



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS**



MARIA CLARA DE ALMEIDA LIMA ROCHA

**ESTUDO ECOGEOGRÁFICO, FENOLOGIA, CRESCIMENTO E
PRODUÇÃO DE *Lippia lasiocalycina* Cham. (VERBENACEAE)**

Feira de Santana - BA
2025

MARIA CLARA DE ALMEIDA LIMA ROCHA

**ESTUDO ECOGEOGRÁFICO, FENOLOGIA, CRESCIMENTO E
PRODUÇÃO DE *Lippia lasiocalycina* Cham. (VERBENACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, da Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Lenaldo Muniz de Oliveira

Feira de Santana - BA
2025

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteadó - UEFS

Rocha, Maria Clara de Almeida Lima

R574e Estudo ecogeográfico, fenologia, crescimento e produção de *Lippia lasiocalycina* Cham. (Verbenaceae)/ Maria Clara de Almeida Lima Rocha. - 2025.

101f. : il.

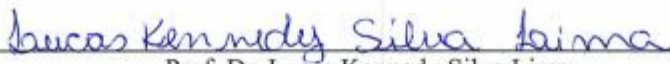
Orientador: Lenaldo Muniz de Oliveira

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana.
Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, 2025.

1. Plantas medicinais nativas. 2. Conservação. 3. Recursos genéticos vegetais. 4. *Lippia lasiocalycina* Cham. 5. Cultivo. I. Oliveira, Lenaldo Muniz de, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III. Título.

CDU: 582.949.1

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Lucas Kennedy Silva Lima
(Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS)


Profa. Dra. Adriana Queiroz de Almeida
(Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS)


Prof. Dr. Lenaldo Muniz de Oliveira
(Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS)
Orientador e Presidente da Banca

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que me permitiu trilhar mais este caminho e me abençoa em cada etapa da minha vida.

Aos meus pais, Marcos Rocha e Emília Rocha, minha eterna admiração e reconhecimento, obrigada por serem não apenas guias, mas também amigos, sempre me apoiando e incentivando, vocês são fonte de motivação e força na minha caminhada, e saber que posso contar com vocês torna tudo mais leve e especial. Aos meus irmãos, Thaís e João Arthur, obrigada, pelo companheirismo, pelas palavras de incentivo e pelo apoio em cada novo desafio. Aos meus afilhados Elis e José, que, mesmo tão novinhos, me trazem serenidade nos momentos de inquietação, me lembrando tantas vezes da leveza que a vida deve ter. Às minhas cadelas, Lupita e Catarina, que, com seu carinho incondicional, trouxeram conforto nos momentos de estresse. À minha família como um todo – avó, tios, tias e primas –, por sempre deixarem claro o quanto acreditam em mim. Minha gratidão também à Nalva, por vibrar comigo a cada realização.

À minha noiva, Jessica, minha base e maior incentivadora, obrigada pelo apoio, pelos conselhos, pelos abraços, pela paciência e por embarcar comigo em mais uma jornada. À sua família, meu sincero agradecimento pelo acolhimento e apoio.

Aos meus queridos amigos Vitor e Bruna, que são meus pilares ao longo de cada trajetória, obrigada por me ajudarem nos momentos difíceis, por comemorarem comigo cada conquista e, acima de tudo, por nunca duvidarem da minha capacidade. Agradeço também às minhas amigas, Isabella, que me acompanhou da graduação ao mestrado, e que além de me motivar me tira sempre as melhores risadas. E à minha amiga e parceira de campo, Mariluci, que enfrentou comigo os desafios do meio acadêmico e da pesquisa, tornando tudo mais leve, obrigada por me incentivar e estar sempre ao meu lado.

Aos professores da pós-graduação, minha eterna gratidão. Em especial, ao meu orientador, professor Dr. Lenaldo Muniz de Oliveira, por acreditar mais uma vez em mim e me permitir fazer parte da pesquisa ao seu lado, obrigada pelos conselhos, pelo incentivo e pelas lições valiosas.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, por meio do Código de Financiamento 001.

Por fim, sou grata por ter a oportunidade de fazer ciência de verdade, especialmente em um país onde a pesquisa ainda enfrenta tantos desafios.

RESUMO

Lippia lasiocalycina Cham. é nativa do Brasil, e ocorre em todas as regiões do país. Apresenta elevado potencial bioativo, principalmente como fungicida e inseticida. Contudo, carece de estudos ecogeográficos, fenológicos e de cultivo, essenciais para sua domesticação, conservação e inserção no mercado. Assim, este trabalho avaliou sua ecogeografia e o efeito da sazonalidade na fenologia, crescimento e produção de óleo essencial. Os locais de ocorrência da espécie foram caracterizados, e a pesquisa realizada na Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana. As plantas foram cultivadas em campo para monitoramento fenológico, de crescimento e produção, e os dados climáticos foram obtidos em plataformas especializadas. A espécie ocorre em todo o Brasil, principalmente no Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, com preferência por solos distróficos, o bioma Cerrado, clima tropical, solos Latossolo Vermelho bem drenados, com baixa fertilidade e pH ácido. Apresentou alta sincronia fenológica, com folhas maduras constantes. A frutificação foi sazonal e negativamente correlacionada com a precipitação. A queda foliar aumentou com radiação, temperatura e fotoperíodo, mas reduziu com precipitação e umidade, ao contrário da senescência. A altura reduziu com maior radiação e temperatura; a massa seca do caule, seu diâmetro e a massa seca total diminuíram com a precipitação, enquanto o número de perfilhos aumentou. A área foliar total foi menor em fotoperíodos mais longos, e maior com umidade. A produção de óleo essencial permaneceu estável. Assim, *Lippia lasiocalycina* Cham. adapta-se bem ao cultivo, e estes achados favorecem o seu manejo, conservação e exploração comercial sustentável.

Palavras-chave: Plantas medicinais nativas. Domesticação. Conservação. Cultivo. Recursos Genéticos Vegetais.

ABSTRACT

Lippia lasiocalycina Cham. is native to Brazil and occurs in all regions of the country. It has high bioactive potential, mainly as a fungicide and insecticide. However, it lacks ecogeographic, phenological and cultivation studies, which are essential for its domestication, conservation and insertion in the market. Thus, this study evaluated its ecogeography and the effect of seasonality on phenology, growth and essential oil production. The locations where the species occurred were characterized, and the research was carried out at the Horto Florestal Experimental Unit of the State University of Feira de Santana. The plants were grown in the field for phenological, growth and production monitoring, and climate data were obtained from specialized platforms. The species occurs throughout Brazil, mainly in the Northeast, Central-West and Southeast, with a preference for dystrophic soils, the Cerrado biome, tropical climate, well-drained Red Latosol soils, with low fertility and acidic pH. It presented high phenological synchrony, with constant mature leaves. Fruiting was seasonal and negatively correlated with precipitation. Leaf fall increased with radiation, temperature and photoperiod, but decreased with precipitation and humidity, unlike senescence. Height decreased with higher radiation and temperature; stem dry mass, its diameter and total dry mass decreased with precipitation, while the number of tillers increased. Total leaf area was lower in longer photoperiods, and higher with humidity. Essential oil production remained stable. Thus, *Lippia lasiocalycina* Cham. adapts well to cultivation, and these findings favor its management, conservation and sustainable commercial exploitation.

Keywords: Native medicinal plants. Domestication. Conservation. Cultivation. Plant Genetic Resources.

LISTA DE FIGURAS

REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1 Estruturas da planta de *Lippia lasiocalycina* Cham.. (A) Planta inteira; (B) Folha expandida; (C) Caule; (D) Botão floral; (E) Inflorescência; (F) Fruto.....17

CAPÍTULO 1

Fig 1 Map of Brazil showing the locations where *Lippia lasiocalycina* Cham. occurs in the country according to the geographic coordinates of collections recorded in the SpeciesLink platform.....34

Fig 2 Percentage of occurrence of *Lippia lasiocalycina* Cham. in different soil types, climates and biomes and in the states where the species predominates.....35

Fig 3 Similarity dendrogram based on edaphoclimatic characteristics, climate group, Köppen-Geiger classification, soil type, temperature, precipitation, biome, altitude and relative humidity of the occurrence sites of *Lippia lasiocalycina* Cham.....37

CAPÍTULO 2

Figura 1 Fenofases observadas na espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. (A) Brotamento; (B) Folhas maduras; (C) Senescência foliar; (D) Floração; (E) Frutificação; (F) Queda foliar.....49

Figura 2 Dados ambientais de precipitação total (mm), umidade relativa média (mm), temperatura média (°C), fotoperíodo (min dia⁻¹) e radiação global (Kj m⁻²) nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.....51

Figura 3 Análise circular para a sincronia dos eventos na espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. para as fenofases de brotamento, queda foliar, folha madura, senescência foliar, flor e frutificação, no

período de janeiro a dezembro de 2024 para as condições de Feira de Santana, BA, Brasil.....53

Figura 4 Intensidade dos eventos pelo método de *Fournier*, para as fenofases de brotamento, queda foliar, folha madura, senescência foliar, flor e frutificação, de *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.....54

Figura 5 Coeficientes de correlação de *Spearman* entre as variáveis climáticas e as fenofases de brotamento, queda foliar, senescência foliar, flor e frutificação da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024. ^{ns} = correlação não significativa ($p > 0,05$).....55

Figura 6 Relação entre a temperatura média ($^{\circ}\text{C}$), fotoperíodo (h dia^{-1}), radiação (Kj m^{-2}), precipitação (mm), umidade relativa (%) e a queda foliar ($\%fournier$) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.....56

Figura 7 Relação entre a temperatura média ($^{\circ}\text{C}$), fotoperíodo (h dia^{-1}), radiação (Kj m^{-2}), umidade relativa (%) e a senescência ($\%fournier$) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.....57

Figura 8 Relação entre a Precipitação total (mm) e a frutificação ($\%fournier$) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.....58

CAPÍTULO 3

Figura 1 Cultivo, análise de crescimento, obtenção e secagem das diferentes partes da planta e extração de óleo essencial de *Lippia lasiocalycina* Cham.: (A) Plantas da espécie *Lippia*

lasiocalycina Cham. cultivadas em blocos em pleno sol; (B) Contagem do número de perfilhos; (C) Medição do diâmetro da copa; (D) Medição do diâmetro do caule; (E) Medição da altura; (F) Medição da área foliar; (G) Folhas, flores e caule de *Lippia lasiocalycina* Cham; (H) Aparelho de Clevenger para extração por arraste a vapor; (I) Óleo essencial de *Lippia lasiocalycina* Cham. extraído de 100 g de folhas.....69

Figura 2 Dados ambientais mensais de precipitação (mm), umidade relativa média (mm), radiação (Kj m^{-2}), temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) e fotoperíodo (min dia^{-1}) do ano de 2024 nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil.....71

Figura 3 Média do número de perfilhos (PERF), da altura (ALT), do diâmetro da copa (DC) e do diâmetro do caule (DCL) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. ao longo de janeiro a dezembro de 2024, cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil.....74

Figura 4 Média da massa seca da flor (MSFL), massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca total (MST) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. de janeiro a dezembro de 2024, cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil.....75

Figura 5 Média da área foliar total (AFT) e do rendimento de óleo por planta (ROP) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. ao longo de janeiro a dezembro de 2024, cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil.....75

Figura 6 Coeficientes de correlação de *Spearman* entre as variáveis climáticas e as variáveis, área foliar total (AFT), altura (ALT) (m), diâmetro do caule (DCL) (mm), número de perfilhos (PERF), diâmetro da copa (DC) (m), massa seca das folhas (MSF) (g), massa seca do caule (MSC) (g), massa seca da flor (MSFL) (g) e massa seca total (MST) (g), teor de óleo essencial (TO) (%) e rendimento de óleo essencial por planta (ROP) (g planta^{-1}) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024. ^{ns} = correlação não significativa ($p>0,05$).....76

Figura 7 Relação entre a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e radiação global (Kj m^{-2}) com a altura (ALT) (m) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.....77

Figura 8 Relação entre a precipitação total (mm) e diâmetro do caule (DCL) (mm), massa seca do caule (MSC) (g) e massa seca total (MST) (g) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.....78

Figura 9 Relação entre a precipitação (mm) e o número de perfilhos (PERF) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.....79

Figura 10 Relação entre a umidade relativa do ar (%) e massa seca das folhas (MSF) (g), da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.....79

Figura 11 Relação entre o fotoperíodo (min dia^{-1}) e umidade relativa (%) com a área foliar total (AFT) (cm^2) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.....80

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 Resultados da estatística circular para sincronia dos eventos fenológicos de brotamento, folha madura, senescência foliar, floração, queda foliar e frutificação de *Lippia lasiocalycina* Cham.no período de janeiro a dezembro de 2024, nas condições de Feira de Santana, Bahia. * = Estatisticamente significativo ($p < 0,05$).....52

CAPÍTULO 3

Tabela 1 Análise descritiva com valores mínimos, máximos, média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação (CV %) e teste de normalidade para as variáveis, temperatura (T °C), umidade relativa do ar (UR %), precipitação total (P mm), radiação (RAD KJ m⁻²) e fotoperíodo (FOTO h dia⁻¹) do ano de 2024 nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil. ^{ns} = não significativo pelo teste de *Shapiro-Wilk* a 5% de significância. * = significativo pelo teste de *Shapiro-Wilk* a 5% de significância.....71

Tabela 2 Análise descritiva das variáveis área foliar total (AFT) (cm²), altura (ALT) (m), diâmetro do caule (DCL) (mm), número de perfilhos (PERF) e diâmetro da copa (DC) (m), massa seca das folhas (MSF) (g), massa seca do caule (MSC) (g), massa seca da flor (MSFL) (g), massa seca total (MST) (g), teor de óleo essencial (TO) (%) e rendimento de óleo essencial por planta (ROP) (g planta⁻¹) de *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada de janeiro a dezembro de 2024, nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil. ^{ns} = não significativo pelo teste de *Shapiro-Wilk* a 5% de significância. * = significativo pelo teste de *Shapiro-Wilk* a 5% de significância.....72

Tabela 3 Análise de variância para altura (ALT) (m), diâmetro do caule (DCL) (mm) e diâmetro da copa (DC) (m), e teste de *Friedman* com *post-hoc* em *Nemeny Test* para área foliar total (AFT) (cm²), número de perfilhos (PERF), massa seca das folhas (MSF) (g), massa seca do caule (MSC) (g), massa seca da flor (MSFL) (g), massa seca total (MST) (g) e rendimento de óleo por planta (ROP) (g planta⁻¹) de *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nos meses de 2024 nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil. * mesma letra na coluna não diferem entre si ($p > 0,05$).....73

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
--------------------	----

2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
-----------------------	----

2.1	Família Verbenaceae, gênero <i>Lippia</i> Linn. e a espécie <i>Lippia lasiocalycina</i> Cham	16
-----	--	----

2.2	Estudos ecogeográficos e fenologia	18
-----	------------------------------------	----

2.3	Conservação e domesticação de RGVs	21
-----	------------------------------------	----

REFERÊNCIAS	24
-------------	----

CAPÍTULO 1 - ECOGEOGRAPHIC STUDY OF *Lippia lasiocalycina* CHAM. (VERBENACEAE)

1.1	Introduction	32
-----	--------------	----

1.2	Material and methods	33
-----	----------------------	----

1.3	Results and discussion	33
-----	------------------------	----

1.4	Conclusions	39
-----	-------------	----

REFERENCES	39
------------	----

CAPÍTULO 2 - FENOLOGIA DE *Lippia lasiocalycina* Cham., NAS CONDIÇÕES DE FEIRA DE SANTANA, BAHIA

2.1	Introdução	46
-----	------------	----

2.2	Material e métodos	47
-----	--------------------	----

2.2.1	Local	47
-------	-------	----

2.2.2	Propagação e cultivo da espécie	47
-------	---------------------------------	----

2.2.3	Fenologia	48
-------	-----------	----

2.2.4	Análise estatística	50
-------	---------------------	----

2.3	Resultado e discussão	50
-----	-----------------------	----

2.4	Conclusão	59
-----	-----------	----

REFERÊNCIAS	59
-------------	----

CAPÍTULO 3 - CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE *Lippia lasiocalycina* Cham., NAS CONDIÇÕES DE FEIRA DE SANTANA, BAHIA.

3.1	Introdução	66
3.2	Material e métodos	67
	3.2.1 Local	67
	3.2.2 Propagação e cultivo da espécie	68
	3.2.3 Avaliação do crescimento e produção de óleos essenciais	68
	3.2.4 Análise estatística	70
3.3	Resultado e discussão	70
3.4	Conclusão	81
	REFERÊNCIAS	82
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
	APÊNDICE A - Locais de ocorrência da espécie <i>Lippia lasiocalycina</i> , e a suas respectivas características edafoclimáticas.	86
	APÊNDICE B - Resumo das análises de variância, ANOVA para medidas repetidas e <i>Friedman-test</i>	100
	ANEXO A - Análise química e física do solo	101

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil detém uma das maiores diversidades genética vegetal do planeta, com uma abundância de plantas nativas distribuídas em biomas com características diversas de clima e solo (IBGE, 2025).

O Semiárido Brasileiro é uma região riquíssima em espécies vegetais medicinais, amplamente usada pela população local, com possibilidade de inserção em sistemas de produção sustentáveis, seja de pequenos a grandes produtores, assim como o uso pela indústria farmacêutica, de alimentos, cosméticos e agroquímicos. Esta elevada riqueza e potencial da diversidade de espécies medicinais podem ser atribuídos à complexa interação entre as plantas e as condições de estresse abiótico características da região, como a temperatura elevada e o déficit hídrico, os quais influenciam na síntese de compostos bioativos nas plantas (Sales *et al.*, 2020).

Dentre as várias famílias de plantas presentes no Semiárido, destaca-se a família Verbenaceae, que abriga espécies com alto potencial para a produção de compostos bioativos e que são encontradas de forma abundante na região. Verbenaceae abrange cerca de 34 gêneros e 1000 espécies, composta por arbustos, árvores, subarbustos, ervas e trepadeiras (Salimena *et al.*, 2020; Sosef *et al.*, 2022). Dentro desta família, encontra-se o gênero *Lippia* Linn. apresentando cerca de 200 espécies de arbustos, ervas e subarbustos, ocorrendo em sua maioria no Brasil, em todas as regiões do país, mas, principalmente, nos biomas Cerrado e Caatinga (Salimena; Cardoso, 2020). As espécies desse gênero têm sido bastante estudadas do ponto de vista químico, sobretudo em função da produção de compostos voláteis (óleos essenciais) em suas folhas e flores. Os compostos químicos presentes no gênero têm sido avaliados, demonstrando potencial acaricida, antioxidante, anti-inflamatório, inseticida e larvicida (Dias *et al.*, 2015; Peixoto *et al.*, 2015; Barbieri *et al.*, 2016; Soro *et al.*, 2016).

Este gênero contém espécies ameaçadas por conta do extrativismo descontrolado e degradação dos ecossistemas, o que têm gerado processos erosivos e fragmentação de habitats (CNCFlora, 2025), colocando em risco a variabilidade genética das populações vegetais, podendo causar uma erosão genética (Bispo *et al.*, 2015).

A espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. é um arbusto, nativa do Brasil, não endêmica, ocorrendo em todas as regiões do país, com destaque para os biomas Caatinga, Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica (Salimena; Cardoso, 2020). Mas, apesar de pertencer ao gênero *Lippia*, que é relativamente bem estudado, e conter em seu óleo essencial compostos bioativos de interesse

farmacêutico, ainda existem poucos estudos com *L. lasiocalycina* na literatura, sendo a maioria voltados para a caracterização da sua atividade biológica e, com base nisso, tem sido verificado potencial fungicida e inseticida para a espécie (Almeida *et al.*, 2018; Bispo *et al.*, 2019; Sobrinho *et al.*, 2023).

Tendo em vista a escassez de estudos com *Lippia lasiocalycina* e do seu potencial fitoquímico, além da mesma pertencer a um gênero com potencial medicinal comprovado, faz-se necessário realizar mais estudos com a espécie, sobretudo nas áreas de domesticação e cultivo, contribuindo com a preservação da sua diversidade e inserção em sistemas produtivos sustentáveis.

Neste contexto, estudos ecogeográficos e fenológicos são de extrema importância, tendo em vista que o primeiro é a base dos programas de melhoramento genético, que possibilitam a obtenção de informações sobre os locais de ocorrência da espécie, e sua adaptação, identificando as condições edafoclimáticas e ambientais que favoreçam a formulação de estratégias de conservação e cultivo (Costa *et al.*, 2012) e, o segundo, permite identificar a relação do ambiente com o ciclo de vida da planta e estádios de desenvolvimento, sobretudo avaliando a influência da sazonalidade sobre o crescimento vegetal, reprodução e produção de metabólitos (Rossatto; Franco, 2017; Ribeiro; Bonilla; Lucena, 2018). Desta forma, é possível identificar as condições ideais de cultivo, crescimento e produção da espécie em questão, oferecendo material para estudos futuros, assim como meios de inserção da mesma em uma produção sustentável e no mercado.

Assim, frente a esta realidade, até o momento, não há estudos ecogeográficos e fenológicos com a espécie. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi realizar o estudo ecogeográfico da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. e identificar o efeito da sazonalidade sobre a fenologia, crescimento e produção de óleo essencial da espécie.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Família Verbenaceae, gênero *Lippia* Linn. e a espécie *Lippia lasiocalycina* Cham.

A família Verbenaceae tem uma abrangência de 34 gêneros e cerca de 1000 espécies, composta por arbustos, árvores, subarbustos, ervas e trepadeiras (Salimena *et al.*, 2020; Sosef *et al.*, 2022). As espécies pertencentes a esta família ocorrem em hábitos arbustivos, arbóreos, subarbustivos e como ervas e trepadeiras, aparecendo em todas as regiões e biomas do Brasil, porém, em maioria no Cerrado (Salimena *et al.*, 2020). Esta família é caracterizada pela ocorrência de tricomas secretores, responsáveis pela produção e armazenamento de óleos essenciais potencialmente medicinais, amplamente utilizados na indústria farmacêutica, de alimentos, cosméticos e agroquímicos (Favorito, 2009; Santos *et al.*, 2015).

O gênero *Lippia* Linn. contém cerca de 200 espécies, sendo um dos maiores gêneros pertencentes a esta família, tendo o Brasil como um dos seus principais centros de diversidade, ocorrendo em todas as regiões e biomas, mas, concentrando principalmente na Caatinga e Cerrado (Salimena; Cardoso, 2020). O gênero apresenta plantas com compostos bioativos diversos em seus óleos essenciais, predominantemente monoterpenos e sesquiterpenos (Oliveira *et al.*, 2018), apresentando como principais componentes o limoneno, p-cimeno e β -cariofileno (Okhale *et al.*, 2016).

Extratos e óleos essenciais obtidos de *Lippia* spp. são amplamente testados cientificamente, devido ao potencial dos princípios bioativos. Estudos em diversas áreas do conhecimento vêm confirmando tais atividades terapêuticas propagadas na medicina popular para o gênero, demonstrando atividade inseticida e larvicida, inclusive contra o *Aedes aegypti* L. (Dias *et al.*, 2015), acaricida (Peixoto *et al.*, 2015), a exemplo também de Soro *et al.* (2016), que avaliaram a influência do ambiente na composição química e atividade anti-inflamatória de *Lippia multiflora* Moldenke, e afirmaram que a espécie tem potencial anti-inflamatório. Já Barbieri *et al.* (2016), estudou a atividade antioxidante e composição química de três espécies, sendo duas de *Lippia*, concluíram que as mesmas têm potencial antioxidante, podendo o óleo de *Lippia turbinata* Griseb. ser utilizado como conservante alimentício.

Dentro do gênero *Lippia* spp., a espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. tem hábito arbustivo, podendo chegar a cerca de 2 m de altura, com folhas simples, opostas e de formato oval, sua inflorescência contém flores com formato tubular e apresenta coloração rosa com interior amarelo e branco (Figura 1) (Durigan *et al.*, 2018). É uma planta nativa do Brasil, porém não

endêmica, ocorrendo em todas as regiões do país, com maiores ocorrências na Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso, pertencendo à região semiárida do Brasil e com destaque para os biomas Caatinga, Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica (Salimena; Cardoso, 2020; SiBBR, 2020).

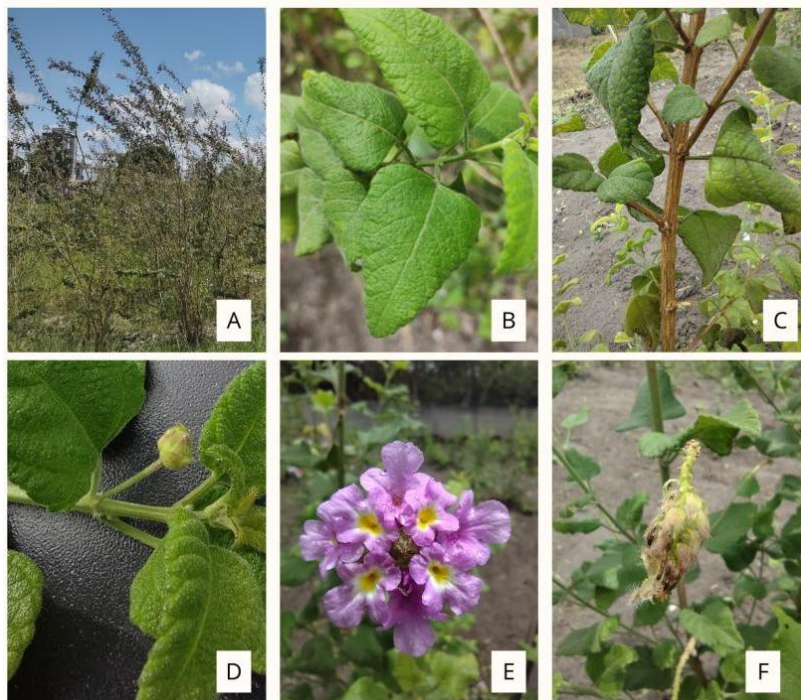


Figura 1. Estruturas da planta de *Lippia lasiocalycina* Cham.. (A) Planta inteira; (B) Folha expandida; (C) Caule; (D) Botão floral; (E) Inflorescência; (F) Fruto.

