

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 06/03/2021.

JUAN DAVID SOLANO MENDOZA

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE
ÓLEO ESSENCIAL DE *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex BRITTON & P. WILSON, EM
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Botucatu

2020

JUAN DAVID SOLANO MENDOZA

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE
OLEO ESSENCIAL DE *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex BRITTON & P. WILSON, EM
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

Teses apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia (Horticultura).

Orientadora: Profa. Dra. Marcia Ortiz Mayo
Marques
Coorientador: Prof. Dr. João Carlos Cury
Saad

Botucatu

2020

M539p

Mendoza, Juan David Solano

Produção de biomassa, rendimento e composição química de óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex BRITTON & P. WILSON, em diferentes lâminas de irrigação / Juan David Solano Mendoza. -- , 2020

91 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,

Orientadora: Marcia Ortiz Mayo Marques

Coorientador: João Carlos Cury Saad

1. erva cidreira. 2. irrigação. 3. óleo essencial. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "PRODUÇÃO DE BIOMASSA, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE ÓLEO ESSENCIAL DE *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. ex BRITTON & P. WILSON, EM DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO"

AUTOR: JUAN DAVID SOLANO MENDOZA
ORIENTADORA: MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES
COORIENTADOR: JOÃO CARLOS CURY SAAD

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Marcia Ortiz Mayo Marques

Dr.^a MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES
Centro de P&D de Recursos Genéticos Vegetais / Instituto Agronômico de Campinas

Enzo Dal Pai
Prof. Dr. ENZO DAL PAI
Pós-Doutorando - Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu

Walter José Siqueira
Dr. WALTER JOSÉ SIQUEIRA
Centro de Genética e Biologia Molecular / Instituto Agronômico de Campinas

Jennifer Bufalo
Pesquisadora Dr.^a JENNIFER BUFALO
Global Innovation Scent & Care / Symrise Aromas e Fragrâncias Ltda.

Lin Chau Ming
Prof. Dr. LIN CHAU MING
Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Botucatu, 06 de março de 2020.

A Maria Jackeline Chauarria Mora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar sabedoria, paz e vontade para levar este projeto até o fim.

A minha querida família, Lucia, Hugo, Felipe e Catalina pelo incentivo ao estudo.

Aos amigos e colegas da Faculdade de Ciências Agronômicas, Fazenda Lageado e Laboratorio de Fitoquímica e Produtos Naturais do IAC. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Departamento de Horticultura da FCA, Botucatu pela bolsa de estudo com código de financiamento 001.

Ao Programa de Melhoramento Genético do Centro de Pesquisa de Recursos Genéticos Vegetais do Instituto Agronômico (IAC) por disponibilizar o material vegetal utilizado no estudo.

À Professor(a) Marcia Ortiz Mayo Marques, João Carlos Cury Saad, Lin Chau Ming, Walter José Siqueira, Marcia Márcia Pereira Sartori, Enzo Dal Pai pela paciência e suas valiosas orientações, disponibilidade e contribuições ao longo da Tese.

A minha querida esposa Jackeline pela ajuda incondicional e amorosa compreensão.

RESUMO

A *Lippia alba* (Verbenaceae), popularmente conhecida como erva-cidreira, é uma planta originária da América do Sul e considerada um recurso genético vegetal de altíssimo valor para estudos de bioprospecção pela sua potencial importância econômica, ecológica e propriedades do seu óleo essencial. A irrigação de sistemas de produção agrícola depende da disponibilidade dos recursos hídricos da demanda de água em cada etapa do cultivo, requerendo um manejo criterioso e sustentável. Estudos em plantas aromáticas têm mostrado que o manejo da água por meio da irrigação e as condições climáticas do local de cultivo são fatores abióticos determinantes na produção de biomassa, rendimento de óleo essencial e síntese de princípios ativos de interesse para a indústria de cosméticos, perfumes e fragrâncias. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação na biomassa, rendimento, produção e composição química do óleo essencial da espécie *Lippia alba*, de clones selecionados de quimiotipo linalol, pertencentes ao Banco de Germoplasma do Instituto Agrônomo (IAC). As mudas foram obtidas por propagação assexuada e o cultivo conduzido em casa de vegetação em sistema orgânico de produção. Os tratamentos foram representados pelo manejo da irrigação com base na evapotranspiração de referência (50%, 75%, 100% ET_0 e 125% da ET_0). Os cortes foram efetuados aos 90, 180, 270 e 360 dias após a poda de formação (DAFP). As plantas foram avaliadas quanto à produção total de matéria seca das folhas (PTMSF), produção total de matéria seca dos caules (PTMSC), produção total de matéria seca da parte aérea (PTMSPA), rendimento das folhas (RDF), rendimento do óleo essencial (ROE), produção do óleo essencial por planta (POE) e composição química do óleo essencial das folhas. Os resultados foram submetidos à análise de variância, complementada pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A análise multivariada foi aplicada aos resultados de composição química dos óleos essenciais. Houve acréscimo nas características agrônômicas (PTMSF, PTMSC, PTMSPA, RDF, ROE e POE) em função das lâminas de irrigação. No segundo e terceiro cortes foram observados os maiores valores de PTMSF, obtidos com as lâminas de irrigação de 100% da ET_0 e de 125% da ET_0 , respectivamente.

Os maiores valores de PTMSC e PTMSPA foram observados no segundo e terceiro cortes com a lâmina de irrigação de 125% da ET_0 . Os maiores valores de RDF foram observados no terceiro e quarto cortes com a lâmina de irrigação de 50% da ET_0 . O segundo e quarto cortes apresentaram os maiores valores de ROE (1,02% e 1,03%) com a lâmina de irrigação de 75% da ET_0 . Foram observados os maiores valores de POE no segundo corte (0,14 g. pl^{-1}) e terceiro corte (0,13 g. pl^{-1}) com as lâminas de irrigação de 100% da ET_0 e 125% da ET_0 , respectivamente. Os compostos majoritários nos óleos essenciais foram o linalol, 1,8 cineol, germacreno D, β -elemeno e geranial, representando 87,20% do total de constituintes detectados no primeiro corte, 88,17% no segundo corte, 92,25% no terceiro corte e 92,98% no quarto corte. Diferenças quantitativas e acréscimos nas proporções relativas médias das substâncias em função das lâminas de irrigação (% da ET_0) foram verificadas, no primeiro corte, para o linalol (100% da ET_0), geranial, β -elemeno e germacreno D (50% da ET_0). No segundo corte, para o linalol (50% da ET_0), geranial, β -elemeno e germacreno D (100% da ET_0). No terceiro corte, para o linalol (50% da ET_0), geranial e β -elemeno (100% da ET_0) e do germacreno D (125 % da ET_0). No quarto corte, para o linalol e geranial (100% da ET_0) e para β -elemeno e germacreno D (75% da ET_0). As maiores proporções relativas do linalol foram obtidas no quarto corte (84,8%) e no terceiro corte (83,4%) com as lâminas de irrigação de 100% e 50% da ET_0 , respectivamente.

