188p.

LOURENZANI, A. E. B. S.; LOURENZANI, W. L.; BATALHA, M. O. Barreiras e oportunidades na comercialização de plantas medicinais provenientes da agricultura familiar. **Informações Econômicas**, v.34, n.3, 2004.

LUDLEY, K. E.; ROBINSON, C. H.; JICKELIS, S.; CHAMBERTAIN, P. M.; WHITAKER, J. Potential for monoterpenes to affect ectomycorrhizal and saprotrophic fungal activity in coniferous forest is revealed by novel experimental system. **Soil Biology & Biochemistry**, v.41, n.1, p.117-124, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071708003489>>. Acesso em: 02 mar. 2014.

MAGALHÃES, P. M. de. Estratégias para o mercado de plantas medicinais e aromáticas no Brasil: o exemplo da erva-baleeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.255, p.94-100, 2010.

MAIA-ALMEIDA, C. I.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M.; MAGALHÃES, P. M.; QUEIROZ, S. C. N.; SCRAMIM, S.; MISCHAN, M. M.; MONTANARI JÚNIOR, I.; PEREIRA, B.; FERREIRA, M. I. Densidade de plantio e idade de colheita de quebra-pedra [*Phyllanthus amarus* (Schumach. & Thonning) genótipo Unicamp-CPQBA 14] na produtividade de filantina. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.13, n.spe., p.633-641, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000500021&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 mai. 2014.

MARCHESE, J. A.; FIGUEIRA, G. M. O uso de tecnologias pré e pós-colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais e aromáticas.

Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.7, n.3, p.86-96, 2005. Disponível em: <http://www.sbpmed.org.br/download/issn_05_3/artigo_revisao.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2013.

MARCO, C. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; BORGES, N. S. S.; MEDEIROS FILHO, S. Influência de espaçamento, altura e época de corte no rendimento da biomassa e óleo essencial na cultura de capim citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt.). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.32-36, 2006. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/217/212>>. Acesso em: 06 fev. 2014.

MARQUES, L. C.; SOUZA, C. M. Pesquisa e desenvolvimento de fitoterápicos: relatos de experiência em indústria farmacêutica nacional. **Revista Fitos**, v.7, n.1, p.50-66, 2012.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M. de; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. Viçosa, UFV, 2000. 220p.

MARTINS, R. M. G.; ROSA JÚNIOR, E. J. Culturas antecessoras influenciando a cultura de milho e os atributos do solo no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, n.2, p.225-232, 2005. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1485/1132>>. Acesso em: 23 fev. 2014.

MARTINS, E. R.; FIGUEIREDO, L. S. de. Cultivo de plantas medicinais. In: LEITE, J. P. V. (Ed.). **Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas**. São Paulo: Atheneu, 2009. Cap. 6, p.143-168.

MATIAS, E. F. F.; ALVES, E. F.; SANTOS, B. S.; SOUZA, C. E. S. de; FERREIRA, J. V. de A.; LAVOR, A. K. L. S. de; FIGUEREDO, F. G.; LIMA, L. F. de; SANTOS, F. A. V. dos; PEIXOTO, F. S. N.; COLARES, A. V.; BOLIGON, A. A.; SARAIVA, R. de A.; ATHAYDE, M. L.; ROCHA, J. B. T. da; MENEZES, I. R. A.; COUTINHO, H. D. M.; COSTA, J. G. M. da. Biological activities and chemical characterization of *Cordia verbenacea* DC. as tool to validate the ethnobiological usage. **Evidence - Based Complementary and Alternative Medicine**, v.2013, p.1-7, 2013. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/ecam/2013/164215/>>. Acesso em: 04 mar. 2014.

MBOSSO, E. J. T.; NGOUELA, S.; NGUEDIA, J. C. A.; BENG, V. P.; ROHMER, M.; TSNAMO, E. *In vitro* antimicrobial activity of extracts and compounds of some selected medicinal plants from Cameroon. **Journal of Ethnopharmacology**, v.128, n.2, p.476-481, 2010. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874110000346>>.
Acesso em: 03 mar. 2014.

MCWILLIAMS, A. Plant-Derived Drugs: Products, Technology, Applications. 2006. **BBC Research**. Disponível em: <<http://www.bccresearch.com/market-research/biotechnology/BIO022D.html>>. Acesso em: 19 jun. 2014.