Esta espécie contém compostos secundários com atividade biológica comprovadas, o que confirma o seu potencial medicinal. Oliveira *et al.* (2014), buscando realizar uma caracterização morfológica e fitoquímica de quatro espécies de *Lippia*, identificaram 29 compostos em óleo essencial de *Lippia lasiocalycina*, sendo a maioria monoterpenos, dos quais E-ocimenona, mircenona e mirceno foram os compostos majoritários. Além disso, os mesmos autores identificaram que a espécie apresentou potencial antifúngico, inibindo o crescimento micelial do fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora, demonstrando aumento da ação à medida que a concentração de óleo aumenta, assim como, potencial antioxidante. Já Almeida *et al.* (2018) buscando analisar a composição química e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Lippia lasiocalycina*, identificaram o óxido de peritenona e o limoneno como compostos majoritários, assim como o potencial antifúngico contra cepas de *Candida albicans*

(C.P.Robin) Berkhout, mostrando o potencial da espécie para a obtenção de novos produtos farmacológicos.

Nessa mesma linha, Bispo *et al.* (2019) verificaram a presença de 28 constituintes no óleo essencial de *Lippia lasiocalycina*, sendo o E-ocimenona e Timol como majoritários, identificando potencial inseticida contra a mosca-das-frutas, promovendo 100% de mortalidade das larvas das espécies *Ceratitis capitata* (wied.) e *Anastrepha fraterculus* (wied.), semelhante ao inseticida comercial indicado para o controle do inseto, assim como toxicidade em adultos e repelência para *C. capitata*, mostrando potencial no controle integrado de pragas. Em trabalho semelhante, Santos *et al.* (2020) identificaram que *Lippia lasiocalycina* apresentou em seu óleo essencial, majoritariamente, monoterpenos, como β -mirceno, p-cimeno e E-ocimenona demonstrando eficácia no controle de cupins [*Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855)] , sendo uma alternativa como bioinseticida. E, Sobrinho *et al.* (2023), objetivando analisar a possibilidade do uso de *L. lasiocalycina* no tratamento de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.), observaram que o óleo da espécie teve ação no controle de *Fusarium* spp. utilizando a concentração de 3,0 ml kg⁻¹, possibilitando, portanto, a melhora no perfil sanitário da semente e sua qualidade, porém, o mesmo, na concentração citada, afetou negativamente a germinação do feijão, demonstrando fitotoxicidade, sendo necessário realizar novos estudos com outras concentrações.

Contudo, apesar de ser um recurso genético vegetal que contém metabólitos secundários com potencial bioativo comprovado, para uso nas indústrias farmacêuticas, de alimentos e de bioinseticidas, a espécie *Lippia lasiocalycina* ainda é pouco estudada, principalmente com relação a sua domesticação, conservação e cultivo, sendo necessários mais estudos com a espécie. Entretanto, Oliveira *et al.* (2014), em estudo pioneiro no cultivo da espécie, demonstrou que *L. lasiocalycina* apresenta características agrônômicas desejáveis, como facilidade de propagação, adaptação ao cultivo e elevada produção de biomassa e rendimento de óleo essencial, o que justifica esforços no campo da domesticação da espécie.

2.2 Estudos ecogeográficos e fenologia

Uma das primeiras fases no processo de conservação e domesticação de um recurso genético vegetal é a realização do estudo ecogeográfico, tendo em vista que o mesmo possibilita

conhecer as condições ambientais que determinada espécie ocorre, facilitando, portanto, a sua conservação e cultivo (Meira *et al.*, 2017).

Assim, através destes estudos, é possível identificar as condições nas quais uma determinada espécie está adaptada, principalmente aquelas nativas silvestres, auxiliando nos programas de melhoramento genético e possibilitando traçar estratégias de cultivo e conservação *ex situ*, assim como formas de manejo, facilitando o processo de domesticação e oferecendo à espécie as condições ideais para se desenvolverem e produzirem os metabólitos secundários almejados (Meira *et al.*, 2017; Sales *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2021).

Muitos estudos comprovam a importância de se realizar o estudo ecogeográfico, pois este possibilita a compreensão das condições ambientais da espécie, servindo como material base para traçar estratégias de manejo, a exemplo de Danner *et al.* (2010) que realizaram o diagnóstico ecogeográfico da ocorrência de jaboticabeiras (*Plinia* L.) nativas no sudoeste do Paraná, e comprovaram que a espécie suporta solos altamente ácidos e com elevada saturação de alumínio. Já Mendes *et al.* (2015), estudando a ecogeografia de populações de erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.), no norte e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais, relataram que se faz necessário agilizar a conservação de espécies que sofrem com o extrativismo e que o estudo ecogeográfico oferece informações essenciais para a conservação *ex situ* e domesticação. Oliveira *et al.* (2021), em estudos ecogeográficos com *Eplingiella fruticosa* (Salzm. Ex Benth. Harley & J.F.B. Pastore), espécie medicinal também do Semiárido Brasileiro, concluíram que a mesma ocorre em ambientes com solos de textura arenosa, bem drenados, com pH ácido, baixa fertilidade e alto teor e saturação de alumínio. E Oliveira *et al.* (2024) realizando o estudo ecogeográfico de *Medusantha martiusii* (Benth.) Harley & J.F.B. Pastore, destacaram que a espécie tem preferência por solos ácidos, bem drenados e pobres em nutrientes.

Observa-se que os fatores ambientais afetam os processos fisiológicos da planta, dessa forma, é imprescindível correlacionar os fatores climáticos com os fenológicos para possibilitar a compreensão de quais fatores estão influenciando significativamente no desenvolvimento da planta e a quais condições esta melhor se adapta (Chagas *et al.*, 2019; Semensato *et al.*, 2020). Assim, tão importante quanto a ecogeografia, a fenologia é responsável por demonstrar a relação entre o vegetal e o ambiente, tendo em vista que os estudos fenológicos relacionam o desenvolvimento da planta, seja vegetativo ou reprodutivo, com os fatores bióticos e abióticos

(Neves *et al.* 2017; Rossatto; Franco, 2017), contribuindo para a conservação e o manejo das espécies em campo.

Pode-se dizer que, nas regiões em que a escassez hídrica é presente, esta influencia no desenvolvimento da vegetação local, contribuindo com a diversidade morfológica entre as espécies (Silva *et al.* 2023). Desta forma, Silva *et al.* (2017) observaram que nestas regiões, em períodos de maior pluviosidade, também há um aumento da biomassa fresca nas plantas e, em períodos de escassez, a biomassa, consequentemente, reduz. Com isso, os fatores ambientais influenciam na fenologia, assim como a fenologia influencia nas diferentes paisagens (Silva *et al.*, 2017; Semensato *et al.*, 2020).

Estudos fenológicos são extremamente importantes para o manejo, pois através deles é possível identificar a idade fisiológica da planta e, consequentemente, as necessidades da mesma, por este motivo, que quando se trata de um estudo fenológico, deve-se considerar não só a idade cronológica do vegetal, mas também a fisiológica, pois a segunda permite uma melhor tomada de decisão frente aos fatores bióticos ou abióticos inesperados (Câmara, 2006). Já com relação aos fatores climáticos, a temperatura e o fotoperíodo são os mais influentes nos processos fenológicos (Santana *et al.*, 2020).

Com isso, Carvalho Júnior, Melo e Martins (2011), visando realizar a caracterização do comportamento fenológico de *Lippia sidoides* Cham., em áreas de Cerrado, no norte de Minas Gerais, para contribuir na domesticação da espécie, identificaram que o brotamento, maturidade foliar, floração e queda das folhas estão altamente associados às condições climáticas, principalmente os relacionados à disponibilidade de água e umidade. Souza *et al.* (2014) buscando estudar a fenologia em seis espécies arbóreas da Caatinga observaram que todas as espécies assemelham-se fenologicamente com outros indivíduos de regiões secas, porém, relataram que pelo aumento do índice de precipitação na área de estudo, algumas espécies prolongaram algumas fenofases, demonstrando que estas estão correlacionadas com fatores abióticos, como a precipitação.

Santana *et al.* (2020) objetivando estudar a fenologia de acessos de *Physalis* spp. em função da temperatura, identificaram que a mesma influenciou na fenologia, de maneira em que quando foi elevada, reduziu o período para atingir os processos fenológicos estudados. Semensato *et al.* (2020), realizando um estudo fenológico da produtividade e qualidade de frutos de jaboticabeiras (*Plinia* L.) em diferentes idades, concluíram que a espécie se desenvolve

vegetativamente entre novembro e agosto, se reproduz, caso irrigada, entre setembro e outubro, tendo estes estádios influenciados pela idade e clima. Lameira *et al.* (2021) estudando *Phyla betulifolia* (Kunth) Greene, uma espécie medicinal conhecida como capim-doce, observaram que a mesma apresenta fase reprodutiva ao longo de todo o ano, com maior expressão na baixa precipitação e alta temperatura. Bilio *et al.* (2021) estudando a fenologia de *Lafoensia pacari* A.St.-Hil., identificaram que a mesma apresenta maior senescência das folhas na época seca, já a floração é sazonal nesse período e a frutificação ocorre mais no período chuvoso. Já Bilio *et al.* (2024) estudando a fenologia de *Alibertia edulis* (Rich.), perceberam que a espécie tem maior crescimento vegetativo na estação chuvosa assim como as fases reprodutivas, entretanto, a maturação dos frutos ocorre em períodos mais secos e quentes.

2.3 Conservação e domesticação de RGVs

O Brasil é um país com alta variabilidade e diversidade genética, entretanto, grande parte dessas espécies ainda é desconhecida ou não fazem parte do consumo comum da população brasileira, sendo este dominado por plantas exóticas, contribuindo para a queda da variabilidade que existe entre genótipos (Nass *et al.*, 2012).

Entre as plantas nativas e pouco conhecidas, encontram-se diversas espécies medicinais, ocorrendo, portanto, de forma silvestre não domesticada, porém, espécies nestas condições acabam sofrendo ainda mais com o extrativismo descontrolado, levando em consideração que a demanda popular baseada no conhecimento tradicional e a necessidade social por fármacos contribuem para a retirada do recurso genético da natureza sem um controle adequado, favorecendo a erosão genética e possível extinção de espécies, com isso, faz-se necessário, estudos que possibilitem a sua conservação e domesticação (Barbieri; Stumbf, 2008; Silva, 2015).

A domesticação de recursos genéticos vegetais ocorre quando estes passam a se adaptar às condições de cultivo sob manejo humano. Os seres humanos praticam a domesticação de plantas desde o início da agricultura, quando ao selecionarem os indivíduos de maior interesse, contribuíram para a evolução e domesticação dos mesmos. No entanto, as populações domesticadas tendem a diferir das suas contrapartes silvestres ao longo do tempo e esse processo resulta na chamada síndrome da domesticação, caracterizada pela perda da capacidade de dispersão das sementes e da dormência, aceleração da germinação, alterações bioquímicas que reduzem ou eliminam compostos amargos e adstringentes, modificações morfológicas,

encurtamento do ciclo de vida, entre outras mudanças (Barata; Lopes, 2018). Portanto, em se tratando de plantas medicinais, o processo de domesticação deve ser conduzido com cautela, para que os compostos bioativos presentes não sejam eliminados ao longo do processo.

Embora exista uma grande diversidade de plantas medicinais, poucas espécies foram domesticadas e possuem aproveitamento econômico, sendo a maioria ainda encontrada em populações silvestres. No entanto, por muitas vezes serem subestimadas ou consideradas sem valor econômico, essas espécies sofrem com o desmatamento e a fragmentação de *habitats* (Barbieri; Stumbf, 2008; CNCFlora, 2025), como observado em diversas espécies do gênero *Lippia* (CNCFlora, 2025).

Neste contexto o Brasil tem sofrido intensas modificações em suas áreas naturais devido às atividades antrópicas. Com isso, a conservação dos recursos genéticos vegetais é fundamental, pois não apenas contribui para a segurança alimentar, mas também promove a adaptação e a resiliência das populações diante das mudanças climáticas (Pereira *et al.*, 2024), além de preservar a biodiversidade e o patrimônio genético (Carvalho, 2019).

Assim, preservar e conservar o patrimônio genético é de extrema importância, tendo em vista que os recursos genéticos vegetais podem ter um potencial atual ou futuro, tanto ambientalmente quanto socialmente (Carvalho, 2019). Neste sentido, é possível conservar o germoplasma *in situ*, no local de ocorrência do mesmo, ou *ex situ*, fora do seu local de ocorrência, como é o caso dos bancos de germoplasma, que têm o objetivo de conservar materiais genéticos em longo prazo em câmaras frias, ou o banco ativo de germoplasma (BAG), que conserva o germoplasma em campo ou casa de vegetação, *in vivo* e em forma de cultivo, entretanto, além destas, há outras formas de conservação, como *in vitro* e a criopreservação, entre outros (Costa *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2018).

Porém, independente da forma que o genótipo será conservado, o mesmo precisa ser caracterizado, sendo esta uma das principais etapas nos programas de melhoramento genético, pois é através dela que os caracteres ambientais, como estudos ecogeográficos; morfoagronômicos, como o crescimento da planta; biológicos, como a fenologia; e fitoquímicos, como a produção de óleo essencial, serão levantados, para assim obter-se controle e identificação sobre o genótipo estudado (Costa *et al.*, 2012; Souza, 2015; Carvalho, 2019).

Essas abordagens são fundamentais para identificar recursos genéticos vegetais (RGV), servindo tanto para pesquisas atuais quanto para estudos futuros, além disso, contribui para a

preservação da diversidade genética, especialmente de plantas com potencial econômico ainda pouco explorado e de uso tradicional, sendo a conservação e a domesticação dessas espécies essenciais nos programas de melhoramento genético (Costa *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2018).

Portanto, é essencial ampliar os estudos sobre espécies medicinais, fornecendo suporte para pesquisas futuras e fortalecendo programas de melhoramento e conservação de espécies nativas, silvestres e parentes de cultivares, especialmente aquelas em risco. A domesticação dessas plantas pode viabilizar o manejo adequado e a adoção de práticas sustentáveis, contribuindo para a inserção socioeconômica das espécies na indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética, de agroquímicos, entre outros (Costa *et al.*, 2012; Pádua, 2018; Carvalho, 2019).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W. S. *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Lippia lasiocalycina* Cham.(Verbenaceae). **Industrial Crops and Products**, v. 125, p. 236-240, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.09.007>.
- BARATA, A. M.; LOPES, V. R. Conservação dos recursos genéticos nacionais de PAM. Porquê conservar?. In: BARATA, A. M. *et al.* **Plantas Aromáticas**. Portugal: INIAV, p.19- 46, 2018.
- BARBIERI, N. *et al.* Antioxidant activity and chemical composition of essential oils of three aromatic plants from La Rioja province. **Pharmaceutical biology**, v. 54, n. 1, p. 168–173, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1028077>.
- BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa CLIMA Temperado, 2008. 912 p.
- BILIO, R. S. *et al.* Fenologia de *Lafoensia pacari* St. Hill. em duas fitofisionomias do Cerrado Mato-Grossense. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1147-1166, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509835718>.
- BILIO, R. S. *et al.* Phenology of *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich in two vegetation types of Cerrado Matogrossense. **Ciência Florestal (01039954)**, v. 34, n. 1, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509873390>.
- BISPO, L. P. *et al.* **Bioatividade de óleos essenciais de espécies aromáticas no controle de *Ceratitis capitata* (wied.) e *Anastrepha fraterculus* (wied.) (diptera: tephritidae)**. 2019. 99 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2019. Disponível em: http://www.rgv.uefs.br/arquivos/File/Downloads/teses_e_dissertacoes/tese_rgv_luma_passos_ver_sao_provisoria_final.pdf. Acesso em: 12 abr 2023.
- BISPO, L. P. *et al.* **Propagação, cultivo e produção de óleo essencial de espécies de *Lippia* (Verbenaceae) ocorrentes no Semiárido Baiano**. 2015.86 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015. Disponível em: <http://200.128.81.65:8080/handle/tede/398>.
- CÂMARA, G. M. S. **Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção**. Visão Agrícola, v. 3, n. ja/ju, p. 63-66, 2006.
- 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 Medicinais**, v. 13, p. 223-229, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000200015>.
- CARVALHO, A. M. Biodiversidade e os novos desafios da conservação e valorização dos recursos genéticos vegetais. in: CANADÁ, N. *et al.* **Conferência 40 Anos do Banco Português**

de Germolasma Vegetal, Conservação de Recursos Genéticos: Livro de Atas. [S. l.]: Associação de Desenvolvimento das Terras, Altasdo Homem e do Cávado, 2019. p. 70-78.

CHAGAS, K. P.T. *et al.* Fenologia do dendezeiro e correlações com variáveis climáticas. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 1701-1711, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509822640>.

CNCFlora. Verbenaceae. 2025. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha/VERBENACEAE>. Acesso em: 2 jan 2025

COSTA, A. M. *et al.* **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. 1. ed. Planaltina-DF: Embrapa cerrados, 2012. 628 p. Acesso em: 9 nov 2022.

DANNER, M. A. *et al.* Diagnóstico ecogeográfico da ocorrência de jabuticabeiras nativas no Sudoeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 746-753, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010000300013>.

DIAS, C. N. *et al.* Chemical composition and larvicidal activity of essential oils extracted from Brazilian legal AMAZON plants against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2015, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2015/490765>.

DURIGAN, G. *et al.* **Plantas pequenas do cerrado: biodiversidade negligenciada**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal. São Paulo: SMA, 1 ed., 2018. 722p.

FAVORITO, S. **Tricomas secretores de *Lippia stachyoides* Cham.(Verbenaceae): estrutura, ontogênese e secreção**. 2009. 89 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu. 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/89eb32f4-4d2d-478d-91a9-b6bc718f5908>. Acesso em: 06 jan 2025

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil em síntese. Rio de Janeiro. IBGE, 2025. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em: 06 jan 2025

LAMEIRA, O. A. *et al.* Relação entre a fenologia da espécie *Phyla betulifolia* (kunth) Greene e elementos climáticos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e50910515159-e50910515159, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15159>.

MEIRA, M. R. *et al.* Ecogeography of *Lippia rotundifolia* Cham. In Minas Gerais, **Brazil. Cienc. Rural**, Santa Maria, 47(8), e20160921, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160921>.

MENDES, A. D. R. *et al.* Ecogeografia de populações de erva-baleeira (*Varronia curassavica*) no Norte e Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 45, p. 418-424, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140196>.

NASS, L. L. *et al.* Genetic resources: the basis for sustainable and competitive plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, n. SPE, p. 75-86, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1984-70332012000500009>.

NEVES *et al.* The roles of rainfall, soil properties, and species traits in flowering phenology along a savanna-seasonally dry tropical forest gradient. **Brazilian Journal of Botany**, 40: 665–679. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s40415-017-0368-1>.

OKHALE, E. *et al.* Phytochemistry and ethnopharmacology of *Lippia* genus with a statement on chemotaxonomy and essential oil chemotypes. **International Journal of Pharmacognosy IJP**, v. 3, n. 5, p. 201-211, 2016. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.IJP.3\(5\).201-11](http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.IJP.3(5).201-11).

OLIVEIRA, A. R. M. F. *et al.* Leaf anatomy and essential oil production of *Lippia* native species. **Brazilian Journal of Agriculture** v, v. 93, n. 3, p. 324-335, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.37856/bja.v93i3.3238>.

OLIVEIRA, A. R. M. F. *et al.* **Morfoanatomia, composição química e atividade biológica do óleo essencial de espécies nativas de *Lippia***. 2014. 114 p. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 2014. Disponível em: http://www.rgv.uefs.br/arquivos/File/Downloads/teses_e_dissertacoes/tese_final_ariana.pdf. Acesso em: 24 abr 2023

OLIVEIRA, E. A. *et al.* Ecogeographic research and essential oil production of *Medusanthus martiusii* (Benth.) Harley & JFB Pastore (Lamiaceae). **Genet Resour Crop Evol**, 71:1-12. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10722-024-02160-7>.

OLIVEIRA, E. A. *et al.* Estudos ecogeográficos de *Eplingiella fruticosa* (Salzm. Ex Benth. Harley & JFB Pastore): Uma espécie medicinal do semiárido do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e37610413963-e37610413963, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13963>.

PÁDUA, J. G. Conservation of crop genetic resources in Brazil in the context of the target 9 of the Global Strategy for Plant Conservation. **Rodriguésia**, v. 69, p. 1557-1565, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869406>.

PEIXOTO, M. G. *et al.* Acaricidal activity of essential oils from *Lippia alba* genotypes and its major components carvone, limonene, and citral against *Rhipicephalus microplus*. **Veterinary Parasitology**, v. 210, n. 1–2, p. 118–122, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.03.010>.

PEREIRA, M. G. *et al.* Caracterização de germoplasma de *Coffea arabica* L. com base em características agronômicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 19, n. 4, p. e3786-e3786, 2024. Disponível em: DOI: 10.5039/agraria.v19i4a3786.

RIBEIRO, S. M.; BONILLA, O. H.; LUCENA, E. M. P. Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton* spp. da Caatinga. **Iheringia, Série Botânica.**, v. 73, n. 1, p. 31-38, 2018.

ROSSATTO D. R.; FRANCO A. C. Expanding our understanding of leaf functional syndromes in savanna systems: the role of plant growth form. **Oecologia** 183(4):953–962, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00442-017-3815-6>.

SALES, R. P. *et al.* **Ecogeografia e desempenho agrônômico de *Lippia insignis* Moldenke em três sistemas de cultivo.** 2020. 67 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2020. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/1391>. Acesso em: 11 nov 2022.

SALIMENA, F.R.G. *et al.* Verbenaceae. *In*: Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB246>. Acesso em: 02 nov 2022

SALIMENA, F.R.G.; CARDOSO, P.H. *Lippia*. *In*: Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15176>. Acesso em: 12 abr 2023.

SANTANA, A. S. *et al.* Fenologia e qualidade de frutos de acessos de *Physalis* spp. **Agrarian**, v. 13, n. 47, p. 1-8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i47.8687>.

SANTOS, D. R. *et al.* Insecticidal activity of essential oils of species from the genus *Lippia* against *Nasutitermes corniger* (Motschulsky) (Isoptera: Termitidae). **Sociobiology**, v. 67, n. 2, p. 292-300, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v67i2.4992>.

SANTOS, A. C. B. *et al.* Uso popular de espécies medicinais da família Verbenaceae no Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 980-991, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/14_083.

SEMENSATO, L. R. *et al.* Fenologia, produtividade e qualidade de frutos de jabuticabeiras de diferentes idades das plantas. **Iheringia, Série Botânica.**, v. 75, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21826/2446-82312020v75e2020013>.

SiBBR. Sistema de Informação sobre a biodiversidade brasileira. ***Lippia lasiocalycina* Cham.** 2020. Disponível em: <https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/282947>. Acesso em: 14 abr 2023.

SILVA *et al.* Influência de determinantes ambientais na vegetação da Caatinga. **Sociedade e território**, v. 29, n. 1, p. 183-198, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21680/2177-8396.2017v29n1ID10807>.

SILVA, A. C. **Caracterização agrônômica, molecular e fitoquímica de *Eplingiella* Harley & J.F.B. Pastore.** 2015. 123 f. Tese (Doutorado Acadêmico em Recursos Genéticos Vegetais)-

Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/293>. Acesso em: 14 abr 2023.

SILVA, A. L. *et al.* Fenologia de *Schinus terebinthifolius* Raddi e sua relação com a variabilidade das chuvas no Semiárido brasileiro. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 16, n. 2, p. 611-628, 2023.

SILVA, L. F. L. *et al.* Manejo de recursos genéticos vegetais. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 109-126, 2018. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/1824/482482675>. Acesso em: 27 set 2022.

SOBRINHO, C. A. *et al.* Perfil sanitário e tratamento de sementes de feijão-caupi com óleo essencial de *Lippia lasiocalycina* Cham. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, p. e19212240182-e19212240182, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i2.40182>.

SORO, L. C. *et al.* Influence of geography, seasons and pedology on chemical composition and anti-inflammatory activities of essential oils from *Lippia multiflora* Mold leaves. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 194, p. 587–594, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.10.047>.

SOSEF *et al.* Flore du Gabon, Labiatae, Ulmaceae, Verbenaceae. **Margraf Publishers**, Weikersheim. v. 58, p. 125-140, 2022. Disponível em: doi: 10.5281/zenodo.11079343

SOUZA, D. C. L. Técnicas moleculares para caracterização e conservação de plantas medicinais e aromáticas: uma revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 495-503, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_071.

SOUZA, D. N. N. *et al.* Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biotemas**, v. 27, n. 2, p. 31-42, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2014v27n2p31>.

CAPÍTULO 1

ECOGEOGRAPHIC STUDY OF *Lippia lasiocalycina* CHAM. (VERBENACEAE)

Artigo publicado na revista Genetic Resources and Crop Evolution.