Palavras-chave: *Lippia alba*. Fatores abióticos. Déficit hídrico. Óleo essencial.

Linalol.

ABSTRACT

Lippia alba (Verbenaceae), popularly known as lemon balm, is a plant originally from South America and considered a highly valuable plant genetic resource for bioprospecting studies due to its potential economic, ecological and essential oil properties. The irrigation of agricultural production systems depends on the availability of water resources for water demand at each stage of cultivation, requiring careful and sustainable management. Studies on aromatic plants have shown that water management through irrigation and the climatic conditions of the place of cultivation are abiotic factors determining biomass production, essential oil yield and synthesis of active principles of interest to the cosmetics, perfumes industry and fragrances. The objective of this study was to evaluate the effect of different irrigation depths on biomass, yield, production and chemical composition of the essential oil of the species *Lippia alba*, from selected clones of the linalool chemotype, belonging to the Germplasm Bank of the Agronomic Institute (IAC). The seedlings were obtained by asexual propagation and cultivation was carried out in a greenhouse in an organic production system. The treatments were represented by irrigation management based on reference evapotranspiration (50%, 75%, 100% ET_0 and 125% ET_0). The cuts were made at 90, 180, 270 and 360 days after the formation pruning (DAPF). Plants were evaluated for total leaf dry matter production (PTMSF), total stem dry matter production (PTMSC), total shoot dry matter production (PTMSPA), leaf yield (RDF), oil yield essential oil (ROE), production of essential oil per plant (POE) and chemical composition of leaf essential oil. The results were submitted to analysis of variance, complemented by the Scott-Knott test, at 5% probability. Multivariate analysis was applied to the results of chemical composition of essential oils. There was an increase in agronomic characteristics (PTMSF, PTMSC, PTMSPA, RDF, ROE and POE) due to the irrigation depths. In the second and third cuts, the highest values of PTMSF were observed, obtained with the irrigation depths of 100% ET_0 and 125% ET_0 , respectively.

The highest values of PTMSC and PTMSPA were observed in the second and third cuts with the irrigation blade of 125% of ET_0 . The highest values of RDF were observed in the third and fourth cuts with the 50% ET_0 irrigation blade. The second and fourth cuts showed the highest ROE values (1.02% and 1.03%) with the 75% ET_0 irrigation depth. The highest POE values were observed in the second cut (0,14 g. pl^{-1}) and third cut (0,13 g. pl^{-1}) with the 100% ET_0 irrigation blades. and 125% of ET_0 , respectively. The major compounds in essential oils were linalool, 1.8 cineole, germacrene D, β -elemene and geranial, representing 87.20% of the total constituents detected in the first cut, 88.17% in the second cut, 92.25% in the third cut and 92.98% in the fourth cut. Quantitative differences and additions in the average relative proportions of the substances as a function of the irrigation depths (% of ET_0) were verified, in the first cut, for linalool (100% of ET_0), geranial, β -elemene and germacrene D (50% of ET_0). In the second cut, for linalool (50% of ET_0), geranial, β -elemene and germacrene D (100% of ET_0). In the third cut, for linalool (50% of ET_0), geranial and β -elemene (100% of ET_0) and germacrene D (125% of ET_0). In the fourth cut, for linalool and geranial (100% of ET_0) and for β -elemene and germacrene D (75% of ET_0). The largest relative proportions of linalool were obtained in the fourth cut (84.8%) and in the third cut (83.4%) with the irrigation depths of 100% and 50% of ET_0 , respectively

Key words: *Lippia alba*. Abiotic factors. Water deficit. Essential oil. Linalool.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura química do neral, geranial, linalol e carvona.....	26
Figura 2 – Valores médios da temperatura e umidade relativa média do ar, ao longo de 24 horas, registrados durante o período de crescimento (19 de abril a 17 de julho / 2018) que antecedeu ao primeiro corte efetuado em 18 de julho de 2018, aos 90 (DAPF)	33
Figura 3 - Valores médios da temperatura e umidade relativa média do ar, ao longo de 24 horas, registrados durante o período de crescimento (18 de julho a 14 de outubro/2018) que antecedeu ao segundo corte efetuado em 15 de outubro de 2018, aos 180 (DAPF).....	33
Figura 4 - Valores médios da temperatura e umidade relativa média do ar, ao longo de 24 horas, registrados durante o período de crescimento (15 outubro a 11 de janeiro/2019) que antecedeu ao terceiro corte efetuado em 12 de janeiro de 2019, aos 270 (DAPF).	34
Figura 5 - Valores médios da temperatura e umidade relativa média do ar, ao longo de 24 horas, registrados durante o período de crescimento (12 de janeiro a 10 de abril /2019) que antecedeu ao quarto corte efetuado em 11 de abril de 2019, aos 360 (DAPF)	34
Figura 6 - Evapotranspiração de referência ET_0 (mm/d) registrada no interior da casa de vegetação, durante o período de crescimento (19 de abril a 17 de julho /2018) que antecedeu ao corte efetuado o 18 de julho de 2018, aos 90 DAPF.	39
Figura 7 - Demanda acumulada de água (mm) durante o período de crescimento (19 de abril a 17 de julho de 2018), que antecedeu ao corte efetuado em 18 de julho de 2018, aos 90 DAPF	39
Figura 8 - Evapotranspiração de referência ET_0 (mm/d) registrada no interior da casa de vegetação, durante o período de crescimento (18 de julho a 14 de outubro /2018) que antecedeu ao segundo corte efetuado em 15 de outubro de 2018, aos 180 DAPF.	40
Figura 9 - Demanda acumulada de água (mm) durante o período de crescimento (18 de julho a 14 de outubro/2018), que antecedeu ao segundo corte efetuado em 15 de outubro de 2018, aos 180 DAPF.	40
Figura 10 - Evapotranspiração de referência ET_0 (mm/d) registrada no interior da casa de vegetação durante o período de crescimento (15 de outubro de 2018 a 11 de janeiro de 2019), que antecedeu ao terceiro corte efetuado em 12 de janeiro de 2019, aos 270 DAPF.....	41