MEDEIROS, R.; PASSOS, G. F.; VITOR, C. E.; KOEPP, J., MAZZUCO, T. L.; PIANOWSKI, L. F.; CAMPOS, M. M.; CALIXTO, J. B. Effect of two active compounds obtained from the essential oil of *Cordia verbenacea* on the acute inflammatory responses elicited by LPS in the rat paw. **British Journal of Pharmacology**, v.151, n.5, p.618-627, 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1038/sj.bjp.0707270/full>>. Acesso em: 3 mar. 2014.

MEDEIROS, P. M. de; LADIO, A. H.; ALBUQUERQUE, U. P. Patterns of medicinal plant use by inhabitants of Brazilian urban and rural areas: A macroscale investigation based on available literature. **Journal of Ethnopharmacology**, v.150, n.2, p.729-746, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874113006739>>. Acesso em: 03 abr. 2014.

MELO, J. I. M.; SALES, M. F. Boraginaceae A. Juss. na região de Xingó: Alagoas e Sergipe. **Hoehnea**, v.32, n.3, p.369-380, 2005. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/files/2011/11/hoehnea_32\(3\)_t_03.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/files/2011/11/hoehnea_32(3)_t_03.pdf)>. Acesso em: 5 out. 2013.

MELO, M. T. P.; CARVALHO JÚNIOR, W. G. O.; SOUZA, M. F.; FIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. Produção de fitomassa e teor de óleo essencial de folhas de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.2, p.230-234, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000200016&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 03 ago. 2012.

MICHIELIN, E. M. Z.; SALVADOR, A. A.; RIEHL, C. A. S.; SMÂNIA JÚNIOR, A.; SMÂNIA, E. F. A.; FERREIRA, S. R. S. Chemical composition and antibacterial activity of *Cordia verbenacea* extracts obtained by different methods. **Bioresource Technology**, v.100, n.24, p.6615-6623, 2009a. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852409009547>>. Acesso em: 05 jan. 2014.

MICHIELIN, E. M. Z.; ROSSO, S. R.; FRANCHESI, E.; BORGES, G. R.; CORAZZA, M. L.; OLIVEIRA, J. V.; FERREIRA, S. R. S. High-pressure phase equilibrium data for systems with carbon dioxide, α -humuleno and *trans*-

caryophyllene. **The Journal of Chemical Thermodynamics**, v.41, n.1, p.130-137, 2009b. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021961408001535>>. Acesso em: 13 nov. 2013.

MILLEZI, A. F.; BAPTISTA, N. N.; CAIXETA, D. S.; ROSSONI, D. F.; CARDOSO, M. G.; PICCOLI, R. H. Caracterização e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.3, p.373-379, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722013000300010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 02 mar. 2014.

MING, L. C.; CHAVES, F. C. M.; SILVA, M. A. S. da. Recursos genéticos de plantas medicinais: recentes resultados de pesquisa. **Documento on line**. 200?. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=1870>>. Acesso em: 12 out. 2012.

MONTANARI JÚNIOR, I. Cultivo comercial de erva-baleeira. **Revista Agroecologia Hoje**, v.3, n.1, p.14-15, 2000.

MONTANARI JÚNIOR, I. **Aspectos da produção comercial de plantas medicinais nativas**. 2002. Disponível em: <<http://www.cpqba.unicamp.br/plmed/artigos/producao.htm>>. Acesso em: 29 set. 2012.

MONTANARI JÚNIOR, I. **Variabilidade genética em uma população de *Cordia verbenacea* DC. para características agronômicas e fitoquímicas**. 2011. 77f. Tese (Doutorado em Agronomia - Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

MONTEIRO, R.; DESCHAMPS, C.; BIASI, L. A.; BIZZO, H. Desenvolvimento vegetativo de *Mentha campestris* Schur e produção de mentol em diferentes espaçamentos de plantio e épocas de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.4, p.401-407, 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000400005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 03 ago. 2012.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2 (Suplemento - CD Rom), p.1-14, 2009. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/P_4_Palestra_Resumo_Lilia_Ap.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2013.

MORANDI, M. A. B. Integração de métodos físicos e biológicos no controle de doenças em viveiros de plantas medicinais: estudo de caso com *Cordia verbenacea*. IN: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2009. p.337-341.