Citação: ROCHA, M.. C. A. L; OLIVEIRA, L M.. Ecogeographic study of *Lippia lasiocalycina* Cham.(Verbenaceae). **Genetic Resources and Crop Evolution**, p. 1-8, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10722-024-02318-3>

Ecogeographic study of *Lippia lasiocalycina* Cham. (Verbenaceae)

Maria Clara de Almeida Lima Rocha^I; Lenaldo Muniz de Oliveira^{II}

^IPostgraduate Program in Plant Genetic Resources (PPGRGV), Feira de Santana State University (UEFS), 44036-900, Feira de Santana, BA, Brazil. E-mail: mclaragro@gmail.com

^{II}Department of Biological Sciences, Feira de Santana State University (UEFS), Feira de Santana, BA, Brazil. E-mail: lenaldo.uefs@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3411-2225

RESUMO

O Brasil abriga uma vasta biodiversidade, incluindo espécies medicinais. O gênero *Lippia* Linn. compreende aproximadamente 200 espécies amplamente estudadas por sua composição química e potencial bioativo. *Lippia lasiocalycina* Cham., uma espécie nativa do Brasil, tem sido pouco investigada sob a perspectiva fitoquímica; entretanto, pesquisas indicam que seus compostos voláteis possuem alta atividade fungicida e larvicida. A degradação de seus habitats naturais, causada por ações antropogênicas, tem colocado em risco esse recurso genético vegetal, destacando a necessidade de esforços de conservação. Nesse contexto, estudos ecogeográficos são essenciais para auxiliar na formulação de estratégias de conservação e cultivo da espécie. Dessa forma, a pesquisa teve como objetivo realizar um estudo ecogeográfico com essa espécie. Dados de coleta foram obtidos na plataforma SpeciesLink e, com base nas coordenadas geográficas dos locais de ocorrência, foram coletadas informações sobre clima, altitude, temperatura e precipitação. Adicionalmente, informações sobre biomas e classificação de solos foram extraídas de plataformas especializadas. Registros da espécie foram identificados em 126 municípios distribuídos em 15 estados, sendo 13 no Brasil, um na Bolívia e um no Paraguai. A espécie foi encontrada em todo o Brasil, principalmente nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, predominantemente nos estados da Bahia, São Paulo e Minas Gerais, demonstrando tolerância a uma ampla faixa de temperatura, precipitação anual, altitude e umidade relativa. Além disso, a espécie mostrou maior afinidade por áreas com solos distróficos, ocorrendo majoritariamente no bioma Cerrado e em regiões de clima tropical, em solos do tipo Latossolo Vermelho bem drenados, com baixa capacidade de troca catiônica, baixa fertilidade e pH ácido.

Palavras-chave: Plantas medicinais. Ecogeografia. Conservação. Domesticação. Recursos Genéticos Vegetais

ABSTRACT

Brazil hosts a vast biodiversity across, encompassing medicinal species. The genus *Lippia* Linn. comprises approximately 200 species widely studied for their chemical composition and bioactive potential. *Lippia lasiocalycina* Cham., a wild species native to Brazil, has been little studied from a phytochemical perspective, however, research indicates its volatile compounds have high fungicidal and larvicidal activity. The degradation of its natural habitats, due to anthropogenic actions, has endangered this plant genetic resource, so that conservation efforts are necessary. In this context, ecogeographical studies are essential to assist in the formulation of strategies for the conservation and cultivation of the species. Thus, the research aimed to carry out the ecogeographic study with the species. Collection data for the specie were retrieved from the SpeciesLink platform, and based on the geographic coordinates of occurrence sites, data on climate, altitude, temperature, and precipitation were gathered. Additionally, information on biomes and soil classification was obtained in specialized platforms. Records were identified in 126 municipalities across 15 states, 13 in Brazil, one in Bolivia, and one in Paraguay. The species was found in throughout Brazil, primarily in the Northeast, Midwest, and Southeast regions, predominantly in the states of Bahia, São Paulo, and Minas Gerais, and showed tolerance to a wide range of temperature, annual precipitation, altitude, and relative humidity. Furthermore, the species showed greater affinity for areas with dystrophic soils, mostly occurring in the Cerrado biome and regions with tropical climate, in well-drained Red Latosol soils with low cation exchange capacity, low fertility, and acidic pH.

Keywords: Medicinal plants. Ecogeography. Conservation. Domestication. Plant Genetic Resources.

1.1 INTRODUCTION

Brazil is one of the most biodiverse countries on the planet, with various native species occurring in its distinct landscapes (IBGE, 2024). Within this territorial context lies the Brazilian semi-arid region, which is rich in species with potential medicinal uses. This richness related to the region's unique edaphoclimatic conditions, such as high temperatures and water deficit, that promote the synthesis of bioactive compounds in plants (Ribeiro; Bonilla; Lucena, 2018).

Verbenaceae, a plant family with 98 genera and 2614 species, is one of the families found in the semi-arid region of Brazil (Santos *et al.*, 2015; Salimena *et al.*, 2020). (Santos *et al.*, 2015; Salimena *et al.*, 2020). *Lippia* Linn., a genus of Verbenaceae comprising about 200 species of shrubs, herbs, and subshrubs, is found throughout Brazil but primarily in the Cerrado and Caatinga biomes (Salimena; Cardoso, 2020). This genus is well known and has been chemically studied, especially regarding the production of essential oils and their bioactive potential, demonstrating their acaricidal, antioxidant, anti-inflammatory, insecticidal, and larvicidal activities (Peixoto *et al.*, 2015; Dias *et al.*, 2015; Barbieri *et al.*, 2016; Soro *et al.*, 2016).

Lippia lasiocalycina Cham., a wild shrub native to Brazil, occurs mainly in the Caatinga, Cerrado, Pantanal, and Atlantic Forest biomes (Salimena; Cardoso, 2020). Preliminary studies have already indicated the bioactive potential of its essential oil, particularly as a fungicide and insecticide (Almeida *et al.*, 2018; Sobrinho *et al.*, 2023). However, few studies have focused on the conservation and cultivation of this species. The bioactive potential and the status of *L. lasiocalycina* as a non-domesticated species, that is, a species whose primary means of access is uncontrolled extraction, indicate that further research on the conservation and cultivation of this important genetic resource is necessary.

Ecogeographic studies are of utmost importance in this context. They constitute one of the initial steps towards the conservation of plant genetic resources, mainly of native wild species. They support genetic improvement programs by providing information about the occurrence sites and environmental conditions to which the species is best adapted, contributing to conservation and cultivation strategies as well as management practices. This approach facilitates the domestication process because it reveals the ideal conditions for development of the plants and production of desirable secondary metabolites (Costa *et al.*, 2012; Meira *et al.*, 2017; Oliveira *et al.*, 2021).

Ecogeography has been an important tool in the domestication process of various medicinal species. In the ecogeographic survey of fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) conducted by Souza *et al.* (2008) it was found that the species occurs in regions with nutrient-poor soils, acidic pH, and high aluminum saturation. Martins *et al.* (2009) found that Poaia [*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes] is more frequently found in areas at altitudes between 200 and 600 m with annual precipitation around 1250 mm and dystrophic to alic soils with medium clayey texture. In an ecogeographic assessment of the occurrence of native jabuticaba trees in southwestern Paraná, Danner *et al.* (2010) found that the species tolerates highly acidic soils with high aluminum saturation. In turn, Oliveira *et al.* (2021) found that the medicinal species from the Brazilian semiarid region *Eplingiella fruticosa* (Salzm. Ex Benth. Harley & J.F.B. Pastore) occurs in environments with well-drained sandy soils with acidic pH, low fertility, and high content and saturation of aluminum. Finally, during the characterization of the occurrence sites of *Medusantha martiusii* (Benth.) Harley & J.F.B. Pastore, Oliveira *et al.* (2024) found that this species is widely distributed but shows preference for acidic, well-drained and nutrient-poor soils.

In this context, the present study aimed to conduct an ecogeographic analysis of the species *L. lasiocalycina* aiming to assist in its domestication and *ex situ* conservation.

1.2 MATERIAL AND METHODS

Occurrence data of the species were obtained from the SpeciesLink platform (<https://specieslink.net/search/>). Geographic coordinates of the occurrence sites were used to gather information on climate, altitude, temperature, humidity and precipitation. Information on biome and soil classification was also collected from sources such as IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics), INMET (National Institute of Meteorology), EMBRAPA (Brazilian Agricultural Research Corporation), and Google Earth Pro software (2024).

A map was created with the data obtained for the occurrence points of the species and a dendrogram was generated via cluster analysis using the R software version 4.2.3 (R Core Team, 2023). Further, the data were tabulated and analyzed using Microsoft Excel.

1.3 RESULTS AND DISCUSSION

The survey of the occurrence sites of *L. lasiocalycina* revealed 478 records, indicating a broad range of distribution across all regions of the country (Figure 1). There were records in 126 municipalities and 15 states, including 13 in Brazil, 1 in Bolivia, and 1 in Paraguay.

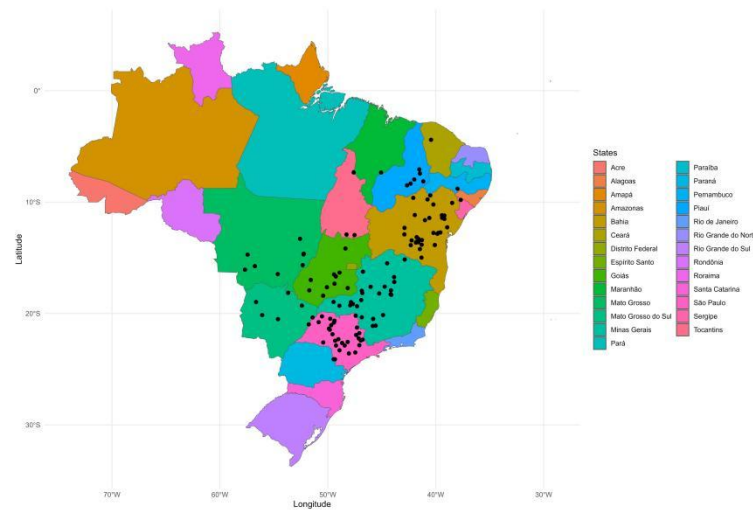


Fig 1 Map of Brazil showing the locations where *Lippia lasiocalycina* Cham. occurs in the country according to the geographic coordinates of collections recorded in the SpeciesLink platform.

The data show that the species occurs across all regions of Brazil, with a higher concentration in the Northeast, Midwest, and Southeast regions of the country. These findings align with those of Valério *et al.* (2021) who conducted a biogeographical survey of the genus *Lippia* and observed that its species are most commonly found in the Southeast, followed by the Midwest, Northeast, South, and North regions.

The data indicate that *L. lasiocalycina* is distributed across a wide range of climatic characteristics (Figure 2). The average temperature at the occurrence sites was 23.65 °C, with a minimum of 19.4 °C in Itararé, São Paulo, and a maximum of 29 °C in Pimenta, Minas Gerais. The average annual precipitation was 1109.07 mm, with a maximum of 1955 mm per year in Vale do Sonhos, Mato Grosso, and a minimum of 312 mm per year in Ibimirim, Pernambuco. The average altitude recorded was 549.56 m, with a minimum of 105 m in Corumbá, Mato Grosso do Sul, and a maximum of 1284 m in Piatã, Bahia. The relative humidity averaged 65.70%, with a minimum of 51% in Paratinga, Bahia, and a maximum of 91% in Paranã, Tocantins. The survey further demonstrated that 73% of the municipalities where the species occurs have dystrophic soils characterized by a base saturation of less than 50%, while 27% have

eutrophic soils characterized by a base saturation of 50% or greater (Santos *et al.*, 2018). This wide distribution in various edaphoclimatic conditions is crucial for the species' dispersal and survival, making it possible that populations get established in diverse environments, reducing the risk of extinction, a threat faced by several endemic *Lippia* species (CNCFlora, 2024).

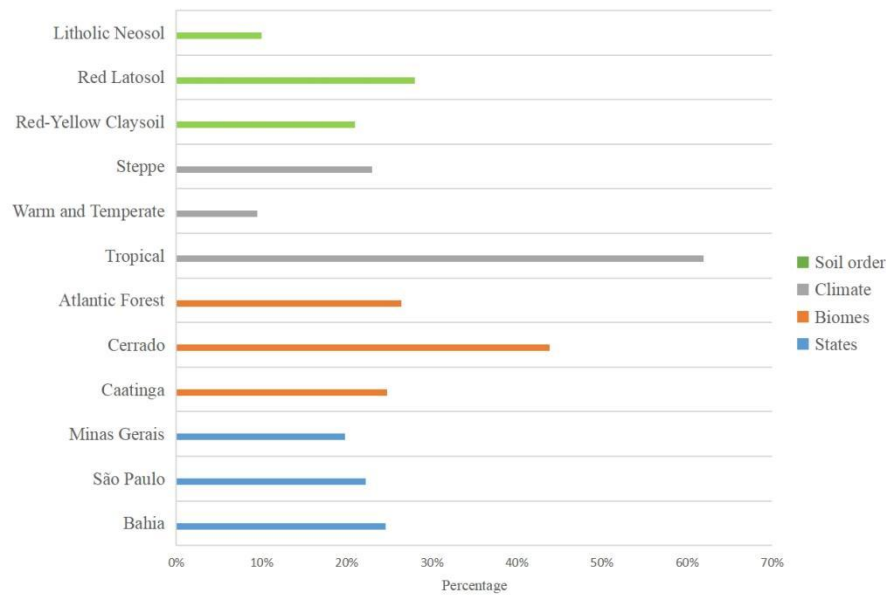


Fig 2 Percentage of occurrence of *Lippia lasiocalycina* Cham. in different soil types, climates and biomes and in the states where the species predominates

The genus *Lippia* has a predominant distribution in the state of Minas Gerais, followed by Goiás and Bahia. In Minas Gerais and Bahia, the presence of the Espinhaço Mountain Range, which offers a wide variety of environments and has a high diversity of *Lippia* species, contributes to explain the marked presence of *Lippia* species in these states (Valério *et al.*, 2021). Despite its wide distribution, the genus shows a high rate of endemism, with 63 endemic species occurring exclusively in specific locations (Salimena *et al.*, 2020; Salimena; Cardoso, 2020). The data also indicated that although *L. lasiocalycina* has a wide distribution, the species is more concentrated in specific areas, with a greater number of occurrences in Bahia (25%), São Paulo (22%), and Minas Gerais (20%).

In Bahia, the sites where *L. lasiocalycina* occurs are located in regions with Tropical, Hot and Temperate, and Steppe climate types, the first two characterized by greater precipitation in summer than in winter, and the latter by low precipitation throughout the year (Medeiros *et al.*, 2018). The average the occurrence sites in Bahia showed an average temperature of 23.32 °C,

annual precipitation of 636.29 mm, altitude of 557.74 m, and humidity of 63.83%. In São Paulo, the average the sites had Tropical and Hot and Temperate climates, with an average temperature of 22.08 °C, annual precipitation of 1396.64 mm, altitude of 582.86 m, and humidity of 69.14%. In Minas Gerais, the occurrence sites are located in areas with Tropical, Hot and Temperate, and Steppe climates with an average temperature of 23.01 °C, precipitation of 1166.60 mm, altitude of 714 m, and humidity of 64.48%. Thus, some similarities can be observed among the occurrence sites in these states, with the most significant differences found in annual precipitation.

Although there are isolated records of the species in the Pantanal, Amazon, and Pampa biomes, the vast majority of occurrence sites are located in Cerrado, Caatinga, and Atlantic Forest (Figure 2). The occurrence sites in the Atlantic Forest are notably found in the borders with Cerrado and Caatinga, the biomes where the species predominantly occurs. These three biomes are therefore crucial for the conservation of *L. lasiocalycina*. The species is primarily distributed in areas with a Tropical climate (62%), classified as Aw in the Köppen-Geiger classification system, followed by Steppe climate (23%), classified as BSh and typical of semi-arid regions, and Hot and Temperate climate (10%) in subtropical regions. These climates are the most prevalent in Brazil. The species is therefore clearly well distributed across a range of climates (Alvares *et al.*, 2013).

The distribution of *L. lasiocalycina* is primarily associated with Red Latosol soils (28%) followed by Red-Yellow Argisol (21%) and Litholic Neosol (10%) soils. Latosol soils are the most widespread type in Brazil, predominant in tropical and subtropical areas, characterized by a weathered B horizon with clay minerals, iron and aluminum oxides and hydroxides. These soils are generally deep, nutrient poor, acidic, and have low base saturation, except in dry and semi-arid regions. The Red Latosol type is distinguished by its reddish color, due to the presence of iron oxides (Santos *et al.*, 2018). Argisols, on the other hand, contain a B horizon with a predominance of low-activity clay, which may exhibit high activity when there is low base saturation or an aluminic characteristic. Red-Yellow Argisol soils, in turn, display a mixed red and yellow color, are acidic, well-drained, and exhibit a clay increase from horizon A to B (Santos *et al.*, 2018). Neosols are less developed soils in early formation stage, with minimal pedogenetic influence, lacking a defined B horizon. Litholic Neosol soils originate from rocks or lithic fragments, showing a thin surface horizon that may contain rock fragments and unweathered material (Santos *et al.*, 2018).

These results are consistent with those of Salimena and Cardoso (2020) and reaffirmed by Valério *et al.* (2021) regarding the presence of *L. lasiocalycina* in all regions of the country, with prevalence in the Caatinga, Cerrado, Atlantic Forest, and Pantanal biomes. In a study analyzing the biodiversity of Cerrado in eastern Mato Grosso do Sul, Lima, Rando, and Barreto (2015) found *L. lasiocalycina* in the region. Further, Vitória (2019) identified the presence of *L. lasiocalycina* in the Contendas do Sincorá National Forest, an area within the Caatinga domain.

The cluster analysis of the 126 occurrence sites of *L. lasiocalycina* based on climatic group, Köppen-Geiger classification, soil type, temperature, precipitation, biome, altitude, and relative humidity resulted in the formation of three main groups (Figure 3).

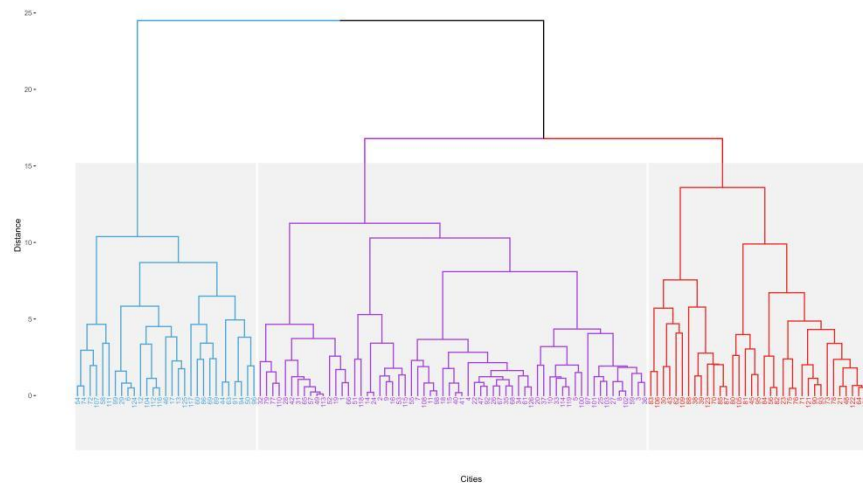


Fig 3 Similarity dendrogram based on edaphoclimatic characteristics, climate group, Köppen-Geiger classification, soil type, temperature, precipitation, biome, altitude and relative humidity of the occurrence sites of *Lippia lasiocalycina* Cham

Group 1, represented by the blue color, comprises 29 municipalities across the states of Bahia, Piauí, Pernambuco, Minas Gerais, and Sergipe. These areas are characterized by Steppe and Desert climates and feature soil types such as Haplic Planosol, Red-Yellow Argisol, Yellow Latosol, Red Latosol, Chromic Luvisol, Quartzarenic Neosol, Litholic Neosol, Haplic Cambisol, Chromic Vertisol, and Red-Yellow Latosol. The biomes represented are Caatinga, Atlantic Forest, Cerrado, and a division between Caatinga and Pampa. This group is marked by higher temperatures and lower precipitations, humidity, and altitude than the two other groups described next.

Group 2, represented by the purple color, contains 62 municipalities across the states of Bahia, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, and Paraná, along with one site in Paraguay and another in Bolivia, forming the largest group. It encompasses the edaphoclimatic characteristics most frequently associated with regions where *L. lasiocalycina* is found. The occurrence sites in this group are characterized by Red-Yellow Argisol, Red Latosol, and Quartzarenic Neosol soils, and the biomes represented are Caatinga, Cerrado, and Atlantic Forest, with Tropical and Hot and Temperate climates. This group features milder temperatures and higher precipitation rates, with intermediate altitude and humidity levels compared to groups 1 and 3.

Finally, Group 3, represented by the red color, includes 35 municipalities across the states of Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Mato Grosso, Ceará, Bahia, Minas Gerais, and Maranhão. The soils found in this group are Haplic Cambisol, Red-Yellow Latosol, Haplic Gleysol, Haplic Plinthosol, Chromic Luvisol, Litholic Neosol, Red Nitosol, Yellow Latosol, Red Latosol, Haplic Plinthosol, Quartzarenic Neosol, and Haplic Planosol. The biomes represented are Cerrado, Atlantic Forest, Amazon, Caatinga, and Pantanal, with Tropical, Steppe, and Hot and Temperate climates. This group has intermediate temperature and precipitation conditions and higher altitude and humidity compared to the other two groups.

Despite the wide distribution of the species and considering its high potential as a source of bioactive compounds, conservation actions for this genetic resource should be implemented, especially in view of the expansion of agricultural lands over areas that house its populations. In this context, the cluster analysis of the species' occurrence sites based on edaphoclimatic parameters serves as a tool to support the collection of existing germplasm, making it possible to capture the widest possible range of climate and soil conditions where the species grows. This approach enhances the efficiency of collection efforts, which are often high-cost research endeavors with low short-term economic returns.

Based on the analyses performed, it is suggested that the species *L. lasiocalycina* demonstrates a wide distribution in different soil and climate conditions, which may be related to a potential adaptive tolerance. However, the ecogeographic variables analyzed in this study are not sufficient to conclusively affirm the adaptability of the species. Despite this, preliminary knowledge about the local, soil and climate distribution of *L. lasiocalycina* can provide initial guidelines for future studies and in situ and ex situ conservation strategies, indicating where the

species occurs, making it possible to assess possible risks of habitat fragmentation, and the edaphoclimatic conditions of these places, being essential information for designing cultivation strategies, in addition to directing germplasm collection actions, defining priority locations and covering areas that encompass the greatest possible ecogeographic diversity, which can assist in cases of absence or insufficiency of genetic data (Hanson *et al.*, 2017). Finally, future studies based on the collection of edaphic data in situ are suggested in the sites where the species occurs, which will allow the identification of predominant physical and/or chemical aspects of the soils inhabited by the species, identifying its adaptability and allowing the development of management practices that assist in the domestication process of the species. Furthermore, it is recommended that access be collected to incorporate more robust analytical approaches, associated with genetic data, as they are essential to overcome current gaps and advance the understanding of the practical implications for the conservation and sustainable use of the species, in different soil and climate scenarios.

1.4 CONCLUSIONS

The species *Lippia lasiocalycina* Cham. can be found in regions with markedly distinct characteristics across Brazil, predominantly in the Northeast, Central-West, and Southeast regions, with a higher occurrence in the states of Bahia, São Paulo, and Minas Gerais. The species is broadly distributed across areas with variable conditions of temperature, precipitation, altitude, and relative humidity, suggesting potential tolerance to these variations. Furthermore, among the occurrence sites, it was observed that the species shows greater affinity for areas characterized by dystrophic, well-drained soils belonging to the Red Latosol order, with low cation exchange capacity, low fertility, and high acidity. These data may serve as valuable tools for guiding future studies, indicating both the species' occurrence and the environmental conditions in its habitats, thereby contributing to efforts for future research in the characterization, conservation, and domestication of *L. lasiocalycina*.

REFERENCES

ALMEIDA WS *et al.* (2018) Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Lippia lasiocalycina* Cham.(Verbenaceae). Ind Crops Prod 125:236-240.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.09.007>

- ALVARES CA *et al.* (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol Z 22:711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- BARBIERI N, COSTAMAGNA M, GILABERT M, PEROTTI M (2016) Antioxidant activity and chemical composition of essential oils of three aromatic plants from La Rioja province. Pharm Biol 54:168–173. <https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1028077>.
- CNCFlora (2024) Verbenaceae. Centro Nacional de Conservação da Flora. <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha/VERBENACEAE> . Accessed 2 nov 2024.
- COSTA AM *et al* (2012) Conservação de recursos genéticos no Brasil. Planaltina-DF: Embrapa cerrados.
- DANNER MA, CITADIN I, SASSO SAZ, TOMAZONI JC (2010) Diagnóstico ecogeográfico da ocorrência de jabuticabeiras nativas no Sudoeste do Paraná. Rev Bras Frutic 32:746-753. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010000300013>.
- DIAS CN *et al* (2015) Chemical composition and larvicidal activity of essential oils extracted from Brazilian legal AMAZON plants against *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). Evid-based Complement Altern Med 2015:490765. <https://doi.org/10.1155/2015/490765>.
- HANSON JO, RHODES JR, RIGINOS C, FULLER RA (2017) Environmental and geographic variables are effective surrogates for genetic variation in conservation planning. Proc. Natl Acad Sci 114:12755-12760. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711009114>.
- IBGE (2024). Brasil em síntese. <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Accessed 20 set 2024.
- LIMA RAF.; RANDO JG; BARRETO KD (2015) Composição e diversidade no cerrado do leste de mato grosso do sul, brasil. Rev Árvore 39:9-24. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000100002>.
- MARTINS ER, OLIVEIRA LO, MAIA JTLS, VIEIRA IJC (2009) Estudo ecogeográfico da poaia [*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes]. Rev Bras Plantas Med. 11:24-32. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000100005>.
- MEIRA MR, MARTINS ER, RESENDE LV. *et al* (2017). Ecogeography of *Lippia rotundifolia* Cham. In Minas Gerais, Brazil Cienc Rural, Santa Maria 47:1-7. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160921>.
- OLIVEIRA EA, OLIVEIRA LM, LORDÊLO MS, SALES RP (2021) Estudos ecogeográficos de *Eplingiella fruticosa* (Salzm. Ex Benth. Harley & JFB Pastore): Uma espécie medicinal do semiárido do Brasil. Res Soc Dev 10:1-12. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13963>.
- OLIVEIRA EA, OLIVEIRA LM, LUCCHESI AM, SOARES TL (2024) Ecogeographic research and essential oil production of *Medusantha martiusii* (Benth.) Harley & JFB Pastore

(Lamiaceae). Genet Resour Crop Evol 71:1-12. <https://doi.org/10.1007/s10722-024-02160-7>.