Figura 11 - Demanda de água acumulada (mm) (270 DAPF) durante o período de crescimento (15 de outubro de 2018 a 11 de janeiro de 2019), que antecedeu ao terceiro corte efetuado em 12 de janeiro de 2019, aos 270 DAPF.	41
Figura 12 - Evapotranspiração de referência ET_0 (mm/d) registrada no interior da casa de vegetação durante o período de crescimento (12 de janeiro a 10 de abril de 2019), que antecedeu ao quarto corte efetuado em 11 de abril de 2019, aos 360 DAPF. .	42
Figura 13 - Demanda de água acumulada (mm) durante o período de crescimento (12 de janeiro a 10 de abril de 2019), que antecedeu ao quarto corte efetuado em 11 de abril de 2019, aos 360 DAPF.	42
Figura 14 - Dendrogramas resultantes da análise de agrupamento para os quatro tratamentos avaliados (50% da ET_0 - A), (75% da ET_0 - B), (100% da ET_0 - C) e (125% da ET_0 - D), a partir das média das características agrônômicas de <i>Lippia alba</i> , utilizando a distância euclidiana e análises d	58
Figura 15 - Padrão de divergência química entre as lâminas de irrigação (% da ET_0) no primeiro corte aos 90 dias após a poda de formação (DAPF), definido pela análise de componentes principais com base nas 19 substâncias detectadas no óleo essencial de <i>Lippia alba</i>	61
Figura 16 - Padrão de divergência química entre as lâminas de irrigação (% da ET_0) no segundo corte (180 DAPF), definido pela análise de componentes principais com base nas 19 substâncias detectadas no óleo essencial de <i>Lippia alba</i>	62
Figura 17- Padrão de divergência química entre as lâminas de irrigação (% da ET_0) no terceiro corte (270 DAPF), definido pela análise de componentes principais com base nas 19 substâncias detectadas no óleo essencial de <i>Lippia alba</i>	62
Figura 18 - Padrão de divergência química entre as lâminas de irrigação (% da ET_0) no terceiro corte (360 DAPF), definido pela análise de componentes principais com base nas 19 substâncias detectadas no óleo essencial de <i>Lippia alba</i>	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores da temperatura e umidade relativa média do ar (24 horas) nos quatro períodos de crescimento que antecederam aos cortes.....	32
Tabela 2 - Características químicas da água utilizada para irrigação do experimento	35
Tabela 3 - Produção total de matéria seca das folhas - PTMSF (g/planta) de <i>Lippia alba</i> em função das lâminas de irrigação	43
Tabela 4 - Produção total de matéria seca dos caules - PTMSC (g/planta) de <i>Lippia alba</i> em função das Lâminas de irrigação	45
Tabela 5 - Produção total de matéria seca da parte aérea - PTMSPA (g/planta) de <i>Lippia alba</i> em função das lâminas de irrigação.....	48
Tabela 6 - Rendimento das folhas - RDF (%) de <i>Lippia alba</i> em função das lâminas de irrigação	50
Tabela 7- Rendimento de óleo essencial (%) das folhas de <i>Lippia alba</i> em função das lâminas de irrigação	52
Tabela 8 - Produção de óleo essencial por planta (g. pl ⁻¹) de <i>Lippia alba</i> em função das lâminas de irrigação	55
Tabela 9 - Médias das características agrônômicas de <i>Lippia alba</i> para os quatro cortes em função das lâminas de irrigação	57
Tabela 10 - Composição química média (%) do óleo essencial das folhas de <i>Lippia alba</i> , quimiotipo Linalol em função das lâminas de irrigação.....	60
Tabela 11 - Proporção relativa do linalol (%) nas folhas de <i>Lippia alba</i> em função das lâminas de irrigação.	64
Tabela 12 - Proporção relativa de 1,8 cineol (%) nas folhas de <i>Lippia alba</i> em função das lâminas	66
Tabela 13 - Proporção relativa de Geranial (%) nas folhas de <i>Lippia alba</i> em função das lâminas de irrigação.	68
Tabela 14 - Proporção relativa de β -elemeno (%) nas folhas de <i>Lippia alba</i> em função das lâminas de irrigação.	70
Tabela 15 - Proporção relativa de germacreno D (%) nas folhas de <i>Lippia alba</i> em função das lâminas de irrigação.....	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1.	ASPECTOS GERAIS EM PLANTAS AROMÁTICAS.....	22
2.2.	ASPECTOS AGRONÔMICOS, BIOLÓGICOS E QUÍMICOS DA <i>LIPPIA ALBA</i>	24
2.3.	DEMANDA E USO CONSULTIVO DA ÁGUA EM PLANTAS.....	27
2.4.	A EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET_0),.....	27
2.5.	DÉFICIT HÍDRICO EM PLANTAS	28
2.6.	FATORES ABIÓTICOS E OS METABÓLITOS ESPECIALIZADOS EM PLANTAS AROMÁTICAS	29
2.6.1.	<i>Déficit hídrico em plantas aromáticas</i>	29
2.6.2.	<i>Época de corte em plantas aromáticas</i>	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1.	MATERIAL VEGETAL E PREPARAÇÃO DAS MUDAS	31
3.2.	LOCALIDADE E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	31
3.3.	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	35
3.4.	CONTROLE DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO.....	35
3.5.	CORTE E BENEFICIAMENTO DO MATERIAL VEGETAL	36
3.6.	SECAGEM DO MATERIAL VEGETAL.....	36
3.7.	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS AVALIADAS.....	36
3.8.	EXTRAÇÃO E RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS (ROE)	36
3.9.	PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL POR PLANTA (POE).....	37
3.10.	CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL.....	37
3.10.1.	<i>Composição Química do Óleo essencial</i>	37
3.11.	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1.	EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA - ET_0 (MM/D) E DEMANDA ACUMULADA DE ÁGUA (MM)	39
4.2.	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS	43
4.2.1.	<i>Produção total de matéria seca das folhas (PTMSF)</i>	43
4.2.2.	<i>Produção total de matéria seca dos caules (PTMSC)</i>	45
4.2.3.	<i>Produção total de matéria seca da parte aérea (PTMSPA)</i>	47
4.2.4.	<i>Rendimento das folhas (RDF)</i>	50
4.2.5.	<i>Rendimento de óleo essencial das folhas (ROE)</i>	52
4.2.6.	<i>Produção de óleo essencial por planta (POE)</i>	55
4.3.	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL.....	59
4.3.1.	<i>Linalol</i>	64
4.3.2.	<i>1,8 cineol</i>	66
4.3.3.	<i>Geranial</i>	68
4.3.4.	<i>β-elemeno</i>	70
4.3.5.	<i>Germacreno D</i>	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
6	CONCLUSÕES	77
	REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