MOURA, D. C.; MELO, J. I. M. de; SCHLINDWEIN, C. Visitantes Florais de Boraginaceae A. Juss. no baixo curso do Rio São Francisco: Alagoas e Sergipe. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.1, p.285-287, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/309/270>>. Acesso em: 13 nov. 2013.

MUNARIN, E. E. O; HEREDIAZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; ROSA, Y. B. C. J; RODRIGUES, E. T. Espaçamentos entre plantas e cobertura do solo com cama-de-frango na produção da bardana (*Arctium lappa* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.2, p.141-148, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722010000200003&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 03 ago. 2012.

MURAKAMI, C. **Estudo da composição e atividades biológicas de óleos voláteis de *Chromolaena laevigata* (Lam.) King & Rob. em diferentes fases fenológicas**. 2009. 87f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/teses/2009/pdf/Cynthia_Murakami_MS.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2013.

MUSSI-DIAS, V.; ARAÚJO, A. C. O.; SILVEIRA, S. F.; ROCABADO, J. M. A.; ARAÚJO, K. L. Fungos endofíticos associados a plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n.2, p.261-266, 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722012000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 mar. 2014.

NEWMAN, D. G.; CRAGG, G. M. Natural products sources of new drugs over the last 25 years. **Journal of Natural Products**, v.70, n.3, p.461-477, 2007. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/np068054v>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

OLIVEIRA, D. M. C. de; LUCHINI, A. C.; SEITO, L. N.; GOMES, J. C.; CRESPO-LÓPEZ, M. E.; DI STASI, L. C. *Cordia verbenacea* and secretion of mast cells in different animal species. **Journal of Ethnopharmacology**, v.135, n.2, p.463-468, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874111001978>>. Acesso em: 18 out. 2013.

PASSOS, G. F.; FERNANDES, E. S.; CUNHA, F. M da; FERREIRA, J.; PIANOWSKI, L. F.; CAMPOS, M. M.; CALIXTO, J. B. Anti-inflammatory and anti-allergic properties of the essential oil and active compounds from *Cordia verbenacea*. **Journal of Ethnopharmacology**, v.110, n.2, p.323–333, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037887410600506X>>. Acesso em: 25. fev. 2104.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; NAVA, G. A.; PAULUS, E. Teor e composição química do óleo essencial e crescimento vegetativo de *Aloysia triphylla* em diferentes espaçamentos e épocas de colheita. **Revista Ceres**, v.60, n.3, p.372-379, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2013000300010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 jan. 2014.

PIANOWSKI, L. Primeiro fitomedicamento baseado em planta brasileira é um antiinflamatório. **Jornal Fyotomédica**, v.1, n.1, p.2-3, 2005.

PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. **Cultivo e processamento de plantas medicinais**. Lavras: UFLA, 2002. 169p.

QUEIROZ, E. F.; FARO, R. do R. de A.; MELO, C. A. A biodiversidade brasileira como fonte de novas drogas: passado, presente e futuro. **Revista de Fitoterapia**, v.9, sup.1, p.31-35, 2009. Disponível em: <http://www.fitoterapia.net/revista/pdf/RdF_9_S1_PL04.pdf>. Acesso em: 29 set. 2012.

QUISPE-CONDORI, S.; FOGLIO, M. A.; ROSA, P. T. V.; MEIRELES, M. A. A. Obtaining β -caryophyllene from *Cordia verbenacea* de Candolle by supercritical fluid extraction. **Journal of Supercritical Fluids**, v.46, n.1, p.27-32, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844608000727>>. Acesso em: 09 nov. 2013.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.405-411, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782003000300003&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 09 jan. 2014.

RATES, S. M. K. Plants as source of drugs. **Toxicon**, v.39, n.5, p.603-1613, 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0041010100001549>>. Acesso em: 21 fev. 2014.

REIS, M. S dos; MARIOT, A.; STEENBOCK, W. Diversidade e domesticação de plantas medicinais. In: **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. SIMÕES, M.O.; GUERRA, M.P. et al. (Org.), 5. ed. Porto Alegre, Florianópolis: UFSC, 2004. 1102p.

RIBEIRO, J. R.; CASTRO, L. H. R. Método quantitativo para avaliar características fenológicas em árvores. **Revista Brasileira de Botânica**, v.9, n.1, p.7-11, 1986.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 301p. 2001.