PEIXOTO MG *et al* (2015) Acaricidal activity of essential oils from *Lippia alba* genotypes and its major components carvone, limonene, and citral against *Rhipicephalus microplus*. Vet Parasitol 210:118–122. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.03.010>.

RIBEIRO SM, BONILLA OH, LUCENA EMP (2018) Influência da sazonalidade e do ciclo circadiano no rendimento e composição química dos óleos essenciais de *Croton* spp. DaCaatinga. Iheringia Sér Bot 73:31-38. <http://dx.doi.org/10.21826/2446-8231201873104>

SALIMENA FR. *et al* (2020) Verbenaceae. Flora e Funga do Brasil. <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB246>. Accessed 02 nov 2022

SALIMENA FRG. CARDOSO PH (2020) *Lippia*. Flora e Funga do Brasil. <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15176>. Accessed 12 abr 2023.

SANTOS ACB, NUNES TS, COUTINHO TS, SILVA MAP (2015) Uso popular de espécies medicinais da família Verbenaceae no Brasil. Rev Bras Plantas Med 17:980-991. http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/14_083.

SANTOS HG *et al* (2018) Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa

SOBRINHO CA *et al* (2023) Perfil sanitário e tratamento de sementes de feijão-caupi com óleo essencial de *Lippia lasiocalycina* Cham. Genet Resour Crop Evol 12:1-10. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i2.40182>.

SORO LC *et al* (2016) Influence of geography, seasons and pedology on chemical composition and anti-inflammatory activities of essential oils from *Lippia multiflora* Mold leaves. J Ethnopharmacol 194:587–594. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.10.047>.

SOUZA G. A. *et al* (2008). Levantamento ecogeográfico de *Dimorphandra mollis* Benth. (Leguminosae-Caesalpinioideae) no Norte de Minas Gerais. Rev Bras Plantas Med 10:51-62.

VALÉRIO VIR (2021) *Lippia* (Verbenaceae) do Brasil: atualização taxonômica, biogeografia e conservação. Dissertation, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

VITÓRIO CDP (2019) Florística e fitossociologia na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia. Dissertation, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

STATEMENTS AND DECLARATIONS

FUNDING

This research was supported by a grant from the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Process: 88887.825397/2023-00) and by the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) (Grant: TSC0019/2024).

COMPETING INTERESTS

The authors have no relevant financial or non-financial interests to disclose.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors contributed to the planning and execution of the study. The conceptualization, methodology, data research, analysis, and writing were performed by Maria Clara de Almeida Lima Rocha. The conceptualization, methodology, review, analysis, and writing were performed by Lenaldo Muniz de Oliveira. Finally, all authors read and approved the final manuscript.

DATA AVAILABILITY

The datasets generated and analyzed during the current study are not publicly available as they are on personal file at the time, but are available from the corresponding author upon request.

CAPÍTULO 2
FENOLOGIA DE *Lippia lasiocalycina* Cham., NAS CONDIÇÕES DE FEIRA DE
SANTANA, BAHIA

RESUMO

O Brasil possui espécies distribuídas ao longo do seu território, em ambientes com características distintas, incluindo espécies medicinais. A espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. é nativa do Brasil e contém potencial medicinal, entretanto, é pouco estudada, principalmente na área de conservação e domesticação. Assim, a fenologia permite identificar a relação entre fatores abióticos e as fenofases da planta, permitindo a observação e compreensão das suas fases características, favorecendo a realização das tomadas de decisão no cultivo. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da sazonalidade na fenologia de *Lippia lasiocalycina* nas condições de Feira de Santana, Bahia. Para isso, a partir de plantas matrizes mantidas na Coleção de Plantas Medicinais e Aromáticas do Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana, a espécie foi propagada e cultivada em condições de campo, e os dados fenológicos foram coletados em dois períodos do mês, ao longo de 12 meses, identificando a intensidade e sincronia dos eventos. Os dados climatológicos foram obtidos através de sites especializados e foram correlacionados com as fenofases, além da análise estatística circular. A espécie apresentou alta sincronia fenológica, com brotamento e presença de folhas maduras constantes ao longo do ano, indicando a possibilidade de exploração econômica, enquanto a frutificação mostrou padrões sazonais e correlação negativa com precipitação. A queda foliar correlacionou-se negativamente com precipitação e umidade, mas positivamente com radiação, temperatura e fotoperíodo, enquanto que a senescência teve correlação contrária. Estes achados possibilitam traçar estratégias de cultivo e identificar melhores épocas de manejo e colheita.

Palavras-chave: Fenofases. Plantas medicinais nativas. Conservação. Cultivo. Recursos Genéticos Vegetais.

ABSTRACT

Brazil has species distributed throughout its territory, in environments with distinct characteristics, including medicinal species. The species *Lippia lasiocalycina* Cham. is native to Brazil and has medicinal potential; however, it is little studied, especially in the area of conservation and domestication. Thus, phenology allows us to identify the relationship between abiotic factors and the plant's phenophases, allowing the observation and understanding of its characteristic phases, favoring decision-making in cultivation. In this sense, the objective was to evaluate the effect of seasonality on the phenology of *Lippia lasiocalycina* under the conditions of Feira de Santana, Bahia. For this, from mother plants kept in the Medicinal and Aromatic Plants Collection of the Horto Florestal of the State University of Feira de Santana, the species was propagated and cultivated under field conditions, and phenological data were collected in two periods of the month, over 12 months, identifying the intensity and synchrony of the events. Climatological data were obtained from specialized websites and were correlated with phenophases, in addition to circular statistical analysis. The species showed high phenological synchrony, with constant budding and presence of mature leaves throughout the year, indicating the possibility of economic exploitation, while fruiting showed seasonal patterns and a negative correlation with precipitation. Leaf fall correlated negatively with precipitation and humidity, but positively with radiation, temperature and photoperiod, while senescence had the opposite correlation. These findings make it possible to outline cultivation strategies and identify the best times for management and harvesting.

Palavras-chave: Phenophases. Native medicinal plants. Conservation. Cultivation. Plant Genetic Resources.

2.1 INTRODUÇÃO

Sendo um país com uma das maiores diversidades vegetal do mundo, o Brasil possui espécies distribuídas ao longo do seu território em ambientes com características distintas de clima (IBGE, 2025). Fazendo parte desta diversidade temos um elevado número de espécies medicinais, de uso atual e potencial. O Semiárido, devido a interação entre as plantas e as temperaturas elevadas e o déficit hídrico, característicos da região, tem destaque, com elevado número de táxons ricos em compostos bioativos, com uso potencial pela indústria (Sales *et al.*, 2020).

O gênero *Lippia* Linn. tem cerca de 200 espécies e diversas destas encontram-se no Semiárido Brasileiro (Salimena; Cardoso, 2020). É um gênero amplamente estudado devido ao uso medicinal das espécies que o compõem, pois os óleos essenciais obtidos de suas espécies apresentam elevada atividade biológica contra fungos, bactérias, insetos, etc, e constituem um dos mais importantes grupos de matéria prima para a indústria alimentícia, farmacêutica, perfumaria, agroquímica e afins (Costa *et al.*, 2017; Osório *et al.*, 2021).

A espécie *Lippia lasiocalycina* Cham., é um arbusto silvestre e nativo do Brasil (Salimena; Cardoso, 2020), podendo chegar a cerca de dois metros de altura, com folhas simples, opostas e de formato oval, com flores com formato tubular e coloração rosa com interior amarelo e branco. Estudos têm apontado atividade fungicida e inseticida dos seus óleos essenciais (Almeida *et al.*, 2018; Bispo *et al.*, 2019; Sobrinho *et al.*, 2023). Contudo, a espécie ainda é pouco estudada, principalmente na área de conservação e domesticação e, por ser uma espécie não domesticada, que sofre com o extrativismo descontrolado, estudos nesta área tornam-se imprescindíveis.

Neste contexto, diversos estudos avaliam a interação entre o ambiente e os estádios fenológicos da planta, demonstrando que as condições ambientais influenciam na paisagem vegetal, no crescimento e reprodução (Silva *et al.*, 2017). Desta forma, é possível correlacionar os fatores abióticos com as fenofases da planta e identificar a interação entre os mesmos (Chagas *et al.*, 2019; Semensato *et al.*, 2020), permitindo a observação e compreensão das fases características das plantas, o que é essencial para a sua conservação e domesticação, favorecendo a realização das tomadas de decisão no momento de cultivo, como a melhor época de colheita, propagação, irrigação, fertilização e poda, especialmente para aquelas espécies com potencial econômico (Martínez; Costa; Silva, 2021).

Na literatura existem estudos nessa área com diversas espécies de *Lippia*, como a *Lippia sidoides* Cham., que de acordo com Carvalho Júnior, Melo e Martins (2011) é altamente sincrônica na frutificação e queda foliar e apresenta brotamento, folhas maduras, floração e queda foliar bastante influenciadas pelos fatores abióticos, principalmente precipitação e umidade do ar. Os mesmos autores afirmam que este resultado pode contribuir para a tomada de decisão no cultivo e manejo da espécie, favorecendo uma melhor produção. Para *Lippia lupulina* Cham. Pilon, Udulutsch e Durigan (2015) verificaram maturidade dos frutos no fim da estação seca e pico de dispersão no início da mesma estação. Já para *Lippia dulcis* Trevir, Ribeiro *et al.* (2022) identificaram maior floração e frutificação no período de menor precipitação. Entretanto, para *L. lasiocalycina*, ainda não há estudos fenológicos, assim como a correlação das fenofases com as condições ambientais.

Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da sazonalidade na fenologia de *Lippia lasiocalycina* Cham. nas condições de Feira de Santana, Bahia, contribuindo, dessa forma, para estudos na área de conservação e domesticação da espécie.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local

O presente estudo foi realizado na Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), situado em latitude -12.269588 e longitude -38.938432, no Município de Feira de Santana, localizado a cerca de 116 Km de Salvador, Bahia. Em solo caracterizado como franco-argilo-arenoso, apresentando pH 6,0, 30 mg dm⁻³ de fósforo (P), 60 mg dm⁻³ de potássio (K), com níveis de cálcio de 3,9 cmolc dm⁻³ e magnésio de 1,1 cmolc dm⁻³. Apresentando ainda saturação por bases (V%) elevada (79,68%), e matéria orgânica (M.O.) com teor de 1,23%, já a capacidade de troca catiônica (CTC) foi de 6,59 cmolc dm⁻³ conforme análise de solo (Anexo A).

2.2.2 Propagação e cultivo da espécie

O material biológico utilizado no estudo foi adquirido através da propagação de diferentes plantas matrizes coletadas em Santa Terezinha-BA, depositada e identificada no Herbário da instituição (HUEFS) (Voucher 19.3481), cadastrada no SISGEN (Cadastro nº A1C1DEB) e

mantidas na Coleção de Plantas Medicinais e Aromáticas do Horto Florestal da UEFS. As plantas foram propagadas de forma vegetativa, por meio de estacas médio-apicais, cultivadas em copos descartáveis de 200 ml preenchidos com substrato comercial Biomix^o e mantidos em condição de miniestufas sob irrigação intermitente. Após 45 dias as plantas foram transferidas para sacos de polietileno preto, com capacidade para 1 litro e preenchido com solo agrícola e mantidas em casa de vegetação, até o plantio definitivo, quando estas atingiram cerca de 40 cm de altura. O plantio definitivo foi realizado em covas com 30 x 30 x 30 cm, preenchidas com 1 litro de esterco bovino curtido, e em espaçamento de 1 m entre plantas. Foram colocadas 24 plantas no local definitivo, as quais permaneceram em campo durante todos os períodos de análise (12 meses).

2.2.3 Fenologia

As coletas dos dados fenológicos foram realizadas em dois períodos pois a espécie apresenta uma mudança fenológica muito rápida, desta forma, as análises ocorreram no final da primeira quinzena e no último dia de cada mês, por 12 meses, de janeiro a dezembro de 2024, a partir dos 90 dias do plantio, quando todas as plantas já haviam atingido o florescimento. Foram identificadas as fenofases: (1) Brotamento: a partir do surgimento de brotos até a formação completa das folhas novas; (2) Folhas maduras: folhas totalmente formadas e expandidas; (3) Senescência foliar: indicada pelo amarelecimento das folhas; (4) Floração: surgimento dos botões florais até a última flor madura; (5) Frutificação: da última flor madura à formação de sementes; (6) Queda foliar: momento em que comecem a aparecer folhas caídas e galhos vazios (Figura 1).

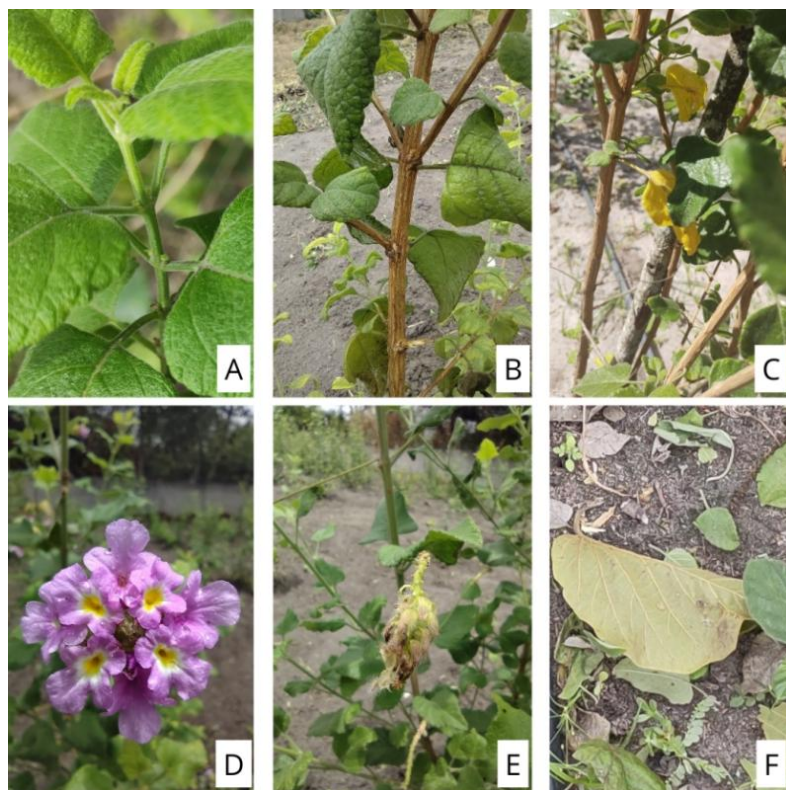


Figura 1. Fenofases observadas na espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. (A) Brotamento; (B) Folhas maduras; (C) Senescência foliar; (D) Floração; (E) Frutificação; (F) Queda foliar.

A intensidade dos eventos fenológicos foi estimada para cada planta seguindo os critérios de Fournier (1974), que possui uma escala intervalar semi quantitativa de 5 categorias, onde (0) é a ausência da fenofase, (1) presença da fenofase em intervalo de 1 a 25%, (2) presença da fenofase entre 26% a 50%, (3) presença da fenofase entre 51% a 75% e (4) presença da fenofase entre 76% a 100%.

Os dados foram analisados a partir do percentual de intensidade de *Fournier* e do índice de atividade (ou porcentagem de indivíduos), sendo o segundo apenas a determinação da ausência ou presença de fenofase, identificando a sincronia dos eventos, considerando o evento assíncronico (<20%), sincronia baixa (20-60%) ou sincronia alta (>60%).

Os dados meteorológicos foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<https://portal.inmet.gov.br/>), com exceção para os dados de fotoperíodo que foram obtidos a partir das coordenadas geográficas pelo *Astronomical Applications Department of the U.S. Naval Observatory* (https://aa.usno.navy.mil/data/RS_OneYear). Assim, foram coletados até o décimo quinto dia e o último dia do mês, valores de precipitação total (mm), temperaturas médias (°C), fotoperíodo (h dia⁻¹), radiação (Kj m⁻²) e umidade relativa do ar (%).

2.2.4 Análise estatística

Foi feita a análise da sazonalidade dos eventos, utilizando estatística circular, na qual os meses foram convertidos em ângulos de 15° cada, durante o período de um ano, e assim foram calculados o ângulo médio e obtidas as datas médias para cada fenofase, a concentração dos dados e comprimento do vetor r , a fim de verificar a concentração e sazonalidade dos eventos. Também foram feitas as análises de normalidade pelo teste de *Shapiro-Wilk* e como os resultados não deram normalidade ($p < 0,05$) foi realizado o teste para determinar o coeficiente de correlação de *Spearman* e sua significância, relacionando os fatores ambientais com as fenofases. As análises foram realizadas pelo programa estatístico R 4.2.3 (*R Core Team*, 2023)

2.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Com o levantamento dos dados ambientais ao longo dos períodos de observação (Figura 2), os meses de janeiro e fevereiro apresentaram maior precipitação nas medições em 31/jan (147,2 mm) e em 29/fev (143,2 mm), apresentando também uma queda nos períodos seguintes com menores valores de 30/nov à 31/dez. Já a umidade relativa apresentou-se de forma aproximadamente crescente ao longo dos meses até junho com pico na medição de 30/abr e depois voltou a cair até dezembro com menor valor em 31/dez. A temperatura média apresentou menores valores nas duas medições do mês de julho, com 22,89 °C e 22,68 °C, respectivamente, e maiores valores no mês de dezembro, com 28,06 °C e 28,85 °C, respectivamente, que consequentemente também foi o mês em que a precipitação foi menor (média de 5,2 mm). O fotoperíodo apresentou uma leve queda no meio do ano, chegando a 11 horas por dia entre 30/jun e 15/jul, sendo os maiores valores em dezembro, com 12:49:16 h e 12:50:15 h, respectivamente. Já a radiação apresentou maior valor em 15/jan, com 933,63 KJ m⁻² e os menores no meio do ano, chegando a 546,88 KJ m⁻² em 15/ago.

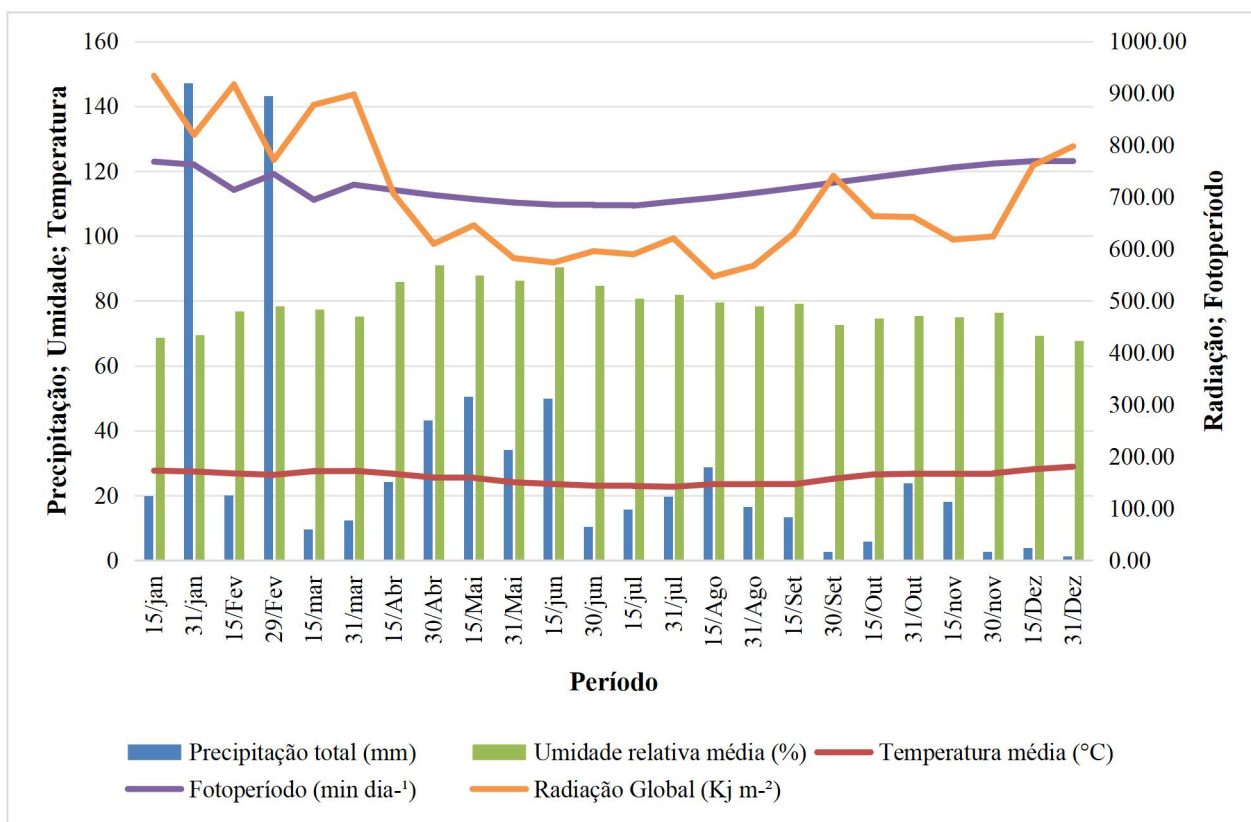


Figura 2. Dados ambientais de precipitação total (mm), umidade relativa média (mm), temperatura média (°C), fotoperíodo (min dia⁻¹) e radiação global (Kj m⁻²) nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.

De acordo com a estatística circular (Tabela 1), é possível observar que as fenofases brotamento e folha madura não têm um ângulo e data média definidos, mostrando neste caso que ocorrem de forma constante ao longo de todo ano. A senescência, no entanto, ocorre em torno da data 20/mai, porém apresentou valor r baixo e $p > 0,05$, o que significa uma baixa concentração do evento, ocorrendo de forma mais dispersa e baixa sazonalidade. A floração ocorre em 10/jun, entretanto, o valor de r também foi baixo, sugerindo pouca concentração em torno desta data, assim como o $p > 0,05$ não indicando uma sazonalidade significativa. O mesmo ocorreu com a queda foliar, que aparece em torno da data 05/jan, ou seja, esses eventos não ocorrem de maneira sazonal e podem ter variações ao longo do ano. Já a frutificação, ocorre em torno da data 30/mai, com um pouco mais de concentração que as outras fases, porém ainda baixa, e valor de p significativo ($p < 0,05$) indicando sazonalidade. Pode-se perceber que a data média da frutificação ocorre antes da data média de floração, o que é um evento incomum, entretanto a inversão das datas médias pode ser um reflexo da sobreposição dos eventos, que foi observada durante as avaliações fenológicas, e a presença das fenofases ao longo de todo o ano, porém com baixa

concentração, desta forma, a data média representa uma média da ocorrência anual da fenofase e não o seu pico de sincronia, que é significativamente sazonal ($p < 0,05$) para a frutificação.

Tabela 1. Resultados da estatística circular para sincronia dos eventos fenológicos de brotamento, folha madura, senescência foliar, floração, queda foliar e frutificação de *Lippia lasiocalycina* Cham. no período de janeiro a dezembro de 2024, nas condições de Feira de Santana, Bahia. * = Estatisticamente significativo ($p < 0,05$).

Fenofases	Ângulo médio	Data média	r	p
Brotamento	Não tem	Ano todo	0	1
Folha Madura	Não tem	Ano todo	0	1
Senescência	137,68	20/mai	0,0178	0,8399
Floração	158,61	10/jun	0,057	0,283
Queda Foliar	4,04	05/jan	0,0469	0,319
Frutificação	147,78	30/mai	0,179	0,0000028*

Tendo como base o proposto por Bencke e Morellato (2002), *L. lasiocalycina* se destaca como uma espécie com alta sincronia fenológica, na medida em que mais de 60% dos indivíduos apresentaram a mesma fenofase ao mesmo tempo (Figura 3), entretanto, nem todas as fenofases apresentaram constância sazonal. A alta sincronia entre os indivíduos pode ser vantajosa para as plantas, pois ajuda a minimizar os efeitos da herbivoria e assegura que os eventos fenológicos aconteçam em períodos com condições ambientais mais favoráveis (Garwood *et al.*, 2023), contribuindo também para a colheita e cultivo da espécie.

Apenas as fenofases brotamento e folha madura apresentaram 100% de sincronia em todos os períodos. Para a senescência não houve uma constância ao longo do ano com picos no início, meio e fim do ano, assim como a queda foliar. Já para a floração os picos foram em novembro e 31/dez com 100% de sincronia, já na primeira quinzena de dezembro não foram observadas flores em qualquer uma das plantas. Com relação à frutificação, os indivíduos apresentaram sincronia com picos em 15/ago e de 15/nov à 15/dez, apresentando menos ocorrência em 15/mar.