No atual modelo de produção agrícola ocorrem mudanças na cobertura e uso intensivo do solo, o que ocasiona nas regiões alterações nos gradientes de temperatura, umidade relativa, ventos, pressão atmosférica e distribuição das precipitações. Na produção vegetal, a água é fundamental para o desenvolvimento das plantas e, por isso, é fundamental a implementação de técnicas agronômicas visando seu uso racional e sustentável.

Em nível global, a agricultura é o setor que mais demanda água. Nas atividades agrícolas são utilizadas 70% da água total extraída, sendo maior o uso em países subdesenvolvidos, onde o índice chega a 90%. Na América do Sul a agricultura é responsável por 67% do total de água em uso.

No Brasil 67,2% do total de água extraída é utilizado na irrigação para suprir a demanda de água das culturas agrícolas, principalmente em regiões com escassez de água mais acentuada, como é caso o Semiárido ou em períodos específicos de seca nas demais regiões do país. No ano de 2014, a estiagem severa na região sudeste ocasionou crise e insegurança hídrica ao reduzir as vazões dos rios e o armazenamento dos reservatórios.

O uso da irrigação em sistemas de produção agrícola depende da disponibilidade dos recursos hídricos de uma região. Um estudo realizado pelo grupo intergovernamental de especialistas em mudanças climáticas (IPCC) no ano de 2019, mostrou que o uso da água na agricultura aumentará de 5 a 8% em 2050.

Segundo o Tratado Internacional sobre os Recursos Filogenéticos para a Alimentação e a Agricultura (FAO), os países em desenvolvimento precisam implementar estratégias de adaptação e mitigação de manejo da água visando aumentar a capacidade de resiliência dos sistemas agrícolas ante os efeitos negativos das mudanças climáticas.

Na América Latina e no Caribe, os habitats das plantas aromáticas estão sendo ameaçados pela crescente demanda e práticas inadequadas de coleta, pois a maior parte das populações dessas espécies ainda são silvestres ou estão em processo de domesticação.

No Brasil, o cultivo de plantas aromáticas tem destaque como alternativa de diversificação dos agroecossistemas e pela geração de renda. O tema recursos genéticos vegetais de plantas aromáticas, associado às tecnologias de produção de

base agroecológica para o uso e manejo eficiente da agrobiodiversidade, da água e do solo, é uma prioridade para o país, particularmente quando se trata de espécies em processo de domesticação com interesse comercial, como é o caso da espécie *Lippia alba* (Mill.) N. E. ex Britton & P. Wilson.

A erva-cidreira (*Lippia alba*) é uma planta originária da América do Sul e no Brasil é encontrada em ambientes antrópicos, como a caatinga (*stricto sensu*), floresta ciliar, floresta ombrófila, restinga e palmeiral.

A erva-cidreira é considerada um recurso genético vegetal de altíssimo valor econômico e ecológico, sendo que os estudos de bioprospecção são prioritários para o seu cultivo comercial e a produção de produtos naturais a partir de seu óleo essencial.

Em estudos realizados nos óleos essenciais extraídos de diferentes quimiotipos de *Lippia alba* (cital, linalol, tagetenona, limoneno, mirceno, γ -terpineno, alcanfor, 1,8-cineol e estragol) foram avaliadas as suas propriedades biológicas como: atividade antioxidante (Stashenko et al., 2013), antiespasmódico (Blanco et al., 2014) e antifúngico (Glamočlija et al., 2011). O linalol ($C_{10}H_{18}O$) é um monoterpeneo oxigenado de estrutura linear acíclica e grupo funcional álcool, parcialmente solúvel em água ou em soluções hidroetanólicas, propriedade química que é aproveitada na indústria de cosméticos para o desenvolvimento de produtos aromatizantes, fragrâncias e perfumes (Letizia et al., 2003).

O linalol é a substância constituinte do óleo essencial de espécies como lavandula e flores de citrus, que é utilizada na produção de perfumes e fragrâncias. Por este motivo é importante realizar estudos agrônômicos e de caracterização fitoquímica em clones selecionados de *Lippia alba* – quimiotipo inalol, com a finalidade de oferecer cultivares diferenciados com uso potencial para o desenvolvimento de produtos naturais bioativos inovadores na indústria da perfumaria, higiene e cosméticos.

Para atender aos requisitos de qualidade dos produtos naturais desenvolvidos a partir de plantas aromáticas, é necessário realizar estudos em diferentes áreas tecnológicas como domesticação, técnicas de cultivo e extração visando o uso racional e sustentável de suas substâncias químicas.

Estudos em plantas aromáticas têm mostrado que o manejo da irrigação e as condições climáticas do local de cultivo são fatores abióticos determinantes na produção e acúmulo de substâncias bioativas de interesse oriundas do metabolismo especializado, também chamado de metabolismo secundário.