RODRIGUES, F. F. G.; OLIVEIRA, L. G. S.; RODRIGUES, F. F. G.; SARAIVA, M. E.; ALMEIDA, S. C. X.; CABRAL, M. E. S.; CAMPOS, A. R.; COSTA, J. G. M. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of essential oil from *Cordia verbenacea* DC leaves. **Pharmacognosy Research**, v.4, n.3, p.161-165, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3424843/>>. Acesso em: 12 set. 2012.

ROLDÃO, E. de F.; WITAICENIS, A.; SEITO, L. N.; HIRUMA-LIMA, C. A.; DI STASI, L. C. Evaluation of the antiulcerogenic analgesic activities of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v.119, n.1-2, p.94-98, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874108003000>>. Acesso em: 13 nov. 2013.

ROMERO, G. B; CASTELLA, R. M. T. Actualización en fitoterapia y plantas medicinales. **Formación médica continuada en atención primaria**, v.19, n.3, p.149-160, 2012.

ROSA, C. da; CÂMARA, S. G.; BÉRIA, J. U. Representações e intenção de uso da fitoterapia na atenção básica e saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.16, n.1, p.311-318, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v16n1/v16n1a33.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2014.

SAHOO, N.; MANCHIKANTI, P.; DEY, S. Herbal drugs: Standards and regulation. **Fitoterapia**, v.81, n.6, p.462-471, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367326X10000511>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

SAKLANI, A.; KUTTY, S. K. Plant-derived compounds in clinical trials. **Drug Discovery Today**, v.13, n.3-4, p.161-171, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359644607004242>>. Acesso em: 14 mai. 2014.

SANTOS O. A. **Fenologia reprodutiva e biologia floral de espécies do sub-bosque em uma floresta tropical úmida na região de Manaus/AM – Brasil**. 2005. 73f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/8454>>. Acesso em: 9 mai. 2013.

SANTOS, A. S.; REHDER, V. L. G.; PIANOWSKI, L. F.; CALIXTO, J. B.; MAGALHÃES, P. M. de. Composição química de frações ativas do óleo essencial de *Cordia verbenacea* DC. In: **30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Águas de Lindóia – SP, 2007. Disponível em: <<http://sec.sbq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T1271-1.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2012.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.; PIRANI, F. R. Fenologia de *Lafoensia pacari* A. St.-Hil. (Lythraceae) em Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.1, p.12-17, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722009000100003&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 13 nov. 2013.

SANTOS, A. P. M. dos; ROMERO, R.; OLIVEIRA, P. E. A. M. de. Biologia reprodutiva de *Miconia angelana* (Melastomataceae), endêmica da Serra da Canastra, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v.33, n.2, p.333-341, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010084042010000200014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 jan. 2014.

SANTOS, R. L.; GUIMARAES, G. P.; NOBRE, M. S. C; PORTELA, A. S. Análise sobre a fitoterapia como prática integrativa no Sistema Único de Saúde. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.4, p.486-491, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000400014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 de jun. 2014.

SARTÓRIO, M. L.; TRINDADE, C.; RESENDE, P. MACHADO, J. R. **Cultivo orgânico de plantas medicinais**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2000. 260p.

SCARIOT, A. O.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Reproductive Biology of the Palm *Acrocomia aculeata* in Central Brazil. **Biotropica**. v.23, n.1, p.12-22, 1991.

SERTIÉ, J. A. A.; BASILE, A. C.; PANIZZA, S.; OSHIRO, T. T.; AZZOLINI, C. P.; PENNA, S. C. Pharmacological assay of *Cordia verbenacea* III: oral and topical antiinflammatory activity and gastrotoxicity of a crude leaf extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v.31, n.2, p.239-247, 1991. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378874191900082>>.

Acesso em: 13 jan. 2014.

SILVA, F. da. **Avaliação do teor e da composição química do óleo essencial de plantas medicinais submetidas a processos de secagem e armazenamento**. 2005. 152f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000362004>>. Acesso em: 06 nov. 2013.

SILVA, A. C. da; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p.22-28, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2009000100004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 mar. 2014.

SILVA, F. da; FIGUEIRA, G. M. Cuidados na colheita e pós-colheita de plantas medicinais e aromáticas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.31, n.255, p.85-92, 2010.