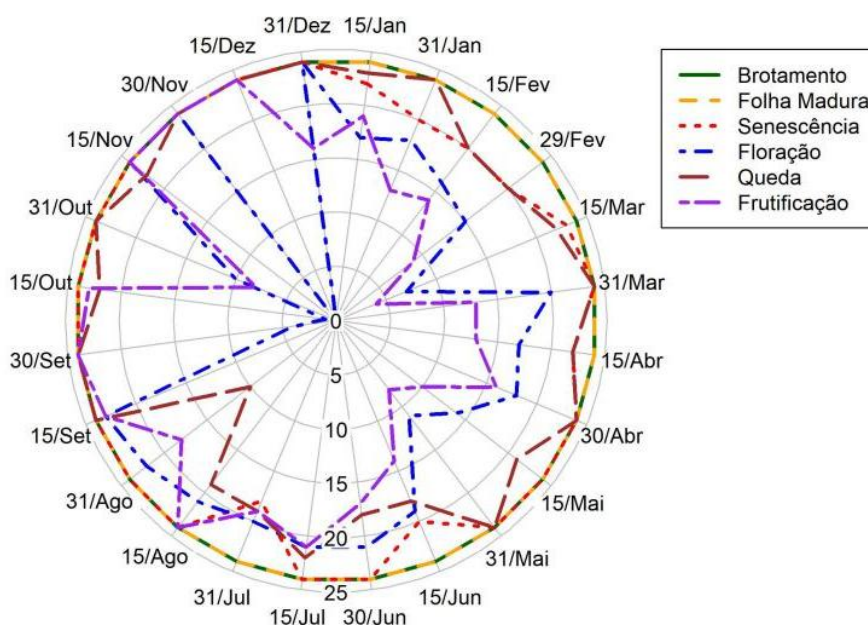


Figura 3. Análise circular para a sincronia dos eventos na espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. para as fenofases de brotamento, queda foliar, folha madura, senescência foliar, flor e frutificação, no período de janeiro a dezembro de 2024 para as condições de Feira de Santana, BA, Brasil.

De acordo com Bencke e Morellato (2002), a atividade e intensidade das fenofases são métodos de avaliação de dados fenológicos que fornecem informações distintas e complementares.

Na análise da intensidade dos eventos fenológicos (Figura 4). A fenofase folha madura apresentou 100% de intensidade em todos os períodos, indicando a perenidade de *Lippia lasiocalycina* e possibilitando produção contínua e regular ao longo do ano, o que é muito benéfico, levando em consideração que as folhas são a matéria principal para a extração de óleo essencial. A senescência teve baixa intensidade, com mínima em 31/jan (20,83%) e pico em 15/ago (38,54%), acompanhando a temperatura, precipitação, fotoperíodo e radiação altos e umidade mais baixa em janeiro, e o contrário em agosto e setembro. O brotamento foi irregular, com pico em 15/mar (69,79%), possivelmente influenciado por temperatura alta e precipitação moderadas, podendo supor também que a brotação foi elevada neste período, pois as plantas estavam se adaptando e produzindo folhas. Floração e frutificação oscilaram quase inversamente proporcionais, com pico da floração em 15/set (91,67%) e menor intensidade em 15/dez, quando não foram observadas flores nas plantas, resultado semelhante foi encontrado para *Lippia*

misionera Deble & B.P. Moreira, que florescem na mesma época entre setembro e novembro (Deble; Moreira, 2024), já a frutificação apresentou maior intensidade em 15/dez (100%) e menor em 15/mar (6,25%). A queda foliar reduziu em 31/ago (11,46%) e aumentou no fim do ano, entretanto, não houve período em que a planta perdeu todas as folhas.

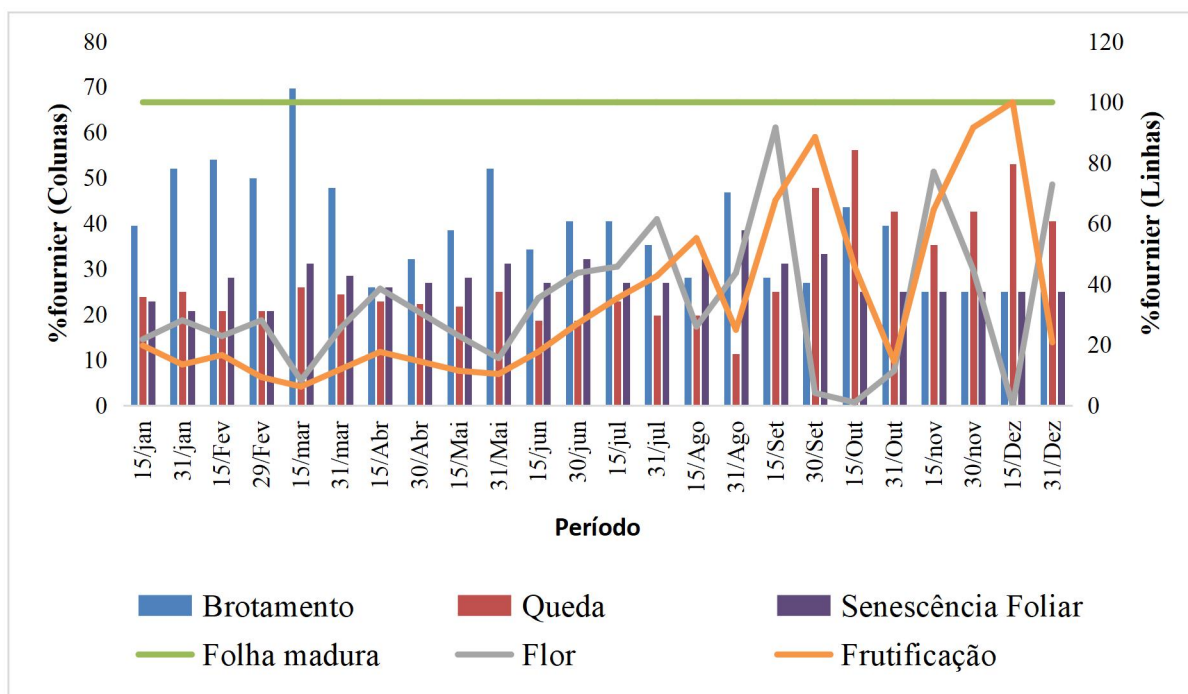


Figura 4. Intensidade dos eventos pelo método de Fournier, para as fenofases de brotamento, queda foliar, folha madura, senescência foliar, flor e frutificação, de *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.

Apesar dos picos, a maioria das fenofases apresentou em quase todos os períodos, intensidade entre 26% e 50%, considerada baixa pelo método de Fournier (1974). O brotamento, queda foliar, floração e frutificação atingiram entre 51% e 100% em algumas datas. Além disso, a permanência da biomassa foliar ao longo do ano favorece a colheita da espécie, especialmente na segunda quinzena de agosto, quando a queda foliar é menor. Já para a coleta de sementes, os melhores momentos foram entre 30/nov e 15/dez quando a frutificação está mais intensa. Possibilitando assim traçar melhores estratégias de manejo e colheita e garantir tomadas de decisão mais exatas.

A análise de correlação é amplamente utilizada para compreender a relação entre eventos fenológicos e variáveis climáticas, neste sentido, foram identificadas correlações significativas

para os parâmetros radiação, temperatura, umidade e fotoperíodo com queda foliar e senescência; e precipitação com queda foliar e frutificação (Figura 5).

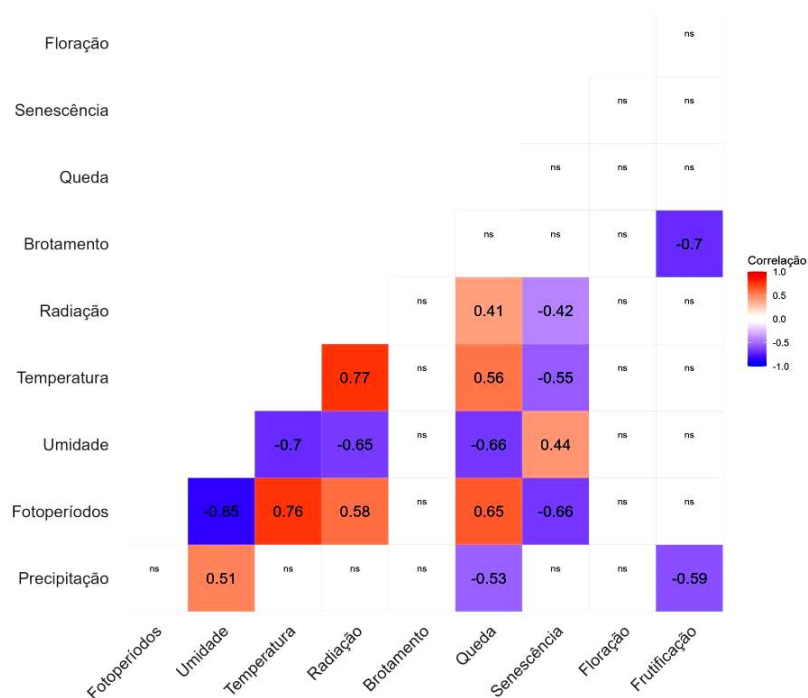


Figura 5. Coeficientes de correlação de *Spearman* entre as variáveis climáticas e as fenofases de brotamento, queda foliar, senescência foliar, flor e frutificação da espécie *Lippia lasiocalyx* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024. ns = correlação não significativa ($p > 0,05$).

Foi observada correlação positiva entre queda foliar e radiação, temperatura média e fotoperíodo (Figura 5 e Figura 6). Este fato sugere que o aumento na intensidade destes fatores pode promover um estresse na planta e ativar uma capacidade adaptativa, ocasionando a queda das suas folhas para poupar a transpiração e, conseqüentemente, a perda de água. Da mesma forma, o excesso de luz pode causar uma fotoinibição, gerando um dano oxidativo que acelera a abscisão das folhas e um fotoperíodo muito elevado pode acelerar o ciclo de vida da planta (Taiz *et al.*, 2021). Neste contexto, estudo realizado por Silva *et al.* (2012) apresentou a mesma correlação para a espécie *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.). Souza *et al.* (2014) identificaram que a queda foliar é favorecida pelo aumento da temperatura para as espécies *Cordia oncocalyx* Allemann e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz. Além destes autores, Costa e Lameira (2021) e Lacerda e Mapeli (2021) também encontraram resultados que corroboram com estes dados.

Já a correlação negativa entre queda foliar e precipitação e umidade (Figura 5 e Figura 6)

pode ocorrer devido ao mecanismo que a planta tem de reduzir a quantidade de folhas em situação de baixa disponibilidade de água, para evitar a transpiração, poupar energia destinada à fotossíntese e remobilizar nutrientes para utilizar na produção de novos órgãos (Furquim *et al.*, 2018; Lacerda; Mapeli, 2021). Isto corrobora com os estudos de Silva *et al.*, (2017) que avaliando a influência da precipitação sobre a vegetação da caatinga identificaram que durante a estação chuvosa, a disponibilidade de água provoca um aumento significativo na biomassa, porém quando as chuvas diminuem a vegetação responde com uma redução correspondente na biomassa, transformando a paisagem. Chagas *et al.* (2019) correlacionando o ambiente com fenofases de *Elaeis guineensis* Jacq. identificaram que há maior perda de folhas quando a pluviosidade está baixa. Já Semesato *et al.* (2020) avaliando a fenologia de jabuticabeiras, identificou aumento na queda foliar quando houve déficit hídrico no solo.

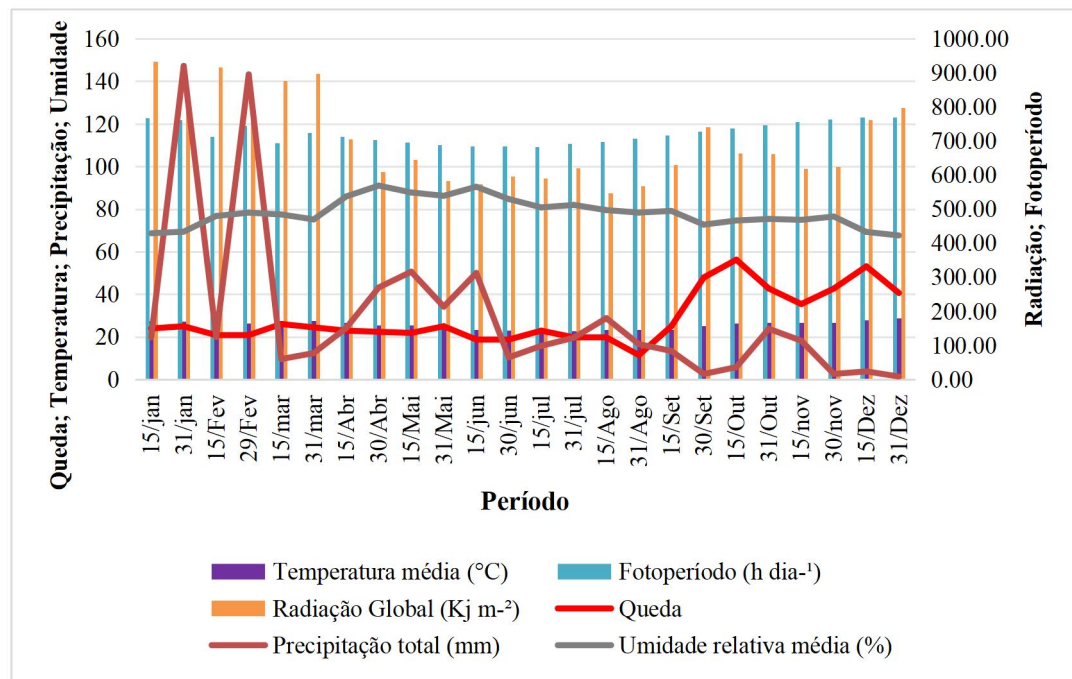


Figura 6. Relação entre a temperatura média (°C), fotoperíodo (h dia⁻¹), radiação (Kj m⁻²), precipitação (mm), umidade relativa (%) e a queda foliar (%fournier) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.

A senescência foliar, que teve picos entre agosto e setembro, apresentou correlação negativa com o fotoperíodo, radiação e temperatura (Figura 5 e Figura 7). O fotoperíodo influencia em quanto tempo a planta estará exposta à luz, captando-a para a realização da fotossíntese, assim, se a planta é exposta a um fotoperíodo mais elevado, porém no seu limite ótimo, a mesma pode realizar o processo fotossintético de forma mais regular, retardando

consequentemente a senescência, e quando isso acontece com a radiação e a temperatura, as plantas têm uma alta na taxa fotossintética e hormonal, retardando, portanto, a necessidade de senescência precoce (Taiz *et al.*, 2021). Resultado semelhante foi encontrado no estudo de Furtado Tigre de Oliveira *et al.* (2021), avaliando a fenologia de *Galianthe palustris* (Cham. & Schltdl.) Cabaña Fader & E.L. Cabral, que identificaram correlação negativa entre senescência e fotoperíodo. E Araújo (2020) em estudo com *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl identificou a correlação negativa entre temperatura e senescência, assim como Meireles *et al.* (2023) ao analisarem a fenologia de *Byrsonima pachyphylla* A. Juss. e *Byrsonima verbascifolia* (L.) DC.

Já em relação à umidade relativa, verificou-se uma correlação positiva (Figura 5 e Figura 7), que pode estar relacionada a um estresse da planta, pois o aumento da umidade pode contribuir para a queda da taxa fotossintética por reduzirem as trocas gasosas, como a absorção de CO₂, contribuindo, portanto, para o aumento da senescência (Taiz *et al.*, 2021). Neste sentido, Chagas *et al.* (2019), estudando o dendezeiro, identificaram a mesma correlação positiva.

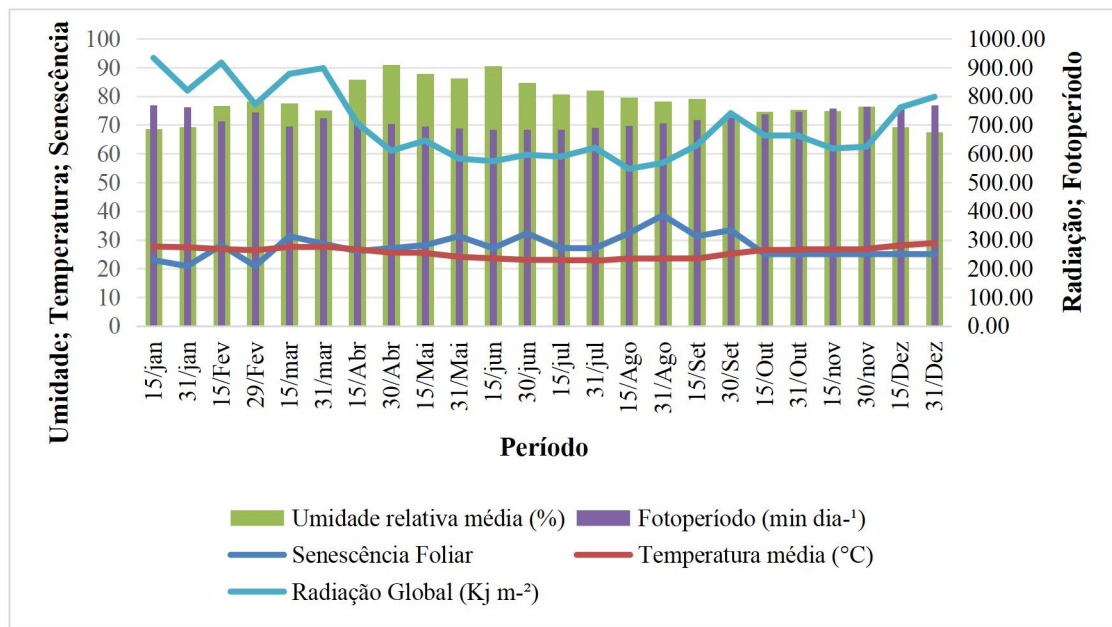


Figura 7. Relação entre a temperatura média (°C), fotoperíodo (h dia⁻¹), radiação (KJ m⁻²), umidade relativa (%) e a senescência (%fournier) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.

Outro fato que foi percebido, é que as variáveis que correlacionaram negativamente com a senescência, correlacionaram positivamente com a queda foliar, e vice e versa, levantando a

hipótese de que os resultados refletem não só as possíveis interações com os fatores abióticos, mas ao comportamento da planta de elevar a senescência para posterior abscisão das folhas e consequentemente uma diminuição na senescência no período observado. Desta forma, nos períodos de maior queda foliar foram observadas baixas senescência, pois as folhas senescentes já haviam caído.

Correlação negativa entre frutificação e precipitação também foi observada (Figura 5 e Figura 8). Resultados semelhantes a este é difícil de encontrar na literatura, pois ocorre o contrário para a maioria das espécies. Esta correlação negativa pode se dar devido a diversos fatores, como o excesso de água que pode retardar o metabolismo e impedir a alocação de nutrientes para a frutificação, ou pode ser uma estratégia de sobrevivência da planta que frutifica fora do período chuvoso, para favorecer a germinação das sementes ao iniciarem as chuvas (Lima *et al.*, 2023). Neste sentido, resultados semelhantes foram encontrados por Souza *et al.* (2014) que identificaram correlação negativa entre precipitação e a frutificação da espécie *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. Em estudo com *Miconia nervosa* (Sm.) Triana, Müller *et al.* (2017) também identificaram que a espécie frutifica na época seca, além disso, os mesmos autores concluem que a presença de água disponível no solo, pode contribuir com a resposta fenológica da planta. Já Martínez, Costa e Silva (2021), identificaram que o cumarú (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f.) frutifica em épocas de baixa precipitação, e afirmam que algumas espécies, principalmente de regiões tropicais, tendem a frutificar em baixas precipitações. E Ribeiro *et al.* (2022) identificou que *Lippia dulcis* Trevir tem maior frutificação em menor precipitação.

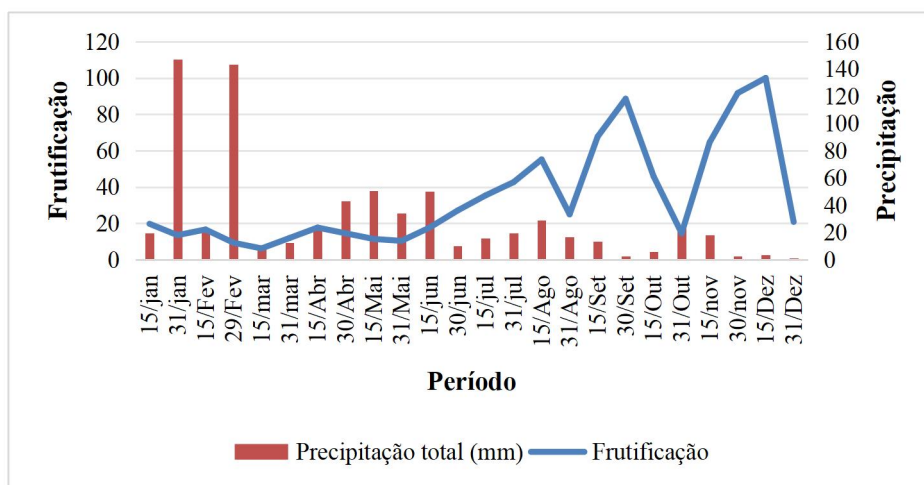


Figura 8. Relação entre a Precipitação total (mm) e a frutificação (%fournier) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.

Em síntese, os dados obtidos revelam uma relação complexa entre as fenofases de *Lippia lasiocalycina* e os fatores abióticos, com isso, a análise das fenofases e a correlação com os dados ambientais evidenciaram a influência deste último na fenologia da espécie. Esses resultados sugerem que a adaptação fenotípica de *L. lasiocalycina* às condições ambientais é crucial para sua sobrevivência e desenvolvimento, enfatizando a importância do monitoramento contínuo para compreender as interações entre variáveis climáticas e fenológicas. Estes estudos são essenciais para definir a época de coleta de folhas, flores, frutos e sementes, assim como a interação ecológica (Martínez; Costa; Silva, 2021).

2.4 CONCLUSÃO

A espécie apresentou alta sincronia fenológica para folhas maduras e brotamento. A frutificação mostrou padrões sazonais e exibiu correlação negativa com precipitação, com picos de intensidade na segunda quinzena de novembro e na primeira de dezembro, melhores épocas para a coleta de sementes. O padrão fenológico da espécie indica a possibilidade de colheita das folhas e exploração econômica durante todas as estações do ano nas condições de Feira de Santana, Bahia. O estudo destaca a relevância de entender as interações fenológicas frente às mudanças ambientais, contribuindo para a conservação e manejo sustentável da espécie.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W. S. *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Lippia lasiocalycina* Cham.(Verbenaceae). **Industrial Crops and Products**, v. 125, p. 236-240, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.09.007>.
- ARAÚJO, E. O. **Desempenho fenológico e caracterização anatômica de gervão-roxo *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl (Verbenaceae)**. 2020. Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura). Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/fca6aca1-9d9b-4752-985b-b341bac6d617>. Acesso em: 30 jan 2023.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, p. 269-275, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000300003>.

BISPO, L. P. *et al.* **Bioatividade de óleos essenciais de espécies aromáticas no controle de *Ceratitis capitata* (wied.) e *Anastrepha fraterculus* (wied.) (diptera: tephritidae).** 2019. 99 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2019. Disponível em: http://www.rgv.uefs.br/arquivos/File/Downloads/teses_e_dissertacoes/tese_rgv_luma_passos_ver_sao_provisoria_final.pdf. Acesso em: 12 abr 2023.

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 Medicinais**, v. 13, p. 223-229, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000200015>.

CHAGAS, K. P.T. *et al.* Fenologia do dendezeiro e correlações com variáveis climáticas. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 1701-1711, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509822640>.

COSTA, A. S.; LAMEIRA, O. A. Avaliação do comportamento fenológico da *Copaifera martii* (Hayne) com dados climáticos em floresta secundária. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, e41810917973, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17973>.

COSTA, P. S. *et al.* Atividade antimicrobiana e potencial terapêutico do gênero *Lippia* sensu lato (Verbenaceae). **Hoehnea**, v. 44, p. 158-171, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-68/2016>.

DEBLE, L. P.; MOREIRA, B. P.. A new species of *Lippia* (Verbenaceae) from the Campos eco-region of the Grassland Ecosystems of Río de la Plata, Southeast South America. **Balduinia**, n. 72, p. 2-10, 2024. Disponível em: DOI: 10.5902/2358198086552.

FOURNIER, L. A. Um método quantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. **Turrialba**, v. 24, n. 4, p. 422-423, 1974.

FURQUIM, L. C. *et al.* Relação entre plantas nativas do cerrado e água. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 2, p. 146-156, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.29247/2358-260X.2018v5i2.p146-156>.

FURTADO TIGRE DE OLIVEIRA, J. G. M. *et al.* Fenologia de *Galianthe palustris* (Cham. & Schltdl.) Cabaña Fader & EL Cabral (Rubiaceae Juss.) na região do planalto Catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 20, n. 4, 2021. Disponível em: DOI: 10.5965/223811712042021332.

GARWOOD, Nancy C. *et al.* Seasonality of reproduction in an ever-wet lowland tropical forest in A mazonian E cuador. **Ecology**, v. 104, n. 9, p. e4133, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ecy.4133>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil em síntese. Rio de Janeiro. IBGE, 2025. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em: 06 fev 2025

LACERDA, V. O.; MAPELI, A. M.. Efeitos da sazonalidade sobre a fenologia ea fisiologia de *Parkia platycephala* Benth (Fabaceae, Caesalpinioideae) em área de Cerrado. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1344-1363, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509839111>.

LIMA, A. S. *et al.* Fenologia de *Schinus terebinthifolius* Raddi e sua relação com a variabilidade das chuvas no Semiárido brasileiro. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 16, n. 2, p. 611-628, 2023.

MARTÍNEZ, G. B.; COSTA, J. S.; SILVA, A. R.. Fenologia reprodutiva do cumarú (*Dipteryx odorata*) para uso em sistemas silvipastoris. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 3, p. 3708-3714, 2021. Disponível em: DOI: 10.34188/bjaerv4n3-075.

MEIRELES, A.C. *et al.* Sincronicidade fenológica de *Byrsonima pachyphylla* A. Juss. E B. verbascifolia (L.) DC.(Malpighiaceae) e sua relação com a sazonalidade climática. **Revista Árvore**, 2023, p. Disponível em: [//doi.org/10.1590/1806-908820230000018](https://doi.org/10.1590/1806-908820230000018).