Em *Lippia alba* foi verificado o efeito dos fatores abióticos no rendimento e composição química de seus óleos essenciais (Zambrano et al., 2013, Barros et al, 2009; Santos e Inneco, 2004), porém não foi avaliado o efeito do déficit hídrico nas características agronômicas e na composição química do óleo essencial.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes lâminas de irrigação nas características agronômicas e na composição química do óleo essencial da espécie *Lippia alba*, quimiotipo linalol.

6 CONCLUSÕES

O manejo da irrigação com as lâminas de 100 e de 125% da ET_0 favoreceram a produção total de matéria seca das folhas, dos caules e da parte aérea em *Lippia alba*, quimiotipo Linalol.

O rendimento das folhas foi significativo em função do manejo da irrigação com base na evapotranspiração de referência.

O rendimento de óleo essencial das folhas de *Lippia alba*, quimiotipo Linalol, foi afetado pelas lâminas de irrigação.

A produção de óleo essencial por planta foi influenciada no segundo corte (outubro de 2018) pela lâmina de 100% da ET_0 e no terceiro corte (janeiro /2019) pelo manejo com base em 125% da ET_0 .

As proporções relativas das substâncias linalol, geranial, β -elemeno e germacreno D do óleo essencial das folhas de *Lippia alba*, quimiotipo linalol, foram alteradas em função do manejo da irrigação com base na evapotranspiração de referência.

Independente do tratamento (lâminas de irrigação - % da ET_0), o linalol e 1,8-cineol foram os constituintes químicos mais abundantes nos óleos essenciais.

Não foram observadas diferenças quantitativas nas proporções relativas médias para a substância 1,8-cineol, em função do manejo da irrigação com base na evapotranspiração de referência.

REFERÊNCIAS

ABDELMAJEED, N.A et al. The effect of environmental stress on qualitative and quantitative essential oil of aromatic and medicinal plants. **Archives Des Sciences**. V. 66, n. 4, p.100 -120, 2013.

Abdi, G et al. Essential Oil Composition at Different Plant Growth Development of Peppermint (*Mentha x piperita* L.) Under Water Deficit Stress. *J. Essential Oil-Bearing Plants*. v. 22, n.2. 2019.

ADAMS, R.P. **Identification of essential oil components by gas-chromatography/mass spectrometry**, ed. 4.1. 4.1, jan. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução – RDC nº 2, 2007.

ALBUQUERQUE, PE.P.; DURÂES, F.O.M. **Uso e manejo da irrigação**. Brasília, DF, Embrapa, 2008.

ARRRAIZA, M. et al. Open Course Ware IPM, 30. industrial use of medicinal and aromatic plants, Madrid, EP. Universidad de Madrid, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICO- ABIHPEC. Panorama do setor higiene pessoal, perfumaria e cosméticos: informação e documentação - apresentação de resultados: 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-**ABNT**. Irrigação localizada: microaspersores - requisitos gerais e métodos de ensaio. PNBR 04:015.08-015.Sao Paulo,11p. 2004.

AZIZ, E.T. Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil yield and constituents of *Thymus vulgaris* plant. **American-Eurasian j. Agric & Environ. Sci**. v. 4, n .4, p.443-450, 2008.

BAHER, Z. et al. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. **Flavour Fragr. J**, Tehran, v.17, p. 275–277, 2002.

BANDONI, A. L. ZEPAC, M.P. Os recursos vegetais aromáticos no Brasil. EDUFES. Vitoria. 2008. 624 p.

BANDONI, A.L. DELLACASA. Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica, su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores. CYTED, Buenos Aires, 2002. Argentina.

BANDONI, A.; DELLACASA, E. In: DELLACASSA (coord). **Normalización de productos naturales obtenidos de especies de la flora aromática latinoamericana: Proyecto CYTEP**, Porto Alegre: Edipucrs, 2010. v. 1, cap.1, p.11-14.

BARROS, F.M.C et al. Variabilidade sazonal e biossíntese de terpenóides presentes no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae). **Química Nova**, v. 32, n.4, p.861-867, feb. /out. 2009.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**.8. ed. Viçosa, MG :Editora da UFV, 2008.

BETTAIEB, I et al. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. **Scientia Horticulturae**, Tunisia, v. 120, p. 271–275. 2009.

BETTAIEB, I et al. Water-deficit Impact on fatty acid and essential oil composition and antioxidant activities of Cumin *Cuminum cyminum* L. aerial parts. J. Agric. Food Chem, Hammam-Li, v.59, p. 328–334. 2011.

BLANCO, M. **Rendimiento de biomasa y aceite esencial de quimió tipos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown en respuesta a las prácticas agronómicas y sus propiedades farmacológicas**.2014. Dissertação (Mestrado em plantas medicinais) -Facultad de Ciencias Exactas, Universidad de la Plata, La Plata, 2014.

BONILLA et al. **Descripción botánica, manejo del cultivo y poscosecha de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown ex Britton & P. Wilson**, Bogotá, DC: UNAL editora, 2013.

BOTERO, H. **Corporación Plantas medicinales; pasado y presente**. Medellín: Corantioquia editora, 2011.

BIASI, L.A.; COSTA, G. Propagação vegetativa de *Lippia alba*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.455-459, jun, 2003.

BOTTIGNON, M. **Estimativas de parâmetros genéticos em *Lippia alba* (Mill.) N. E. BR, quimiotipo linalol, em progênies clonais de meios irmãos**. Dissertação (Mestre em Agricultura Tropical e Subtropical / Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2009.

BURKART, A.E. **Flora ilustrada de entre rios**. Buenos Aires :AGORA.1979.

CAMARGO, M.T.L. **As plantas medicinais e o sagrado**: a etnofarmacobotânica em uma revisão historiogeográfica da medicina popular no Brasil. ICONA. São Paulo. 2014. 279 p.

CAMARGO, A.A.; RODRIGUEZ, N. Expresión fenotípica de la asignación de biomasa en *Lippia origanoides* y *Lippia alba*: Repuestas a la disponibilidad de agua en el suelo. **Acta Biol. Colomb.** v 13, n 3, p. 133-148, jun./out, 2008.

CAMARGO, A.A.; RODRÍGUEZ, N.F. Respuestas fenotípicas de *Lippia alba* e *Lippia origanoides* (Verbenaceae) a la disponibilidad de agua en el suelo. **Acta biol. Colomb.** v,13, n 3, p.133-148, 2008.