SILVA, L. P. da. **Ação antiespasmódica do trans-cariofileno e bloqueio de canais para Ca^{+2} em músculo liso traqueal de rato**. 2010. 95f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências Fisiológicas) - Centro de Saúde, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: <<http://oatd.org/oatd/record?record=oai%5C:tede.uece.br%5C:523>>. Acesso em: 06 nov. 2013.

SILVA, G. N. S.; SPADER, T. B.; ALVES, S. H.; MALLMANN, C. A.; HEINZMANN, B. M. Composition and evaluation of the antimicrobial activity of the essential oil of *Senecio selloi* Spreng DC. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.4, p.503-507, 2013. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722013000400005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 06 jan. 2014.

SMITH-HALL, C.; LARSEN, H. O.; POULIOT, M. People, plants and health: a conceptual framework for assessing changes in medicinal plant consumption. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**. v.8, n.43, p.3-11, 2012. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1746-4269-8-43.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

SOUZA, M. F. de; MANGANOTTI, S. A.; SOUZA, P. N. S.; MEIRA, M. R.; MATOS, C. da C. de; MARTINS, E. R. Influência do horário de coleta, orientação geográfica e dossel na produção de óleo essencial de *Cordia verbenacea* DC. **Biotemas**, v.24, n.1, p.9-14, 2011.

SOUZA, M. R. M.; PEREIRA, R. G. F.; FONSECA, M. C. M. Comercialização de plantas medicinais no contexto da cadeia produtiva em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.14, n.º.spe, p.242-245, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722012000500019&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 17 set. 2012.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K.; JAQUES, R. J. S.; SANTOS, M. L. dos; GODOY, H. T.; BOGUSZ JÚNIOR, S. Óleo essencial de eucalipto como bioestimulador do crescimento de fungos ectomicorrízicos *in vitro*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.2, p.403-414, 2013. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/9285>>. Acesso em: 01 mar. 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.

TALORA, D. C.; MORELATTO, P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.1, p.13-26, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-8404200000100002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 jan. 2014.

TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, J. F.; FERNANDES, D.; GRANGEIRO, L. C.; TOMAZ, H. V. Q.; RODRIGUES, A. P. M. S. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta daninha**, v.30, n.3, p.547-556, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582012000300010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 mar. 2014.

THOLL, D. Terpene synthases and the regulation, diversity and biological roles of terpene metabolism. **Current Opinion in Plant Biology**, v.9, n.3, p.297-304, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369526606000537>>. Acesso em: 13 mai. 2014.

VAZ, A. P. A.; SCARANARI, C.; BATISTA, L. A. R.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORATTO, A.; MAGALHÃES, P. M. Biomassa e composição química de genótipos melhorados de espécies medicinais cultivadas em quatro municípios paulistas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.869-872, 2006.

VEIGA JÚNIOR, V. F. da. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos

profissionais de saúde e modo de uso pela população. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.2, p.308-313, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2008000200027&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 out. 2012.

VENTRELLA, M. C.; MARINHO, C. R. Morphology and histochemistry of glandular trichomes of *Cordia verbenacea* DC. (Boraginaceae) leaves. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.3, p.457-467, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042008000300010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 03 mar. 2014.

VILLAS BÔAS, G. de K.; GADELHA, C. A. G. Oportunidades na indústria de medicamentos e a lógica do desenvolvimento local baseado nos biomas brasileiros: bases para a discussão de uma política nacional. **Cadernos de Saúde Pública**, v.23, n.6, p.1463-1471, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2007000600021&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 abr. 2014.

WANDERER, M.; BARROS, I. B.I. Efeito do espaçamento de plantas sobre o rendimento de biomassa de duas cultivares de melissa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2006. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_392.pdf>. Acesso em: 19 set. 2012.

YU, L.; PENG, G.; LI, C.; JIANG, B.; XU, H.; DING, N.; ZHENG, Y.; LENG, J.Q. A rapid and low-cost approach to evaluate the allergenicity of herbal injection using HPLC analysis. **Fitoterapia**, v.88, p.12-18, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367326X13000907>>. Acesso em: 13 fev. 2014.

ZANINE, A. D. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, v.11, n.1, p.10-30, 2004. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/viewFile/2184/1700>>. Acesso em 21 out. 2012.