MÜLLER, A. O. *et al.* Floração e frutificação de *Miconia nervosa* em duas áreas florestais no norte do Mato Grosso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 15, n. 2, p. 205-217, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/rcaa.v15i2.2060>.

OSÓRIO, T. *et al.* O potencial fitoterápico de espécies do gênero *Lippia* L. e *Aloysia* sp.: uma revisão. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 7, n. 1, p. 19-29, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.71.19-29>.

PILON, N. A. L.; UDULUTSCH, R. G.; DURIGAN, G.. Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em condições de cultivo. **Hoehnea**, v. 42, p. 425-443, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-07/2015>.

RIBEIRO, F. N. S. *et al.* Fenologia e propagação vegetativa de *Lippia dulcis* Trevir (Verbenaceae). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, p. e298111638261-e298111638261, 2022.

SALES, R. P. *et al.* **Ecogeografia e desempenho agrônômico de *Lippia insignis* Moldenke em três sistemas de cultivo**. 2020.67 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2020. Disponível em:<http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/1391>. Acesso em: 11 nov 2022.

SALIMENA, F.R.G.; CARDOSO, P.H. *Lippia*. In: Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em:<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15176>. Acesso em: 12 abr 2023.

SEMENSATO, L. R. *et al.* Fenologia, produtividade e qualidade de frutos de jabuticabeiras de diferentes idades das plantas. **Iheringia, Série Botânica**, v. 75, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.21826/2446-82312020v75e2020013>.

SILVA, A. *et al.* Fenologia de *Anadenanthebra macrocarpa* (Benth.) Brenan em uma floresta estacional semidecidual no sul do Espírito Santo. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, [S. l.], v. 8, n. 15, 2012.

SILVA *et al.* Influência de determinantes ambientais na vegetação da Caatinga. **Sociedade e território**, v. 29, n. 1, p. 183-198, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21680/2177-8396.2017v29n1ID10807>.

SOBRINHO, C. A. *et al.* Perfil sanitário e tratamento de sementes de feijão-caupi com óleo essencial de *Lippia lasiocalycina* Cham. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, p. e19212240182-e19212240182, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i2.40182>.

SOUZA, D. N. N. *et al.* Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 27, p. 2, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2014v27n2p31>.

TAIZ, L. *et al.* Fundamentos de fisiologia vegetal. 6 ed. Porto Alegre: Artimed, 2021. 1302p.

CAPÍTULO 3
CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE *Lippia lasiocalycina* Cham., NAS CONDIÇÕES DE
FEIRA DE SANTANA, BAHIA

RESUMO

O Brasil contém uma diversidade de espécies medicinais e o gênero *Lippia* Linn., se destaca, pelas propriedades biológicas já identificadas. *Lippia lasiocalycina* Cham., espécie nativa do Brasil, apresenta propriedades fungicidas e inseticidas comprovadas, mas ainda é pouco estudada nas áreas de cultivo, conservação e domesticação. Assim estudos nestas áreas são extremamente importantes para colaborar com a conservação, melhoramento genético e produção sustentável com a espécie. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da sazonalidade no crescimento e produção de *Lippia lasiocalycina* nas condições de Feira de Santana, Bahia. O trabalho foi realizado na Unidade Experimental Horto Florestal, da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). A partir de plantas matrizes mantidas na Coleção de Plantas Medicinais e Aromáticas do Horto Florestal da UEFS, a espécie foi propagada e cultivada em campo, em blocos casualizados. Os dados de crescimento e produção foram coletados por mês e os dados climatológicos foram obtidos em plataformas especializadas. Foram realizadas as análises descritiva e correlacionadas as condições climáticas com os dados de crescimento e produção. Assim, os fatores ambientais afetam o crescimento de *Lippia lasiocalycina* Cham., com exceção para o teor de óleo essencial, possibilitando uma produção regular da espécie ao longo do ano e sua exploração comercial. Desta forma, este estudo possibilita traçar estratégias de cultivo com a espécie de forma sustentável, garantindo também a sua conservação.

Palavras-chave: Plantas medicinais nativas. Domesticação. Cultivo. Recursos Genéticos Vegetais.

ABSTRACT

Brazil contains a diversity of medicinal species, and the genus *Lippia* Linn. stands out due to its already identified biological properties. *Lippia lasiocalycina* Cham., a species native to Brazil, has proven fungicidal and insecticidal properties, but it is still little studied in the areas of cultivation, conservation and domestication. Thus, studies in these areas are extremely important to collaborate with the conservation, genetic improvement and sustainable production of the species. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of seasonality on the growth and production of *Lippia lasiocalycina* under the edaphoclimatic conditions of Feira de Santana, Bahia. The study was carried out at the Horto Florestal Experimental Unit of the State University of Feira de Santana (UEFS). From mother plants kept in the Medicinal and Aromatic Plants Collection of the Horto Florestal of UEFS, the species was propagated and cultivated in the field, in randomized blocks. Growth and production data were collected monthly and climatological data were obtained from specialized platforms. Descriptive analyses were performed and climatic conditions were correlated with growth and production data. Thus, environmental factors affect the growth of *Lippia lasiocalycina* Cham., with the exception of essential oil content, enabling regular production of the species throughout the year and its commercial exploitation. In this way, this study makes it possible to outline cultivation strategies for the species in a sustainable way, also ensuring its conservation.

Keywords: Native medicinal plants. Domestication. Cultivation. Plant Genetic Resources.

3.1 INTRODUÇÃO

No Brasil há diversos biomas com características edafoclimáticas distintas, contendo uma diversidade de populações e espécies vegetais (IBGE, 2025). Na região semiárida, essa diversidade é especialmente notável, com espécies medicinais adaptadas às condições de altas temperaturas e déficit hídrico, característicos da região (Sales *et al.*, 2020). Entretanto, poucas espécies nativas são exploradas economicamente e de forma sustentável, apesar do potencial econômico que possam ter (Bizzo; Rezende, 2022), tendo o extrativismo como principal forma de exploração. Nesse contexto, espécies silvestres e não domesticadas acabam sofrendo com o extrativismo descontrolado, podendo chegar ao risco real de extinção, como já ocorre com diversas espécies de *Lippia* (CNCFlora, 2025).

O gênero *Lippia* Linn., composto por cerca de 200 espécies, encontra-se também no Semiárido Brasileiro e suas espécies são amplamente estudadas devido ao potencial medicinal (Salimena; Cardoso, 2020). Embora a espécie *Lippia lasiocalycina* Cham., um arbusto silvestre e nativo do Brasil, apresente comprovado potencial bioativo, principalmente como fungicida e inseticida (Almeida *et al.*, 2018; Bispo *et al.*, 2019; Sobrinho *et al.*, 2023), a mesma permanece pouco estudada e pesquisas que visem a sua conservação, domesticação e cultivo são raras.

Com isso, é imprescindível realizar estudos que contribuam com a conservação, domesticação e cultivo, assim como o manejo sustentável de *L. lasiocalycina*, que é uma espécie silvestre com potencial para exploração econômica dos seus óleos essenciais. Assim, é importante compreender o comportamento da espécie e seu desempenho agrônomo em cultivo, para contribuir com estratégias de conservação e possível inserção da espécie em uma produção sustentável.

Para isso, sabe-se que as condições ambientais e de cultivo, influenciadas por fatores bióticos e abióticos, impactam no crescimento e na produção de metabólitos secundários nas plantas (Hounsou; Sonibare; Elufioye, 2024). Neste sentido, é extremamente importante avaliar o efeito da sazonalidade sobre estes fatores, buscando identificar as melhores respostas da espécie com relação às épocas e condições climáticas. Esse conhecimento pode otimizar as condições de cultivo, melhorar a produção de óleo essencial, e fornecer informações valiosas para o manejo e domesticação da planta, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis e para o aproveitamento comercial de suas propriedades bioativas.

Apesar da maioria das espécies de *Lippia* ainda serem silvestres e não domesticadas, na literatura existem alguns estudos que apontam a possibilidade de cultivo e exploração econômica dos óleos essenciais a partir de suas espécies, sendo a maioria com *Lippia alba* Miil (Gonzaga; Oliveira; Feijó, 2022), única espécie domesticada do gênero. Recentemente, alguns trabalhos têm sido conduzidos para espécies não domesticadas de *Lippia*, como o de Soro *et al.* (2016), que avaliou a influência do ambiente na composição química de *Lippia multiflora* Moldenke, observando que a época de colheita influencia no rendimento do óleo essencial; Silva Júnior *et al.* (2022), em estudo realizado com *Lippia sidoides* Cham., que verificaram que o teor de óleo essencial foi influenciado pelas condições ambientais; e Feijó *et al.* (2024), que realizaram a caracterização morfoagronômica de genótipos de *Lippia organoides* Kunth e identificaram que há uma variabilidade genética entre os genótipos que os dividem em grupos, identificando também genótipos superiores para uso em programas de melhoramento e para fins farmacológicos.

Esses estudos são essenciais para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e auxiliam no melhoramento genético, na conservação, domesticação, seleção de variedades adaptadas a diferentes condições ambientais e na valorização de espécies com potencial econômico. Também são fundamentais para enfrentar desafios, como mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade da agricultura.

Diante desta realidade, objetivou-se avaliar o efeito da sazonalidade no crescimento e produção de *Lippia lasiocalycina* nas condições de Feira de Santana, Bahia.

3.2 MATERIAL DE MÉTODOS

3.2.1 Local

O presente estudo foi realizado na Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), situado em latitude -12.269588 e longitude -38.938432, no Município de Feira de Santana, localizado a cerca de 116 Km de Salvador, Bahia. Em solo caracterizado como franco-argilo-arenoso, apresentando pH 6,0, 30 mg dm⁻³ de fósforo (P), 60 mg dm⁻³ de potássio (K), com níveis de cálcio de 3,9 cmolc dm⁻³ e magnésio de 1,1 cmolc dm⁻³. Apresentando ainda saturação por bases (V%) elevada (79,68%), e matéria orgânica (M.O.) com teor de 1,23%, já a capacidade de troca catiônica (CTC) foi de 6,59 cmolc dm⁻³ conforme análise

de solo (Anexo A).

3.2.2 Propagação e cultivo da espécie

O material biológico utilizado no estudo foi adquirido através da propagação de diferentes plantas matrizes coletadas em Santa Terezinha-BA, depositada e identificada no Herbário da instituição (HUEFS) (Voucher 19.3481), cadastrada no SISGEN (Cadastro nº A1C1DEB) e mantidas na Coleção de Plantas Medicinais e Aromáticas do Horto Florestal da UEFS. As plantas foram propagadas de forma vegetativa, por meio de estacas médio-apicais, cultivadas em copos descartáveis de 200 ml preenchidos com substrato comercial Biomix^o e mantidos em condição de miniestufas sob irrigação intermitente. Após 45 dias as plantas foram transferidas para sacos de polietileno preto, com capacidade para 1 litro e preenchido com solo agrícola e mantidas em casa de vegetação, até o plantio definitivo, quando estas atingiram cerca de 40 cm de altura. O plantio definitivo foi realizado em covas com 30 x 30 x 30 cm, preenchidas com 1 litro de esterco bovino curtido, e em espaçamento de 1 m entre plantas. Foram colocadas 96 plantas no local definitivo, distribuídas em quatro blocos experimentais.

3.2.3 Avaliação do crescimento e produção de óleos essenciais

A avaliação do crescimento e produção iniciou após 90 dias do transplantio, quando todas as plantas já haviam florescido, e foi realizada mensalmente, entre janeiro e dezembro de 2024. Em cada mês foram quantificados os parâmetros de crescimento e produção (Figura 1). Foram avaliados os parâmetros: altura das plantas (ALT) (m), diâmetro do caule (DCL) (mm), diâmetro da copa (DC) (m), massa (g) seca de caule (MSC), flores (MSFL) e folhas (MSF), massa seca total (MST) (g), área foliar total (AFT) (cm²), além do teor (TO) (%) e rendimento (ROP) (g planta⁻¹) dos óleos essenciais. Duas plantas de cada bloco foram retiradas do campo em cada período, e o material vegetal coletado foi pesado em balança, para identificar a média da massa fresca, após isto este material foi colocado para secar à sombra de forma natural. A massa seca de folhas e caules foi estimada a partir de seis sub-amostras de folhas, contendo 10 folhas de tamanhos distintos em cada sub-amostra, e seis de galhos, com 10 pedaços de caule com diferentes diâmetros. As sub-amostras foram colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, até peso constante e, após esse período, foram pesadas em balança analítica digital. A porcentagem de peso seco obtida das sub-amostras foi utilizada para estimar a massa

seca total das folhas e caule, a partir do peso fresco total de folhas e caules de cada planta. Das sub-amostras de folha também foram medidas a área foliar (cm^2) com medidor modelo LI-3100C, e as médias de área foram utilizadas para estimar a área foliar total da planta, a partir do peso seco da folha de cada planta.

O óleo essencial foi extraído em quadruplicada pelo processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger, utilizando-se 100 g de matéria seca em 1750 ml de água destilada, durante 2 horas. Em seguida, o óleo essencial foi separado da água residual e os resíduos de água foram removidos com sulfato de sódio anidro. O teor dos óleos essenciais foi determinado pelas massas dos óleos em balança analítica e expresso em porcentagem (g de óleo por 100 g de matéria seca). O rendimento de óleo foi obtido multiplicando a massa de óleo em 100 gramas de folha pela massa seca total das folhas, o resultando foi dividido por 100, estimando o rendimento em g planta^{-1} .



Figura 1. Análise de crescimento e extração de óleo essencial de *Lippia lasiocalycina* Cham.: (A) Plantas de *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivadas em blocos em pleno sol; (B) Contagem do número de perfilhos; (C) Medição do diâmetro da copa; (D) Medição do diâmetro do caule; (E) Medição da altura; (F) Medição da área foliar; (G) Folhas, flores e caule (H) Aparelho de Clevenger (I) Óleo essencial de *Lippia lasiocalycina*. extraído de 100 g de folhas.

Os dados meteorológicos foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<https://portal.inmet.gov.br/>), com exceção para os dados de fotoperíodo que foram obtidos a partir das coordenadas geográficas pelo *Astronomical Applications Department of the U.S. Naval Observatory* (https://aa.usno.navy.mil/data/RS_OneYear). Assim, foram coletados valores mensais de precipitação total (mm), temperaturas médias (°C), fotoperíodo (h dia⁻¹), radiação (Kj m⁻²) e umidade relativa do ar (%), fatores abióticos que podem interferir no crescimento e produção da espécie em estudo.

3.2.4 Análise estatística

Foram calculadas as medidas descritivas, como média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, valores máximos e mínimos para observar o comportamento e realizar a comparação dos dados. Também foi realizada as análises de normalidade pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Para as variáveis que apresentaram normalidade, foi feito o teste de análise de variância (ANOVA com medidas repetidas) para identificar diferenças significativas entre os meses de cultivo. Já para as variáveis que não apresentaram normalidade nos dados ($p < 0,05$) foi utilizado o teste de *Friedman* com *post-hoc* de *Nemenyi test*. Além disso, como os dados não deram normalidade, foram calculados os coeficientes de correlação de *Spearman* e sua significância em relação aos fatores ambientais, conforme a distribuição das observações levantadas. As análises foram realizadas pelo programa estatístico R 4.2.3 (*R Core Team*, 2023).

3.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os fatores ambientais mensais foram analisados de forma descritiva (Tabela 1). A maioria apresentou normalidade nos dados e medianas próximas às médias. Com exceção da precipitação, as variáveis ambientais não apresentaram significância no teste de normalidade.

Tabela 1. Análise descritiva com valores mínimos, máximos, média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação (CV %) e teste de normalidade para as variáveis, temperatura (T °C), umidade relativa do ar (UR %), precipitação total (P mm), radiação (RAD KJ m⁻²) e fotoperíodo (FOTO h dia⁻¹) do ano de 2024 nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil. ^{ns} = não significativo pelo teste de *Shapiro-Wilk* a 5% de significância. * = significativo pelo teste de *Shapiro-Wilk* a 5% de significância.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV (%)	Teste de Normalidade
T (°C)	22,7800	28,4500	25,6900	26,34	1,9071	7,1086	0,3960 ^{ns}
UR (%)	68,4600	88,4900	78,4600	76,9400	6,6498	8,1146	0,3004 ^{ns}
P (mm)	5,2000	167,0000	56,2300	38,9000	53,8988	91,7679	0,0037*
RAD (Kj m ⁻²)	557,3000	887,7000	698,0000	660,1000	118,0262	16,1894	0,0782 ^{ns}
FOTO (h dia ⁻¹)	11,4100	12,8300	12,0500	11,9317	1823,222	4,0230	0,2539 ^{ns}

Os meses de janeiro e fevereiro apresentaram maiores precipitações (167 mm e 163,2 mm, respectivamente), já a menor ocorreu no mês de dezembro, com precipitação de 5,2 mm. Já a umidade relativa aumentou até o meio do ano e após isto voltou a cair, com média máxima em abril com 88,49% e mínima em dezembro com 68,45%. Em contrapartida, a temperatura média caiu no meio do ano, com mínima em julho (22,78 °C) e após, tornou a aumentar, com máxima em dezembro (28,46 °C). O fotoperíodo e a radiação apresentaram comportamento semelhante, com seus maiores valores no início e fim do ano, com maior média em dezembro para o fotoperíodo (12:49:45 h) e em março para a radiação (887,72 KJ m⁻²) e menor em junho para o fotoperíodo (11:24:50 h) e em agosto para a radiação (557,31 KJ m⁻²) (Figura 2).

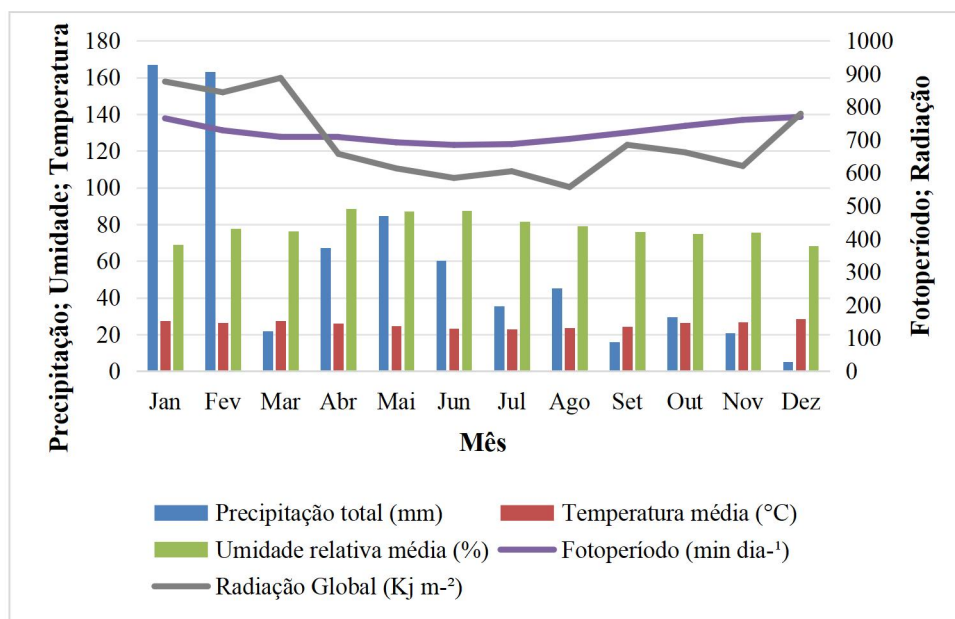


Figura 2. Dados ambientais mensais de precipitação (mm), umidade relativa média (mm), radiação (KJ m⁻²), temperatura média (°C) e fotoperíodo (min dia⁻¹) do ano de 2024 nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Os dados das variáveis, área foliar total, altura, diâmetro do caule e da copa, número de perfilhos, massa seca das folhas, caule, flores, massa seca total, teor e rendimento de óleo essencial foram adquiridos e analisados de forma descritiva (Tabela 2).

Tabela 2. Análise descritiva das variáveis área foliar total (AFT) (cm²), altura (ALT) (m), diâmetro do caule (DCL) (mm), número de perfilhos (PERF) e diâmetro da copa (DC) (m), massa seca das folhas (MSF) (g), massa seca do caule (MSC) (g), massa seca da flor (MSFL) (g), massa seca total (MST) (g), teor de óleo essencial (TO) (%) e rendimento de óleo essencial por planta (ROP) (g planta⁻¹) de *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada de janeiro a dezembro de 2024, nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil.^{ns} = não significativo pelo teste de *Shapiro-Wilk* a 5% de significância. * = significativo pelo teste de *Shapiro-Wilk* a 5% de significância.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Mediana	CV (%)	Teste de normalidade
AFT (cm ²)	3704,00	50198,00	16488,00	10041,760	14527,00	60,903	0,0002*
ALT (m)	1,560	3,850	3,058	0,625	3,000	20,438	0,8067 ^{ns}
DCL (mm)	16,320	67,420	38,650	9,036	39,020	23,379	0,4841 ^{ns}
PERF	2,000	10,000	4,542	1,777	4,000	39,124	0,0002*
DC (m)	1,000	3,400	2,162	0,612	2,145	28,307	0,4373 ^{ns}
MSF (g)	54,790	467,690	182,070	97,783	156,930	53,706	0,0001*
MSC (g)	91,950	2347,880	796,200	575,034	705,950	72,222	0,0008*
MSFL (g)	0,000	70,000	8,537	17,616	0,657	206,349	0,0000*
MST (g)	193,600	2621,800	987,100	612,184	902,900	62,018	0,0018*
TO (%)	0,240	2,100	1,082	0,426	1,035	39,372	0,4177 ^{ns}
ROP (g planta ⁻¹)	0,269	7,062	2,133	1,631	1,662	76,465	0,0000*

De acordo com a análise descritiva das variáveis de crescimento de *L. lasiocalycina* é possível observar que há variação entre os valores. A maior altura da planta foi de 3,85 m e a menor foi 1,56 m. Além disso, o diâmetro da copa apresentou como maior tamanho 3,40 m, e menor 1,00 m, com média de 2,16 m. Estes dados são importantes para determinar o espaçamento ideal no plantio da espécie, devendo ser acima de 1 metro entre plantas, espaçamento utilizado neste estudo, pois verificou-se entrelaçamento entre plantas, o que dificultou os tratos culturais e a colheita.

Os coeficientes de variação foram considerados altos quando entre 20% e 30% e muito altos quando maiores que 30% (Pimentel-Gomes; Garcia, 2002). Neste caso, como o foco é avaliar a sazonalidade e condições ambientais, pode-se observar um CV(%) mais alto por conta das variações ambientais (Ferreira, 2018), que são variáveis não controladas, mostrando que as condições ambientais variaram ao longo dos meses, assim como a resposta da planta.

Entre as variáveis observadas mensalmente, nenhuma apresentou diferença significativa de janeiro a abril e entre novembro e dezembro (Tabela 3) e apenas o teor de óleo essencial não apresentou diferença significativa entre os meses avaliados, entretanto, a média de 1,08% (Tabela 2), está de acordo ao encontrado na literatura para a espécie, porém, ressalta-se que o valor máximo de 2,1% encontra-se acima dos obtidos para a maioria das espécies de *Lippia*.

Tabela 3. Análise de variância para altura (ALT) (m), diâmetro do caule (DCL) (mm) e diâmetro da copa (DC) (m), e teste de *Friedman* com *post-hoc* em *Nemeny Test* para área foliar total (AFT) (cm²), número de perfilhos (PERF), massa seca das folhas (MSF) (g), massa seca do caule (MSC) (g), massa seca da flor (MSFL) (g), massa seca total (MST) (g) e rendimento de óleo por planta (ROP) (g planta⁻¹) de *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nos meses de 2024 nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil. * mesma letra na coluna não diferem entre si (p>0,05)

Mês	ALT	DCL	PERF	DC	MSF	MSC	MSFL	MST	AFT	ROP
Jan	1,9 c	22,6 b	7,0 a	1,5 b	132,6 ab	161,3 b	0,6 ab	294,4 b	8331,7 ab	1,6 ab
Fev	2,4 bc	33,4 ab	7,0 ab	2,1 ab	181,6 ab	238,1 b	0,5 ab	421,7 ab	19169,5 ab	1,7 ab
Mar	2,6 abc	38,3 ab	3,8 ab	1,8 b	173,8 ab	363,7 ab	0,3 ab	539,3 ab	16492,8 ab	2,2 ab
Abr	2,8 abc	35,3 ab	5,0 ab	2,3 ab	340,4 a	756,8 ab	2,6 ab	1099,8 ab	26550,7 a	5,1 a
Mai	3,2 ab	38,4 ab	4,3 ab	1,6 b	329,1 a	949,8 ab	0,1 ab	1279,1 ab	35326,5 a	4,4 ab
Jun	3,4 ab	41,4 a	3,8 ab	2,3 ab	212,9 ab	724,8 ab	3,5 ab	941,1 ab	20992,6 ab	2,4 ab
Jul	3,4 ab	35,9 ab	4,8 ab	2,3 ab	144,4 ab	782,8 ab	4,3 ab	931,5 ab	16246,5 ab	1,5 ab
Ago	3,3 ab	39,0 ab	4,5 ab	2,2 ab	169,6 ab	868,8 ab	0,5 ab	1038,9 ab	15819,7 ab	1,1 ab
Set	3,6 a	43,3 a	4,0 ab	3,0 a	126,8 ab	1633,9 a	56,0 a	1816,6 a	8531,4 ab	1,5 ab
Out	3,0 abc	48,1 a	4,0 ab	2,5 ab	89,5 b	869,9 ab	0,0 b	959,4 ab	6248,5 b	0,8 b
Nov	3,1 ab	41,0 a	3,3 b	2,0 b	117,8 ab	1065,9ab	33,5 a	1217,2 ab	9168,2 ab	1,4 ab
Dez	3,3 ab	47,3 a	3,3 b	2,3 ab	166,5 ab	1138,6 ab	0,5 ab	1305,6 ab	14980,7 ab	1,9 ab

Para ALT pôde-se observar um crescimento contínuo, seguido por uma queda em outubro, sendo que o mês de janeiro teve a menor média de altura e diferiu significativamente dos meses de maio até setembro, e novembro e dezembro, que tiveram maiores alturas, além disso, os resultados obtidos no mês de fevereiro diferiram dos obtidos no mês de setembro (Tabela 3 e Figura 3).