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

CLAESSEN, M.E.C. Manual de métodos e análises de solo, 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro. Embrapa.CNPS,1997.212. p. (Documento.1).

CORREA DE BARROS, F.M et al. Variabilidade sazonal e biossíntese de terpenóides presentes no óleo essencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae) **Quim. Nova.** v, 32, n 4, p.861-867, 2009.

CICCIO, J.; OCAMPO, R. In: DELLACASSA (coord). **Normalización de productos naturales obtenidos de especies de la flora aromática latinoamericana: Proyecto CYTEP**, Porto Alegre: Edipucrs, 2010. v. 1, cap. 1, p. 11-14.

CICCIO, J.; OCAMPO, R. Variación anual de la composición química del aceite esencial de *Lippia alba* (Verbenaceae) cultivada em Costa Rica. **Rev. Lankesteriana.** V 6,3, p.149-154. 2006.

DAUPHIN, N. et al. Haiti, Essential Oils & Synthetic Biology: Potential Impacts on Haiti's Farming Communities Acase study Etc Group,Haiti, out 2016. Disponível em:<https://flowpaper.com/onlinepdfviewer/?theme=dark&pdf=https://abihpec.org.br/site2016/wpcontent/uploads/2018/05/PANORAMA-DO-SETOR-FECHAM20172.pdf&wphosted=1&title=&header=&singlepage=auto&thumbs=1&modified=180607947>. Acesso em: 27 dez. 2018.

DWECK, A.C. The internal and external uses of medicinal plants. **Clinics in dermatology**, USA, v. 27, n. 1, p. 148-58, abril. 2009.

DEWICK, P.M. The shikimate pathway: Aromatic amino acid and phenylpropanoides. In: DEWICK, P.M. **Medicinal Natural Products: a biosynthetic approach**. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, 2009. p. 137-184.

FARAHANI, H.A et al. Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.) under water deficit stress conditions. **Journal of Medicinal Plants Research.** v 3, n 5, p. 329-333. may, 2009.

FEITOSA MACHADO, T et al. Atividade Antimicrobiana do óleo essencial da erva-cidreira. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Emprapa**, Fortaleza, n. 60, p.18, 2012.

FERREIRA, M.; COSTA.M. **Guia para a produção de plantas aromáticas e medicinais em Portugal**, 2014.Disponível em <https://habitatsconservation.files.wordpress.com/2011/11/cocc81digo-de-ecc81tica-na-colheita-de-plantas-aromacc81ticas2.pdf> Acesso em 26 de março. 2019.

FIALLO, M. M, FUENTES.V.M. Estudios fenológicos en plantas medicinales. **Revista Cubana de Farmacia**, v 20, n. 1, p. 44-49.1986.

FIGUEIREDO, A.C et al. Factor affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. **J. Flavour Fragr**, Lisboa, v 23, p. 213–226. 2008.

FIGUEIREDO, A.C et al. Plantas aromáticas e medicinais: óleos essenciais e voláteis. **Rev da APH**, Lisboa, v. 114, p. 29-33, jan. /abril. 2014.

FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA.WWF: manual de buenas practicas de irrigación: propuestas de WWF para un uso eficiente del agua. Madrid: WWF, 2009.

GLAMOČLIJA, J.et al. Chemical characterization of *Lippia alba* essential oil: An alternative to control green molds. **Brazilian Journal of Microbiology**, Brasilia, DF, v.4, p. 1537–1546, Jan. /mai. 2011.

GONÇALVES DE SOUSA, D. **Caracterização das alterações eletrofisiológicas no nervo isquiático de ratos, produzidas pelo óleo essencial de *lippia alba* e seu constituinte maioritário citral**.2013. Dissertação (Mestrado em Bioprospecção Molecular) -Centro de ciências biológicas e saúde, Universidade Regional do Cariri, Crato, 2013.

GUZMAN, S.P et al. Rivera Desarrollo agrotecnológico de *Lippia alba* (Miller) N. E. Brown ex Britton & Wilson*. **Rev cien Guillermo de Ockham**, Cali, v 7, n.1, p.201-215, jan. /jun. 2004.

GRUPO INTERGUBERNAMENTALD DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO. IPCC **Special report on climate change: food security**. ed. Genova, Switzerland: IPPC, 2019.

HABER, L. L.; CLEMENTE, F.M.V.T. **Plantas aromáticas e condimentares: uso aplicado na horticultura**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Editora, 2013.

HENNEBELLE, T.S. SAHPAZ, S.J.; AILLEU, F. Ethnopharmacology of *Lippia alba*. **Journal of Ethnopharmacology**, v 116, p.211-222. 2008.

HENNEBELLE, T et al. The essential oil of *Lippia alba*: analysis of samples from french overseas departments and review of previous works. **Chem. Biodiv**. v, n.3, p. 1116-1125. 2006.

HERNÁNDEZ. H.; BONILLA. C.R.; SÁNCHEZ O. M. S. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción y calidad de *Lippia alba* Miller N. E. Brown ex Britton & Wilson. **Rev. Acta Agronómica**, Palmira, v. 53, n. 1 e 2, p. 45-52. 2004.

HOHLENWERGER, J.C. Óleo essencial de *Lippia alba* no manejo e transporte de tilápia do Nilo. 2015 Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Bahia, 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA -INMET Instituto Nacional de Meteorologia – INMET: Prognostico climático de inverno. <http://www.inmet.gov.br/portal>. Acesso em 02/03/2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF THE FLAVOR INDUSTRY.v1, n.2. Código de Boas Práticas da IOFI. FAO, Roma. 2010.

JUNIOR, C.C.; SCHEFFER, M.C.; MING, L.C. **Cultivo agroecológico de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Ministério de desenvolvimento agrícola. Curitiba. 2006.

JUNIOR, CC. SCHEFFER, M, C. **Boas práticas agrícolas (BPA) de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. EMATER. Curitiba. 2009.52p.

JANNUZZI, H et al. Avaliação agronômica e química de dezessete acessos de erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown] - quimiotipo citral, cultivados no Distrito Federal. **Rev. Bras. Pl. Med.** Botucatu, v.13, n.3, p.258-264, 2011.