Para o DCL no mês de janeiro também se obteve menor média, diferindo dos meses de junho e de setembro a dezembro, com as maiores médias, sendo estes dois últimos os meses de precipitação mais baixa e fotoperíodo elevado, ao contrário de junho, apesar de também ter apresentado um dos maiores diâmetros, demonstrando que esta variável teve comportamento irregular com relação ao crescimento secundário da planta. Para o número de perfilhos (Tabela 3 e Figura 3) houve uma queda na quantidade ao longo do tempo, levando em consideração que a planta tornou-se mais velha, diminuindo os recursos para a produção de novos perfilhos. Os

únicos meses que diferiram de janeiro foram os meses de novembro e dezembro, com as menores quantidades de perfilhos, meses estes com precipitação baixa e temperatura, radiação e fotoperíodo mais altos. Com relação ao DC, janeiro, março, maio e novembro, diferiram de setembro sendo este o mês de maior diâmetro, demonstrando irregularidade ao longo do ano (Tabela 3 e Figura 3).

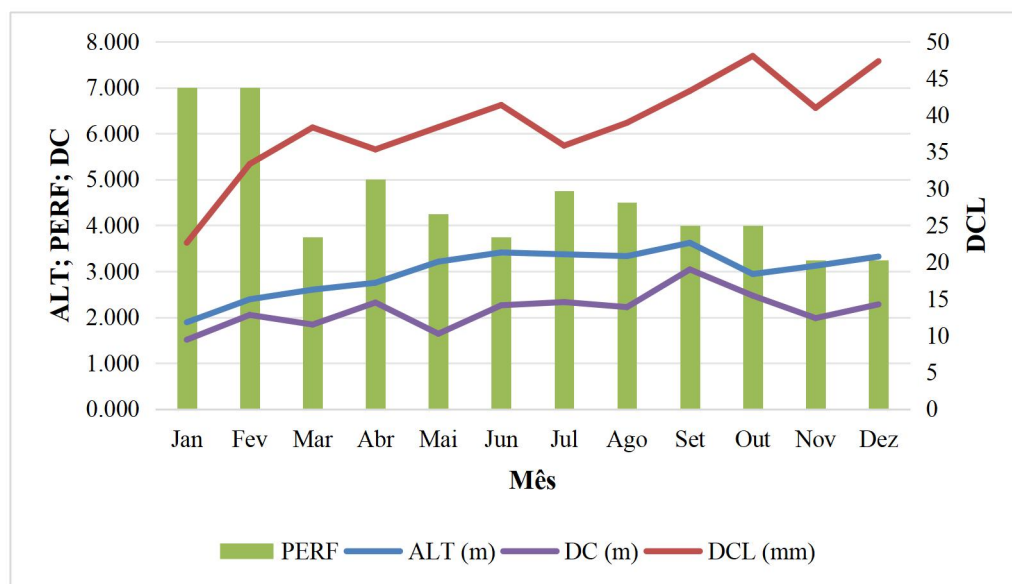


Figura 3. Média do número de perfilhos (PERF), da altura (ALT), do diâmetro da copa (DC) e do diâmetro do caule (DCL) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. ao longo de janeiro a dezembro de 2024, cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil.

A MSF foi menor em outubro, diferindo significativamente de abril e maio quando teve precipitação e umidade elevadas, indicando que a colheita da planta visando a aquisição das folhas nesta época poderá levar à maior produção. Já a MSC foi maior em setembro, diferindo de janeiro e fevereiro época em que precipitação, temperatura e radiação estavam elevadas. A MST seguiu o mesmo padrão da MSC, entretanto, em setembro foi maior, diferindo do mês de janeiro, quando teve a menor média. A MSFL praticamente não existiu no início do ano, pois a planta ainda estava em adaptação, porém seu menor valor foi em outubro, mês este em que nas análises não foram observadas flores na planta e, consequentemente, diferiu significativamente dos meses de maior ocorrência, que foi setembro e novembro podendo supor que a falta de flor foi devido à ontogenia da planta e não a questões ambientais (Tabela 3 e Figura 4).

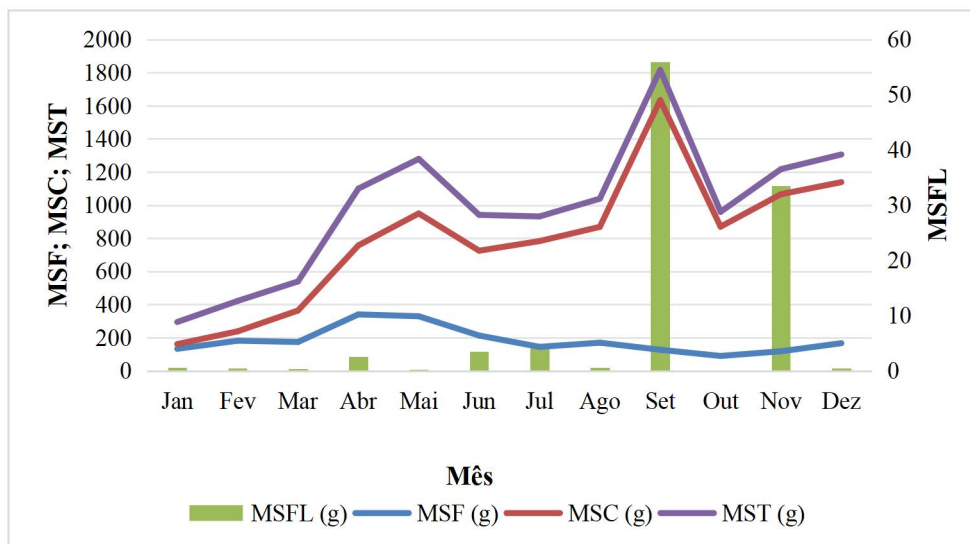


Figura 4. Média da massa seca da flor (MSFL), massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca total (MST) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. de janeiro a dezembro de 2024, cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil.

A AFT e o ROP também apresentaram o mesmo padrão ao longo do ano (Tabela 3 e Figura 5). A AFT foi menor no mês de outubro e diferiu dos meses que obtiveram maiores áreas, que foi abril e maio quando a precipitação e umidade estavam moderadamente altos. O ROP teve seu maior valor em abril, diferindo do menor valor também no mês de outubro, semelhante às condições de MSF, demonstrando que a espécie tem melhor produção nestas condições, com maior biomassa e consequentemente maior rendimento por planta, já que o teor de óleo não apresentou diferença significativa, tornando o ROP dependente da MSF que é de onde o óleo é extraído.

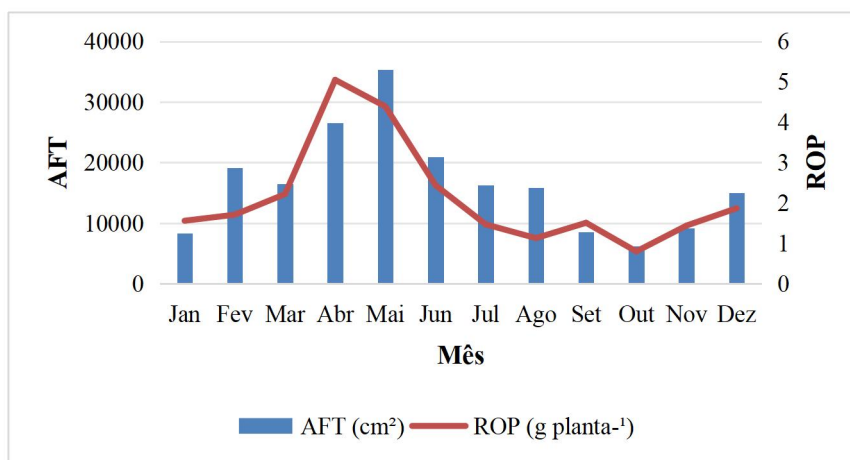


Figura 5. Média da área foliar total (AFT) e do rendimento de óleo por planta (ROP) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. ao longo de janeiro a dezembro de 2024, cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Para os teores de óleo essencial obtidos o maior encontrado foi em abril, com 1,58% e o menor em agosto com 0,7%, entretanto, não foram encontradas diferenças significativas entre os meses, demonstrando que a espécie manteve constância na síntese/degradação desses compostos em seus tecidos no período avaliado.

A análise de correlação entre os parâmetros de crescimento e produção com os fatores ambientais identificaram correlações significativas para temperatura, radiação e altura; umidade e massa seca da folha e área foliar total; precipitação e diâmetro do caule, número de perfilhos, massa seca do caule e massa seca total; e fotoperíodo e área foliar total (Figura 6).

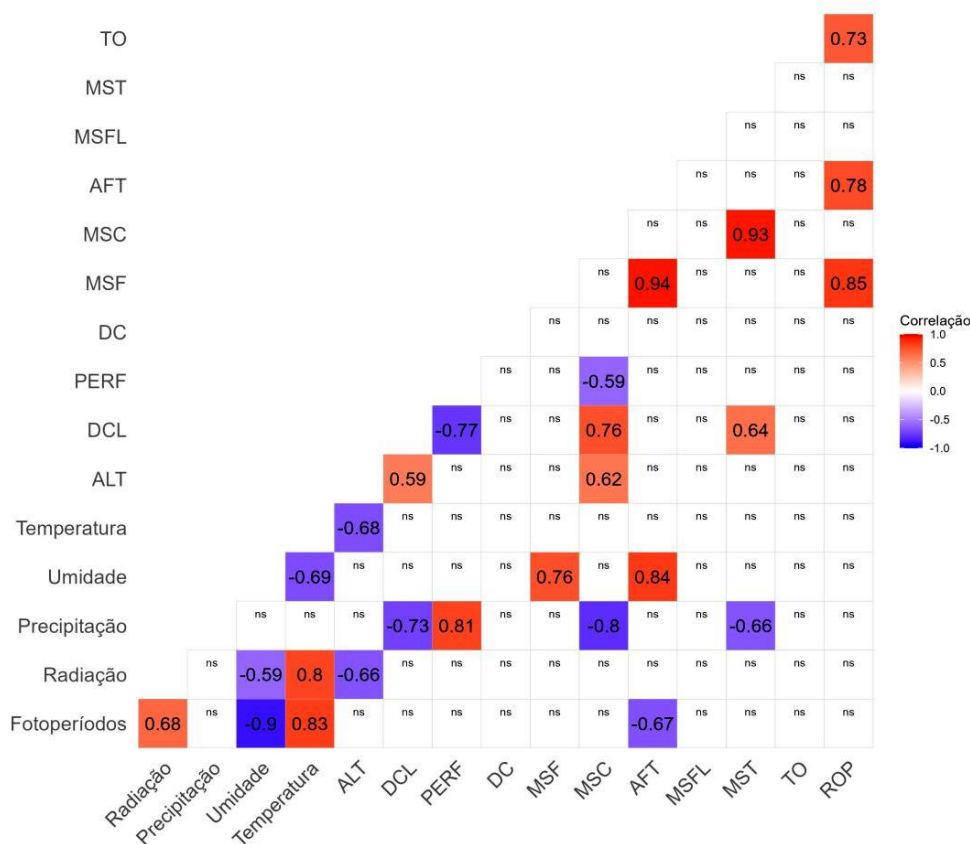


Figura 6. Coeficientes de correlação de *Spearman* entre as variáveis climáticas e as variáveis, área foliar total (AFT), altura (ALT) (m), diâmetro do caule (DCL) (mm), número de perfilhos (PERF), diâmetro da copa (DC) (m), massa seca das folhas (MSF) (g), massa seca do caule (MSC) (g), massa seca da flor (MSFL) (g), massa seca total (MST) (g), teor de óleo essencial (TO) (%) e rendimento de óleo essencial por planta (ROP) (g planta⁻¹) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024. ns = correlação não significativa (p>0,05).

A ALT apresentou correlação negativa com radiação e temperatura (Figura 6 e Figura 7). A temperatura e radiação são determinantes no crescimento da planta, podendo limitá-lo caso seja oferecida de forma excessiva ou inferior, sendo que no caso da primeira pode causar inibição da fotossíntese e aumento da respiração, além de ser um mecanismo de defesa para diminuir a transpiração em caso de alta temperatura e radiação, e o contrário também ocorre, devido ao alongamento do caule em busca de radiação (Àvila; Barbosa, 2019; Taiz *et al.*, 2021). Neste contexto, Amaral *et al.* (2019) identificaram que para a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) as condições de menor temperatura e radiação favorecem o acúmulo de fitomassa. Àvila e Barbosa (2019), estudando o crescimento da pimenta-biquinho, uma variedade da espécie *Capsicum chinense* Jacq., identificaram que em condições de maior irradiância, houve um decréscimo no crescimento, e o contrário também ocorreu. E Souza *et al.* (2024) em estudo com o girassol (*Helianthus annuus* L.), observaram menor crescimento em plantas a pleno sol. O mesmo foi encontrado por Yokota e Souza (2023) que identificaram que o manjerição (*Ocimum basilicum* L.) apresentou maior fitomassa em condições de menor temperatura e radiação.

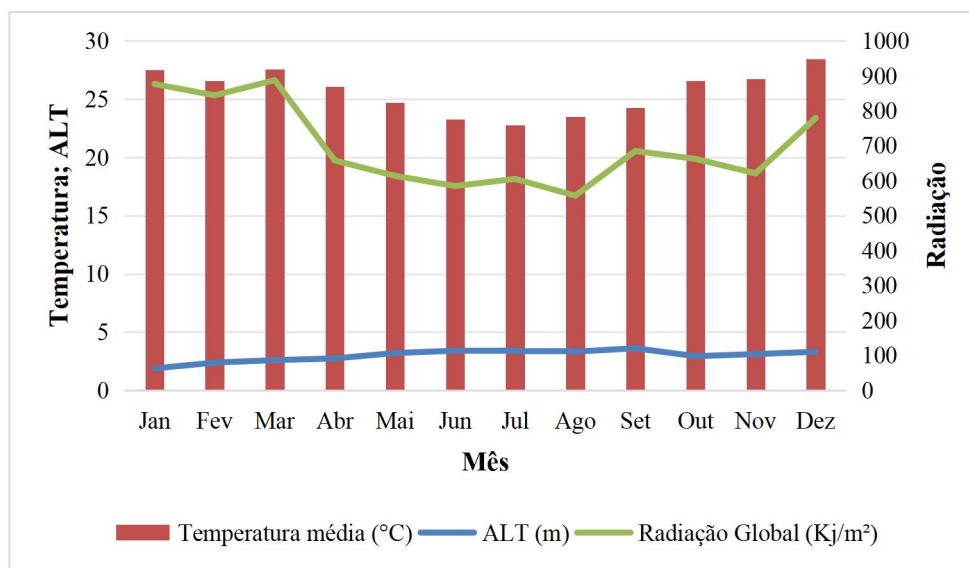


Figura 7. Relação entre a temperatura (°C) e radiação global (Kj m⁻²) com a altura (ALT) (m) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de um ano.

Para o DCL, a MSC e a MST houve uma correlação negativa com a precipitação, podendo ser observada na Figura 6 e Figura 8. Isto pode ocorrer, pois, ao aumentar a disponibilidade hídrica, a planta não tem necessidade de investir em crescimento do caule espesso e lignificado para resistir à falta de água, desta forma, a mesma direciona seus recursos

para outras áreas, priorizando desta forma o crescimento primário, biomassa foliar e obtendo assim caules mais leves (Taiz *et al.*, 2021). Assim, Fernandes *et al.* (2019), em estudo com a rúcula (*Eruca sativa*), identificaram que com o aumento da disponibilidade de água, o diâmetro do caule diminuiu.

Já para a MST esta correlação pode parecer contraintuitiva, já que a água é essencial para o crescimento vegetal, entretanto, ao diminuir a massa do caule e investir em biomassa foliar, consequentemente a planta torna-se mais leve em sua totalidade, pois o caule é a parte mais pesada da planta.

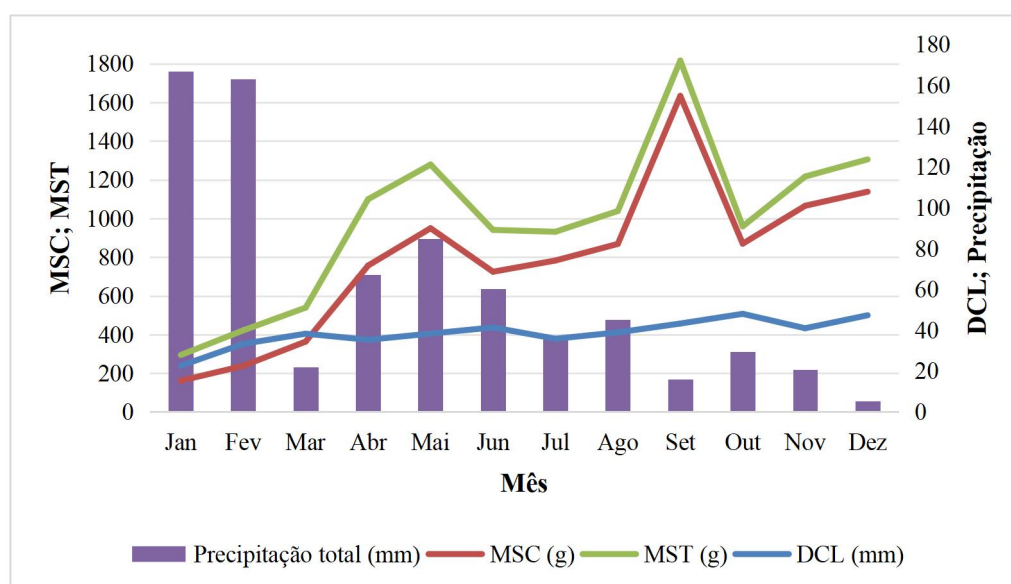


Figura 8. Relação entre a precipitação total (mm) e diâmetro do caule (DCL) (mm), massa seca do caule (MSC) (g) e massa seca total (MST) (g) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.

O PERF apresentou correlação positiva com a precipitação (Figura 6 e Figura 9). Pode-se dizer que a água é extremamente importante nos processos fisiológicos, sendo responsável também pelo processo de absorção e transporte de nutrientes (Moraes Campos; Santos; Nacarath, 2021). Se há restrição na disponibilidade hídrica, isto pode afetar a fotossíntese, causando modificações tanto fisiológicas quanto morfológicas, assim como menor pressão de turgor nas células, levando ao retardo do alongamento celular e consequentemente do crescimento da planta, perfilhamento do caule e produção de biomassa total (Taiz *et al.*, 2021). Em estudo realizado por Graças e Chaves Filho (2018) avaliando a espécie *Sterculia striata* A.St.-Hil. & Naudin, identificaram que a disponibilidade hídrica influencia significativamente no crescimento da

planta, pois quando a água está em condições ideais no solo, isto gera uma pressão nas paredes das células túrgidas e consequentemente a expansão celular (Tenhaken, 2015), já Solimões *et al.* (2022) em seu estudo, identificaram que o déficit hídrico diminuiu o crescimento do cafeeiro. Estes fatos podem explicar a relação entre a precipitação e a quantidade de perfilhos.

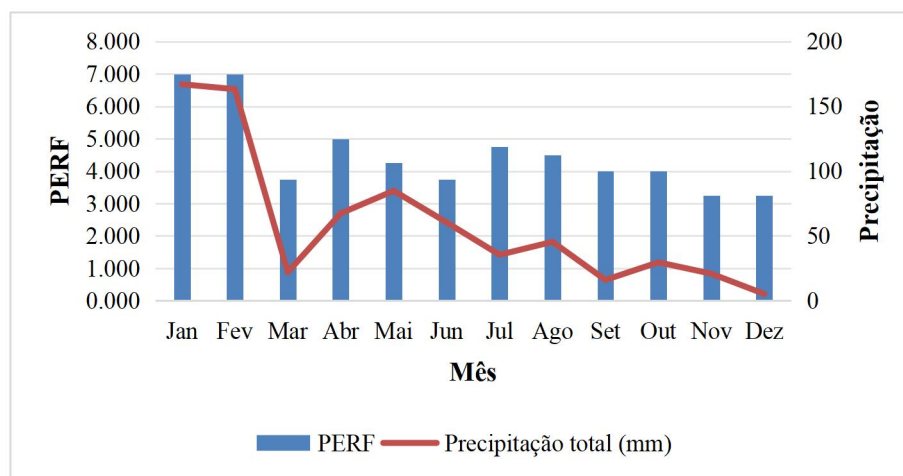


Figura 9. Relação entre a precipitação (mm) e o número de perfilhos (PERF) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.

A MSF apresentou correlação positiva com a umidade relativa do ar (Figura 6 e Figura 10). A umidade é extremamente importante para o desenvolvimento da planta, pois influencia principalmente na abertura e fechamento dos estômatos e consequentemente na fotossíntese e produção de biomassa (Taiz *et al.*, 2021).

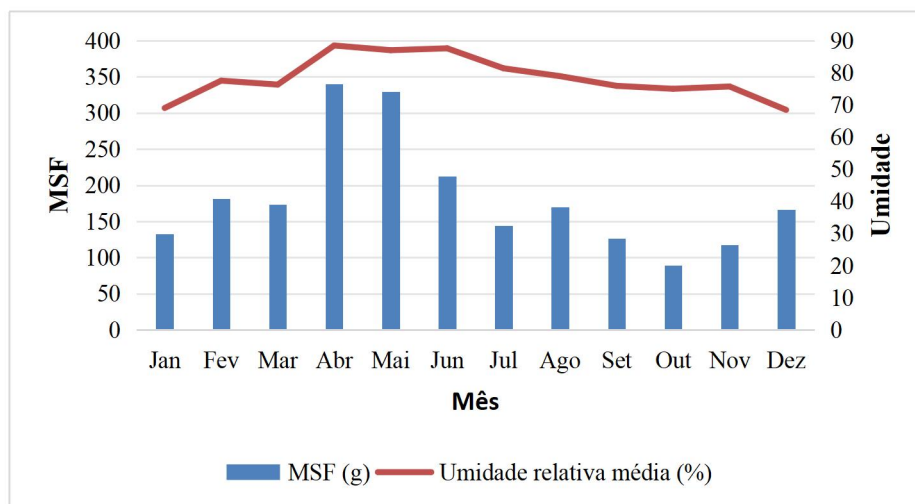


Figura 10. Relação entre a umidade relativa do ar (%) e massa seca das folhas (MSF) (g), da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.

A AFT (Figura 6 e Figura 11) correlacionou negativamente com o fotoperíodo e positivamente com a umidade. Isto pode ter ocorrido, pois as plantas apresentam um mecanismo de sobrevivência que induz a produção de folhas maiores, em condições de baixa luminosidade, para captar o máximo de luz possível levando em consideração que a luz é extremamente importante nos processos da fotossíntese (Souza *et al.*, 2017; Ren; Weraduwege; Sharkey, 2019). Resultados semelhantes foram encontrados por Vicente *et al.* (2022) e Tribuzy *et al.* (2023) que observaram em seus estudos que as plantas apresentaram maior área foliar quando cultivadas à sombra. Assim, fotoperíodos menores podem favorecer o crescimento da planta e a sua expansão foliar, em busca de uma melhor eficiência fotossintética (Park; Runkle, 2017). Já com relação a umidade, quando a mesma está em condições ótimas, a planta não tem necessidade de conter a transpiração, podendo aumentar a sua área foliar e manter as células expandidas, além de obter reservas nestas condições (Taiz *et al.* 2021).

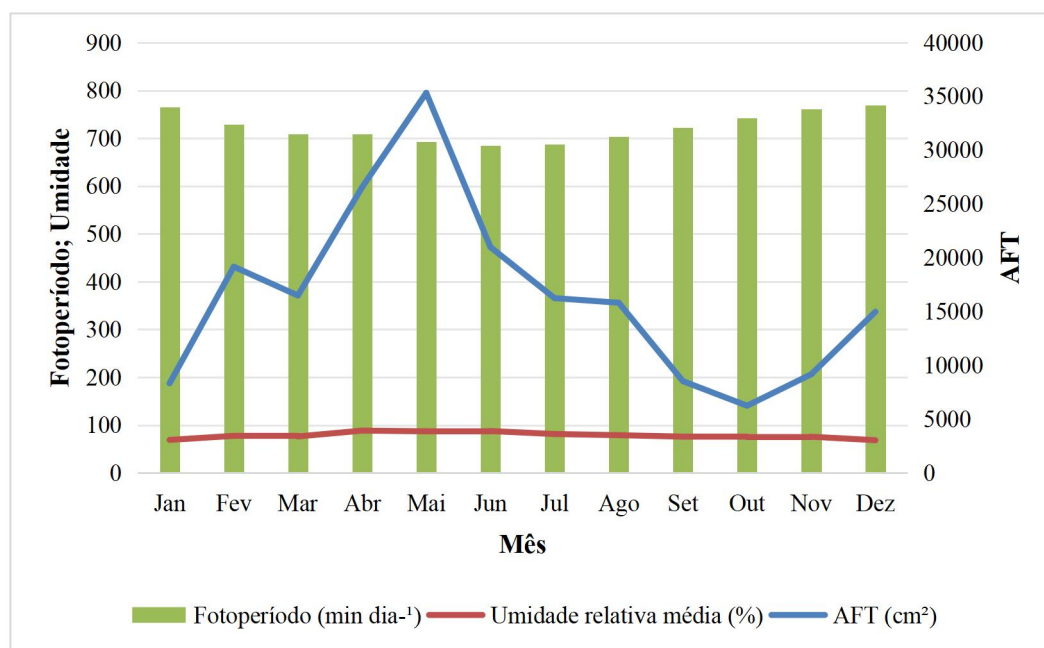


Figura 11. Correlação entre o fotoperíodo (min dia⁻¹) e umidade relativa (%) com a área foliar total (AFT) (cm²) da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham. cultivada nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil, no período de janeiro a dezembro de 2024.