JANNUZZI, H. **Caracterização de dezesseis acessos *lippia alba* (Mill). N.E. Br no distrito federal**,2006. Dissertação (Mestrado em ciências agrárias). Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

KHALID, KH.A. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). **Int. Agrophysics**. V 20, p.289-296. 2006.

LETIZIA. C.L et al. Fragrance material review of Linalool. **Food and Chemical of Toxicology**. v 42. 943-964. 2003.

LEMOS DE ARRUDA CAMARGO, M.T. **As plantas medicinais e o sagrado: a etnofarmacobotânica em uma revisão histográfica da medicina popular no Brasil**. 1 ed. São Paulo: Editora Icone, 2014.

LISAR, S.Y. et al. Water Stress in Plants: Causes, Effects and responses. In: RAHMAN, I. M.M and HASEGAWA.H. **Water Stress:1**, Rijeka, 2012.p.1–14.

LOPEZ, N.; DE SOUZA LIMA, M. **Fisiologia da produção**. 1. ed. Viçosa, MG: editorial UFV, 2015.

LORENZI, H. MATOS, J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002. 512p.

LORENZO, D. Composition of a new essential oil type of *Lippia alba* (Mill.) N. E: Brown from Uruguay. **Flavour and Fragrance Journal**. V.16, n.5, p.356- 359, 2001.

LORENZO, P. El cultivo en invernadero y su relación con el clima. **Cuadernos de estudios agroalimentarios**. IFAPA. 2012.

LOZADA, B.S. Efecto in vitro de aceites esenciales de tres especies de *Lippia* sobre *Moniliophthora roreri* (Cif. y Par.) Evans et al, agente causante de la moniliasis del cacao (*Theobroma cacao* L.). **Acta agronómica**, v 61.n 2, p. 102-110, jun. 2012.

MANTOVANI, E. C. Avalia: Programa de avaliação por aspersão e localizada, Viçosa, MG:UFV. 2001.

MARCHESE, J.Á. FIGUEIRA, G.M. O uso de tecnologia pré e pós-colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais e aromáticas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. V,7, p. 86-96. 2005.

MARQUES, M. O. M. et al. **Essential Oils: History, Biosynthesis, and Agronomic Aspects**. In: Medicinal Essential Oils: Chemical, Pharmacological and Therapeutic Aspects. New York: Nova Science Publishers, 2012, v. 1, p. 3-22.

MARQUES DE CARVALHO, L. Orientações Técnicas para o Cultivo de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares. **Boletim Técnico Embrapa Tabuleiros Costeiros**., Aracaju, SE, n. 70, p. 1-10, 2015.

MEJIA, K.; REGILIO, E. **Plantas medicinales de uso popular en la Amazonía peruana**. 1. ed. Lima: AECI-IIAP Editora, 2000.

MING, L, C. AMOROZO, M, C. KFFURI, C.W. **Agrobiodiversidade no Brasil**. NUPEEA. Recife. 2016.

MING, L.C.; ERHLET, P.; SEGUEIRA, J.; MARQUES, M.O.M. Botânica, fitoquímica, cultivo e melhoramento genético de *Lippia alba* (Mill). N.E.Br. (Verbenaceae). in: CAMPANER DO SANTOS.L.; FURLAN.M.; RODRIGUES DE AMORIM.M. (coord), **Produtos Naturais Bioativos**, São Paulo: 2016. p.35-101.

MING, L.C. Plantas medicinais aromáticas e condimentares. Avanços na pesquisa agrônômica. Volumen II. Sao Paulo, Brasil: Universidade Estadual Paulina, p. 165-190. 1998.

MING, L.C. **Influencia de diferentes níveis de adubação orgânica na produção de biomassa e óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill)**. N.E.Br.(Verbenaceae).1992. Dissertação (Mestrado em botânica). Universidade Federal de Paraná, Curitiba,1992.

MOINUDDIN, M. et al. **Drought stress effects on medicinal and aromatic plants and the possible stress amelioration by mineral nutrition.** in: Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology. Global Science Books. 2012. p.69-82

MONTANARI, R.M et al. Plasticidade fenotípica da morfologia externa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown] (verbenaceae) em resposta a níveis de luminosidade e adubação. **Rev Bras de plantas medicinais**, Botucatu, v 6, n. 3, p.-96-101. 2004.

MUÑOZ, A.M et al. Morfología y anatomía del pronto alivio. **Acta Agronómica**, v 56, n.1, p. 7-11. 2007.

OCAMPO, R. A.; VALVERDE, R. **Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales.** 1. ed. San Jose de Costa Rica: Lara & Aso Editora, 2000.

OLMOS, E et al. Subcellular Effects of Drought Stress in *Rosmarinus officinalis*. **Plant Biology**, Espinardio, v 9, n.1, p. 77–84, mar. /jun. 2006.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA - FAO, Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua: Estudio FAO Riego y Drenaje, Roma, n. 66, p.1-520, 2014.

PARRA, M.I et al. Morfología, anatomía, ontogenia y composición química de metabolitos secundarios en inflorescencias de *Lippia alba* (Verbenaceae). **J. Trop. Biol**, v. 58, n. 4, p. 1533-1548, jun./jul. 2010.

PERONZIN, M. M.; FRANCISCO.N. Revisão bibliográfica das sinonímias populares das 16 plantas medicinais selecionadas para estudos pelo Projeto de fitoterapia do SUDS-PR., 11. Joao Passoa, PB, 1990.

PETROPOULOS, S.A. et al. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. **Scientia Horticulturae**. v, 115, p.393–397. 2008

PINO.J. A et al. Composición y propiedades antibacterianas del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown. **Rev cubana Farm**.v,30, n.1, p.1-6. 1996.

PORTO VERDECIA, R et al. **Agrotecnologia para el cultivo de salvia sija o pronto alvio** In: MARTINES, J.V.; BERNAL.H. I.; CÁCERES.A (coord.). Fundamentos de agrotecnología de cultivo de planta medicinales iberoamericanas, 2000.

RAHMANI, N Effects of nitrogen fertilizer and irrigation regimes on seed yield of calendula (*Calendula officinalis* L.). J. Agric. **Biotech**, Takestan Branch, v.1, n.1, p. 24-28, 2009.

RAIJ. B.V et al. Análise química para a avaliação da fertilidade de solos tropicais, Campinas, IAC, p.285. 2001.

RAO, G.P et al. Studies on chemical constituents and antifungal activity of leaf oil of *Lippia alba* (Mill). **Indian Journal of Chemical Technology**, Kunraghat, v.7, n.6, p.332-335. 2000.

RASHID-OR-MAMIM, A.N.M et al. A comprehensive ethno-pharmacological review on *Lippia alba* M. **International Journal of Biomedical Materials Research**, v. 1, n. 1, p. 14-20, Jul. 2013.

REICHARDT, K. TIMM, L.C. **Água e sustentabilidade no Sistema solo-planta-atmosfera**.1. ed. Barueri, SP: Manole editora, 2016.

RICCIARDI, G. A. L et al. Comparado de la Composición de los Aceites Esenciales de Especies Autóctonas de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. **Revista de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura**, Buenos Aires, v. 19, p. 27- 32. 2003.

RINGUELET, J. A et al. Actividad Insecticida del aceiteesencial de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown sobre *Triboliumcastaneum* Herbst en granos de trigo (*Triticum aestivum* L.) **Rev.Bras.de Agroecologia**. v. 9, n.2, p. 214-222. 2014.

RUFINO, E. R. Estimativas de parâmetro genéticos e seleção de clones Linalol em . 2008. 130 f. Dissertação (em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas-SP, 2008.

SALIMENA, F.R.G.; MULGURA, M. *Lippia alba* in: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15171>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

SANGWAN, N. S. Regulation of essential oil production in plants.in **Plant Growth Regulation**. v, 34, p.3–21, 2001.

SANTOS, M.R.A. INNECCO, R. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. **Horticultura Brasileira**, v 22, n. 2, p. 182–185, abr./jun. 2004.

SANTOS-MENDES, M.F. B. Caracterização **morto-anatômica, fotoquímica e molecular de oito formas de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br (Verbenaceae)**. 2001. Teses (Doutorado em Horticultura) -Faculdade de ciências agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

SCHIPPMANN, U.; LEAMAN, D.; CUNNINGHAM, A.B. **A comparison of cultivation and wild collection of medicinal and aromatic plants under sustainability aspects**. In: BOGERS, R. JCRACKER, L, J AND LANGE, D: Medicinal and aromatic plants, Netchherlands: Springer, 2006. p. 75-95.

SCHMIDT, E. **Production of Essential Oils**. In: HUSNU CAN BASER, K; Gerhard BUCHBAUER, G. Handbook of essential oils: science, technology, and applications. Boca Raton: CRC PRESS editor. p. 83-121. 2010.

SCHOCKEN, N.R.L. Obtenção de quimiotipos híbridos de (MILL) N.E. BROWN. Campinas.2007. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical), Instituto agrônomo de campinas, Campinas, 2007.

SELMAR, D. KLEINWACHTER, M. influencing the product quality by deliberately applying drought stress during the cultivation of medicinal plants. **Industrial Crops and Products**. v, 42, p.558–566. 2013.

SHARIFI, P. The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), Salicylic Acid and Drought Stress on Growth Indices, the Chlorophyll and Essential Oil of Hyssop (*Hyssopus officinalis*) **Biosciences and Biotechnology Research Asia**, Urmia, v.14, n.3, p.1033-1042, Jul. /ago. 2017.

STASHENKO, E. **Aceites essenciais**. 1. ed. Bucaramanga: Editora da UFS, 2009.

STASHENKO, E.; JARAMILLO, B.EJ.; R. MARTINEZ, J.R. Comparación de la composición química y de la actividad antioxidante in vitro de los metabolitos secundarios volátiles de plantas de la familia Verbenaceae. **Rev. Acta. Colom**, Bucaramanga, v, 27, n 105, p.579-598. 2003.

STASHENKO, E. E. et al. Chromatographic and mass spectrometric characterization of essential oils and extracts from *Lippia* (Verbenaceae) aromatic plants. **J. Sep. Sci**, Bucaramanga, v. 36, p. 192–202, set. /out. 2013.

TAVARES, I.E et al. *Lippia alba*: estudos químicos, etnofarmacológicos e agrônômicos. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, PR, v.4, n.1, p.204–220, 2011.

TAVARES, T. E et al. Análise do óleo essencial de folhas de três quimiotipos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) cultivados em condições semelhantes. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. V. 15, n.1, p.1-5, jan./Mar. 2005.

TOSCANO, J.Y. Uso tradicional de plantas medicinales en la vereda San Isidro, Municipio de San Jose, Boyaca: Un estudio preliminar usando técnicas cuantitativas. **Acta Biológica Colombiana**, v, 11, n. 2, p. 137-146, jun./jul. 2006.

VAN DEN DOOL, H.;KTRATZ, P.D. generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. **Journal of chromatography**. v,11, p.463-471.1963.

VERA, A.P et al. Efecto protector del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown sobre la toxicidad del mercurio en raíces de *Allium cepa* L. **Rev Cubana de Plantas Medicinales**, v 15. n,1, p.27-37. 2010.

VENTRELLA, M.C.; MING, L.C. Produção de matéria seca e óleo essencial em folhas de erva-cidreira sob diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, v, 18, p. 972-974. 2000.

VICCINI, L. F et al. Chromosome numbers in the genus *Lippia* (Verbenaceae). **Pl. Syst. Evol**, v 256, p. 171–178. 2006.

VIT, P.; SILVA, B; MELENDEZ, P. *Lippia alba* N.E.Br. Ficha *Lippia alba* N.E.Br. Ficha botánica de interés apícola en Venezuela, No. 2 Cidrón. **Rev. de la Facultad de farmacia**. v 43, 2002.

YAMAMOTO, P.Y. **Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.**2006. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Instituto agrônomo de campinas, Campinas, 2006.

Zambrano, E. L et al. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de los aceites esenciales de especies y accesiones de *Lippia* spp en condiciones del Valle del Cauca. **Acta Agronómica**,Valle del Cauca,v 62, n.2,p,nov./nov. 2013.