Para as demais variáveis de crescimento e produção da planta não foram obtidas correlações significativas com os fatores ambientais ($p < 0,05$). Não foram observadas, portanto, correlações significativas entre o teor e o rendimento de óleo por planta e os fatores ambientais,

sendo este um ponto positivo para o cultivo das espécies aromáticas, pois o óleo essencial é o principal produto, sugerindo que as condições ambientais não influenciaram na produção, possibilitando a exploração independente da época. Entretanto, vale salientar que o rendimento de óleo depende da massa seca das folhas, logo, como não houve diferença significativa no teor de óleo e nem correlação, deve-se colher nas épocas de maior produção de massa seca da folha, para obter maior rendimento de óleo por planta consequentemente.

Pode-se dizer, portanto, que os fatores ambientais influenciam no crescimento e produção das plantas (Hounsou; Sonibare; Elufioye, 2024), assim, a capacidade das plantas de ajustar suas características morfológicas e fisiológicas, conforme as condições ambientais, pode melhorar suas chances de sobrevivência e promover o crescimento em resposta a variações ambientais (Carrijo *et al.*, 2021).

Desta forma, a análise dos dados ambientais e de crescimento de *L. lasiocalycina* demonstra influência significativa das variáveis ambientais no seu crescimento, e que a espécie apresenta significativa plasticidade fenotípica, adaptando-se às variações climáticas ao longo dos meses. Esses achados destacam a capacidade adaptativa da planta e sugerem que a extração de óleo essencial pode ser realizada com eficiência ao longo do ano nas condições em que foram conduzidos os estudos. Este estudo fornece informações valiosas sobre a ecologia e o manejo de *L. lasiocalycina*, contribuindo para a otimização do cultivo e produção de óleo essencial da espécie. As pesquisas futuras devem aprofundar o conhecimento sobre a relação entre a espécie e o ambiente, buscando aprimorar as práticas agrícolas e garantir a sustentabilidade da espécie e sua domesticação.

3.4 CONCLUSÃO

Os fatores ambientais afetam o crescimento de *Lippia lasiocalycina* Cham., porém o teor de óleo essencial não foi afetado pelas variações climáticas no período de janeiro a dezembro de 2024 nas condições de Feira de Santana, Bahia, Brasil. Com isso, há possibilidade de produção regular da espécie ao longo do ano, possibilitando a sua exploração comercial sustentável. Esses achados são fundamentais para o desenvolvimento de estratégias de cultivo que maximizem a produtividade sem comprometer a conservação da espécie, garantindo sua viabilidade econômica e ecológica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W. S. *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Lippia lasiocalycina* Cham.(Verbenaceae). **Industrial Crops and Products**, v. 125, p. 236-240, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.09.007>.
- AMARAL, M. A. C. M. *et al.* Temperatura base e taxa de crescimento de oito variedades de cana-de-açúcar. **Revista Geama**, v. 5, n. 1, p. 21-29, 2019.
- ÁVILA, M. S. N.; BARBOSA, J. M.. Análise de crescimento de pimenta-biquinho em diferentes níveis de radiação solar. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 31985-31997, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-279>.
- BISPO, L. P. *et al.* **Bioatividade de óleos essenciais de espécies aromáticas no controle de *Ceratitis capitata* (wied.) e *Anastrepha fraterculus* (wied.) (diptera: tephritidae).** 2019. 99 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2019. Disponível em: http://www.rgv.uefs.br/arquivos/File/Downloads/teses_e_dissertacoes/tese_rgv_luma_passos_ver_sao_provisoria_final.pdf. Acesso em: 12 abr 2023.
- BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. O mercado de óleos essenciais no brasil e no mundo na última década. **Química Nova**, v. 45, p. 949-958, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170889>.
- CARRIJO, J. N. *et al.* Functional traits as indicators of ecological strategies of savanna woody species under contrasting substrate conditions. **Flora**, v. 284, p. 151925, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2021.151925>.
- CNCFlora. Verbenaceae. 2025. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha/VERBENACEAE>. Acesso em: 2 jan 2025
- FEIJÓ, E. V. R. S. *et al.* Genetic diversity of *Lippia origanoides* Kunth based in morpho-agronomic descriptors and chemical variability of the essential oils. **South African Journal of Botany**, v. 169, p. 350-360, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.04.033>.
- FERNANDES, J. N. V. *et al.* **Efeito da elevação do lençol freático no diâmetro do caule e no teor de água na rúcula.** V INOVAGRI International Meeting, 2019. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://icolibri.com.br/2019/public/anais/TC0140390.pdf. Acesso em: 30 jan 2025
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada às ciências agrárias.** Viçosa: UFV, 2018. 588p.
- GONZAGA, M. L.; OLIVEIRA, L. M.; FEIJÓ, E. V. R. S. Conservação e domesticação de

Lippia Linn. (Verbenaceae): a contribuição da Universidade Estadual de Feira de Santana. **Revista RG News**, 8 (2), 2022.

GRAÇAS, J. P.; CHAVES FILHO, J. T. O fotoperíodo e a giberelina estimulam o crescimento de *Sterculia striata* após a dormência vegetativa. **Agropecuária Técnica**, [S. l.], v. 39, n. 3, p. 228–237, 2018. Disponível em: DOI: 10.25066/agrotec.v39i3.42128.

HOUNSOU, E. K.; SONIBARE, M. A.; ELUFIOYE, T. Ol.. Climate change and the future of medicinal plants research. **Bioactive Compounds in Health and Disease-Online ISSN: 2574-0334; Print ISSN: 2769-2426**, v. 7, n. 3, p. 152-169, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.31989/bchd.v7i3.1310>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil em síntese. Rio de Janeiro. IBGE, 2025. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em: 06 fev 2025.

MORAES CAMPOS, A. J.; SANTOS, S. M.; NACARATH, I. R. F. F. Estresse hídrico em plantas: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e311101523155-e311101523155, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.23155>.

PARK, Y.; RUNKLE, E. S. Far-red radiation promotes growth of seedlings by increasing leaf expansion and whole-plant net assimilation. **Environmental and Experimental Botany**, v. 136, p. 41-49, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.12.013>.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba, SP: FEALQ. 2002. 309p.

REN, T.; WERADUWAGE, S. M.; SHARKEY, T. D. Prospects for enhancing leaf photosynthetic capacity by manipulating mesophyll cell morphology. **Journal of Experimental Botany**, v. 70, n. 4, p. 1153-1165, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jxb/ery448>.

SALES, R. P. *et al.* **Ecogeografia e desempenho agrônômico de *Lippia insignis* Moldenke em três sistemas de cultivo**. 2020. 67 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2020. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/1391>. Acesso em: 11 nov 2022.

SALIMENA, F.R.G.; CARDOSO, P.H. *Lippia*. In: Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15176>. Acesso em: 12 abr 2023.

SILVA JÚNIOR, M. M. *et al.* Condições ambientais e horário da coleta influenciam na produção do óleo essencial das folhas de *Lippia sidoides* no litoral cearense. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, p. e64111738901-e64111738901, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i17.38901>.

SOBRINHO, C. A. *et al.* Perfil sanitário e tratamento de sementes de feijão-caupi com óleo essencial de *Lippia lasiocalycina* Cham. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, p. e19212240182-e19212240182, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i2.40182>.

SOLIMÕES, F. C. R.. **Crescimento vegetativo sazonal de *Coffea canephora* associado a dois manejos hídricos na Amazônia Sul-Ocidental**. 2022. 34 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara (AM), 2022. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9206>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SORO, L. C. *et al.* Influence of geography, seasons and pedology on chemical composition and anti-inflammatory activities of essential oils from *Lippia multiflora* Mold leaves. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 194, p. 587–594, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.10.047>.

SOUZA, C. M. *et al.* Crescimento inicial de plantas de girassol cultivadas sob ambientes de luz. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 10, n. 1, p. 3-12, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.21674/2448-0479.101.3-12>.

SOUZA, J. P. *et al.* Shading effects on leaf life span and functional traits in the widespread species *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 39, n. 1, p. 113-122, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v39i1.33400>.

TAIZ, L. *et al.* Fundamentos de fisiologia vegetal. 6 ed. Porto Alegre: Artimed, 2021.1302p.

TENHAKEN, R. Cell wall remodeling under abiotic stress. **Frontiers in plant science**, v. 5, p. 771, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00771>.

TRIBUZY, A. S. *et al.* Influência dos diferentes níveis de luminosidade sobre o crescimento inicial de plantas de *Myrocarpus frondosus* Allemão (FABACEAE). **Revista Contemporânea, [S. l.]**, v. 3, n. 10, p. 17533–17553, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.56083/RCV3N10-049>.

VICENTE, C. P. **Plasticidade fenotípica de quatro espécies arbóreas na alocação de biomassa e de características funcionais foliares em resposta a diferentes condições ambientais**. 2022. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16503>. Acesso em: 10 jul 2024.

YOKOTA, L. H. T.; SOUZA, J. R. P. Influência da variação sazonal na produção de fitomassa em cultivares de manjeriço. **Científica**, v. 51, p. 1-7, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5016/1984-5529.2023.v51.1398>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo fornecem informações fundamentais para o manejo e cultivo sustentável de *Lippia lasiocalycina* Cham., destacando que a espécie adapta-se bem ao cultivo e tem ampla adaptabilidade a diferentes condições ambientais, mantendo-se, frente a variações climáticas. A estabilidade na produção de óleo essencial, independentemente dos fatores ambientais avaliados, aliada à sincronia foliar, reforça o potencial da espécie para exploração econômica contínua ao longo do ano. Essa característica é especialmente relevante para a indústria de óleos essenciais, garantindo previsibilidade e viabilidade produtiva.

Além disso, a compreensão das interações entre os fatores ambientais e a fenologia e crescimento da espécie permite otimizar estratégias de cultivo e colheita, potencializando a produtividade sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas naturais. A influência do fotoperíodo, umidade e precipitação em parâmetros como área foliar e massa seca das folhas indica períodos estratégicos para o manejo adequado, visando maximizar a extração de biomassa e óleo essencial.

Por fim, este estudo contribui significativamente para a conservação e domesticação de *L. lasiocalycina*, incentivando pesquisas futuras sobre seu potencial agrícola e comercial. A compreensão detalhada de sua ecogeografia, fenologia, crescimento, produção e resposta ambiental pode embasar novas abordagens de cultivo, garantindo não apenas a preservação da espécie, mas, também, sua utilização de forma sustentável e economicamente viável.

APÊNDICE A – Locais de ocorrência da espécie *Lippia lasiocalycina* Cham., e as suas respectivas características edafoclimáticas.

Número (NUM); Estado (EST); Município (MUN); Latitude (LAT); Longitude (LONG); Grupo (GP); Classificação de Köppen-Geiger (KG); Descrição (DESC); Ordem (ORD); Grande Grupo (GG); Temperatura (T); Precipitação (P); Bioma; Altitude (ALT); Umidade relativa (UR).

NUM	EST	MUN	LAT	LONG	CLIMA			SOLO		T (C°)	P (mm)	BIOMA	ALT (m)	UR (%)
					GP	KG	DESC	ORD	GG					
1	Bahia	Abaira	-13.609722	-41.614167	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	21,01	809	Caatinga	557	70
2	São Paulo	Águas de Santa Bárbara	-22.881517	-49.242645	Quente e Temperado	Cfa	Precipitação é ao longo de todo o ano, e mesmo o seu mês mais árido registra quantidade considerável de precipitação.	Latossolo Vermelho	Distrófico	21	1437	Cerrado / Mata Atlântica	557	72
3	Mato Grosso do Sul	Alcinópolis	-18.147777	-53.679444	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Neossolo Quartzarênico	Distrófico	24,90	1201	Cerrado	616	64
4	Goiás	Anápolis	-16.331871	-48.914090	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	22,40	1586	Cerrado	1032	63
5	Mato Grosso do Sul	Aquidauana	-20.146624	-56.081449	Tropical	Am	A precipitação ocorre durante a maioria dos meses do ano. O breve período de aridez não exerce uma influência digna de nota nas condições climáticas gerais.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	25,60	1563	Cerrado	138	66
6	Bahia	Araci	-11.209167	-39.201389	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano.	Planossolo Háptico	Eutrófico	24,10	478	Caatinga	384	67

Continua

Continuação

7	São Paulo	Assis	-22.601667	-50.427222	Tropical	Am	A precipitação ocorre durante a maioria dos meses do ano. O breve período de aridez não exerce uma influência digna de nota nas condições climáticas gerais.	Latossolo Vermelho	Distrófico	22,20	1502	Mata Atlântica	517	70
8	São Paulo	Avanhandava	-21.357781	-49.898576	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	23,60	1372	Mata Atlântica	401	67
9	São Paulo	Avaré	-23.09000	-48.919998	Quente e Temperado	Cfa	A precipitação ocorre durante a maioria dos meses do ano. O breve período de aridez não exerce uma influência digna de nota nas condições climáticas gerais.	Latossolo Vermelho	Distrófico	20,40	1350	Cerrado / Mata Atlântica	799	74
10	Mato Grosso	Barra do Garças	-14.699449	-52.250114	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Neossolo Quartzarênico	Distrófico	26	1503	Cerrado	303	63
11	São Paulo	Bauru	-22.307524	-49.023252	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	22,30	1357	Cerrado / Mata Atlântica	506	69
12	Piauí	Bela Vista do Piauí	-7.974012	-41.990453	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	27,60	672	Caatinga	298	53
13	Bahia	Belo Campo	-14.987661	-41.320695	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano.	Latossolo Amarelo	Distrófico	22,70	489	Mata Atlântica	582	64
14	Minas Gerais	Boa Esperança	-21.09000	-45.565799	Quente e Temperado	Cwa	Quantidade de precipitação durante os verões ultrapassa a dos invernos.	Latossolo Vermelho	Distrófico	20,8	1326	Cerrado / Mata Atlântica	780	71

Continua

Continuação

15	Minas Gerais	Bocaiúva	-17.166111	-43.844722	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	23	1029	Cerrado	734	62
16	São Paulo	Botucatu	-22.879999	-48.439998	Quente e Temperado	Cfa	A precipitação ocorre durante a maioria dos meses do ano. O breve período de aridez não exerce uma influência digna de nota nas condições climáticas gerais.	Latossolo Vermelho	Distrófico	20,50	1696	Cerrado / Mata Atlântica	772	73
17	Bahia	Brumado	-14.220000	-41.470000	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Latossolo Vermelho	Distrófico	24,10	527	Caatinga	525	60
18	Minas Gerais	Buenópolis	-17.925098	-44.149392	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	21,90	938	Cerrado	771	64
19	São Paulo	Cabrália Paulista	-22.450000	-49.330001	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	21,80	1359	Cerrado / Mata Atlântica	502	70
20	Mato Grosso	Cáceres	-16.0708	-57.6789	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	26,60	1158	Cerrado / Mata Atlântica / Pantanal	200	69
21	Goiás	Caiapônia	-16.988981	-51.579145	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Cambissolo Háplico	Distrófico	23,40	1501	Cerrado	750	65
22	São Paulo	Cajuru	-21.270000	-47.299999	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Neossolo Quartzarênico	Distrófico	21,07	1578	Cerrado / Mata Atlântica	765	67

Continua

Continuação

23	São Paulo	Campinas	-22.853433	-47.079761	Ameno e Moderado	Cfa	A precipitação ocorre durante a maioria dos meses do ano. O breve período de aridez não exerce uma influência digna de nota nas condições climáticas gerais.	Latossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	21,30	1462	Mata Atlântica	611	70
24	Minas Gerais	Campo do Meio	-21.116667	-45.833333	Quente e Temperado	Cwa	Quantidade de precipitação durante os Verões ultrapassa a dos Invernos.	Latossolo Vermelho	Distrófico	210	1364	Cerrado / Mata Atlântica	777	72
25	Mato Grosso do Sul	Campo Grande	-20.508194	-54.616201	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	23,50	1573	Cerrado / Caatinga	548	67
26	São Paulo	Casa Branca	-21.770000	-47.080001	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	22	1278	Cerrado / Mata Atlântica	699	66
27	Mato Grosso do Sul	Cassilândia	-19.295833	-52.406111	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	24,10	1507	Cerrado	408	66
28	Santa Cruz/ Bolívia	Chiquitos	-17.485509	-60.473654	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	23,20	1210	Pantanal	311	70
29	Bahia	Conceição do Coité	-11.509166	-39.201388	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Planossolo Háplico	Eutrófico	24,80	513	Caatinga	539	66
30	Mato Grosso do Sul	Corumbá	-18.976106	-56.650545	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Gleissolo Háplico	Eutrófico	26	1206	Pantanal	105	68
31	São Paulo	Cosmorama	-20.477800	-49.777800	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	23,90	1385	Cerrado / Mata Atlântica	517	65

Continua

Continuação

32	Goiás	Cromínia Mun.	-17.328690	-49.380235	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	23,80	1540	Cerrado	717	62
33	Mato Grosso	Cuiabá Mun.	-15.752286	-56.758047	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	26,30	1498	Cerrado	394	68
34	Minas Gerais	Delfinópolis	-20.343900	-46.853900	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	22,10	1702	Cerrado	685	71
35	Minas Gerais	Divinópolis	-20.138900	-44.883899	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	21,40	1400	Cerrado / Mata Atlântica	718	68
36	Goiás	Edéia	-17.647222	-50.083888	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	24,60	1330	Cerrado	514	61
37	Bahia	Feira de Santana	-12.269367	-38.938561	Tropical	Aw	Chove mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	24,50	692	Cerrado / Mata Atlântica	234	75
38	Tocantins	Filadélfia	-7.340931	-47.601571	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Plintossolo Háplico	Distrófico	27,20	1515	Cerrado / Caatinga	443	67
39	Mato Grosso	Garapu	-13.299864	-52.569978	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	26,20	1413	Cerrado / Caatinga / Amazônica	364	66
40	Goiás	Goiânia	-16.678600	-49.253898	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	23,40	1270	Cerrado	761	62
41	Goiás	Goianira	-16.496099	-49.426399	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	23,50	1304	Cerrado	761	63
42	São Paulo	Guzolândia	-20.785463	-50.843962	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	24,50	1305	Mata Atlântica	321	65

Continua

Continuação

43	Ceará	Hidrolândia	-4.408060	-40.437801	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Luvissole Crômico	Eutrófico	27	717	Cerrado / Caatinga	179	61
44	Bahia	Iaçu	-12.767200	-40.211700	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Luvissole Crômico	Distrófico	24,90	445	Caatinga	241	65
45	Bahia	Ibicoara	-13.410599	-41.284698	Quente e Temperado	Cfb	Precipitação é notável ao longo de todo o ano, mesmo o seu mês mais árido registra uma quantidade considerável de precipitação	Neossolo Litólico	Distrófico	20,10	1037	Caatinga	1021	74
46	Pernambuco	Ibimirim	-8.798869	-37.985435	Desértico	BWh	A precipitação é praticamente inexistente durante o ano	Neossolo Quartzarênico	Distrófico	25,50	312	Caatinga	433	58
47	Minas Gerais	Indianópolis	-18.981287	-47.858365	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	22,10	1409	Cerrado / Mata Atlântica	875	68
48	Goiás	Ipameri	-17.721900	-48.159698	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Cambissolo Háplico	Distrófico	22,90	1331	Cerrado	776	63
49	São Paulo	Ipiguá	-20.649999	-49.380001	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	23,60	1465	Mata Atlântica	505	66
50	Piauí	Itainópolis	-7.442075	-41.466700	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Neossolo Litólico	Distrófico	28,30	671	Caatinga	239	52
51	São Paulo	Itapetininga Mun.	-23.590300	-48.049700	Suave e Moderado	Cfa	Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade	Latossolo Vermelho	Distrófico	19,80	1472	Cerrado / Mata Atlântica	664	78
52	São Paulo	Itapira	-22.352200	-46.778294	Quente e Temperado	Cfa	Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	21,50	1448	Mata Atlântica	713	69

Continua

Continuação

53	São Paulo	Itararé	-24.110000	-49.340000	Quente e Temperado	Cfa	Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade	Latossolo Vermelho	Distrófico	19,40	1074	Cerrado / Mata Atlântica	732	75
54	Bahia	Itatim	-12.766667	-39.766667	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Planossolo Háplico	Eutrófico	24,10	464	Caatinga / Mata Atlântica	307	71
55	Bahia	Ituacu	-13.830000	-41.300000	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Amarelo	Distrófico	21,50	967	Caatinga	529	70
56	Minas Gerais	Ituiutaba Mun.	-18.969200	-49.465000	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Nitossolo Vermelho	Eutrófico	24,30	1305	Cerrado / Mata Atlântica	559	63
57	São Paulo	Jaci	-21.866667	-49.566667	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	23,60	1493	Mata Atlântica	520	67
58	Bahia	Jaguarari	-10.216667	-40.216667	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Latossolo Amarelo	Distrófico	22,60	542	Pampa / Mata Atlântica	711	68
59	São Paulo	Jales	-20.260000	-50.540000	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	24,20	1322	Mata Atlântica	475	65
60	Minas Gerais	Januária	-15.500000	-44.500000	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Cambissolo Háplico	Eutrófico	25,60	762	Cerrado / Caatinga	598	55
61	Goiás	Jataí	-17.923055	-51.717222	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	23,20	1534	Cerrado	668	67

Continua

Continuação

62	Bahia	Jequié	-13.857500	-40.083599	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Luvissole Crômico	Distrófico	23	889	Caatinga / Mata Atlântica	213	76
63	Bahia	Jeremoabo	-10.074999	-38.480800	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Neossolo Litólico	Distrófico	24,60	453	Caatinga	335	69
64	Minas Gerais	João Pinheiro	-17.609328	-46.033946	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	23,60	1165	Cerrado	558	62
65	São Paulo	José Bonifácio	-21.049839	-49.683343	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	23,90	1388	Mata Atlântica	424	66
66	Bahia	Jussiapé	-13.535556	-41.607778	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	22	832	Caatinga	502	66
67	Minas Gerais	Lagamar	-18.178300	-46.807498	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	22,30	1224	Cerrado	800	66
68	São Paulo	Lençóis Paulista	-22.651111	-48.8675	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	21,80	1331	Cerrado / Mata Atlântica	660	70
69	Bahia	Livramento de Nossa Sra.	-13.643099	-41.840599	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Neossolo Litólico	Distrófico	23,30	565	Cerrado / Caatinga	500	62
70	Maranhão	Loreto	-7.3497871	-45.066634	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Neossolo Litólico	Distrófico	27,10	1182	Cerrado	301	63
71	Bahia	Maniaçu	-13.866667	-42.316667	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Amarelo	Distrófico	21,80	829	Caatinga	1033	64
72	Bahia	Paramirim	-13.442500	-42.238899	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	23,30	664	Cerrado / Caatinga	610	61

Continua

Continuação

73	Bahia	Miguel Calmon	-11.428899	-40.595001	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Neossolo Litólico	Distrófico	22,50	757	Caatinga	544	71
74	Bahia	Milagres	-12.849790	-39.850042	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Planossolo Háplico	Eutrófico	23,10	464	Caatinga / Mata Atlântica	364	73
75	São Paulo	Mogi Guaçu	-22.242000	-47.142000	Quente e Moderado	Cfa	Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade	Latossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	21,60	1481	Cerrado / Mata Atlântica	705	70
76	São Paulo	Mogi Mirim	-22.429841	-46.950000	Quente e Moderado	Cfa	Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade	Latossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	21,40	1537	Cerrado / Mata Atlântica	614	69
77	Minas Gerais	Monjolos	-18.325300	-44.119201	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	23,20	1042	Cerrado	568	61
78	Minas Gerais	Monte Azul	-15.154999	-42.874698	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	23,60	793	Cerrado / Caatinga	587	59
79	Minas Gerais	Montes Claros	-16.735000	-43.861698	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	23,10	869	Cerrado / Caatinga	685	59
80	Bahia	Morro do Chapéu	-11.627778	-41.001389	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Latossolo Amarelo	Distrófico	20,70	544	Caatinga	899	69
81	Bahia	Mucugê	-13.308611	-41.601667	Quente e Temperado	Cfb	Precipitação é notável ao longo de todo o ano, mesmo o seu mês mais árido registra uma quantidade considerável de precipitação	Neossolo Litólico	Distrófico	19,70	1017	Caatinga	570	74

Continua

Continuação

82	Goiás	Niquelândia	-14.168056	-48.366389	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Nitossolo Vermelho	Eutrófico	24,60	1417	Cerrado	561	62
83	Mato Grosso	Tangará da Serra	-14.722222	-57.431944	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	24,90	1499	Cerrado / Amazônia	488	71
84	Minas Gerais	Nova Ponte	-19.152500	-47.674701	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Nitossolo Vermelho	Eutrófico	21,80	1238	Cerrado	931	67
85	Mato Grosso	Nova Xavantina	-14.630000	-52.230000	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	26,40	1495	Cerrado	349	64
86	Bahia	Oliveira dos Brejinhos	-12.316900	-42.896099	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Latossolo Amarelo	Distrófico	25,20	700	Cerrado / Caatinga	575	52
87	Tocantins	Palmeiropolis	-12.911388	-48.268888	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	25,30	1586	Cerrado	338	63
88	Tocantins	Paraná	-12.963333	-47.520277	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Plintossolo Háplico	Distrófico	26,80	1320	Cerrado	339	91
89	Bahia	Paratinga	-12.903056	-42.908056	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Neossolo Litólico	Distrófico	26,60	569	Cerrado / Caatinga	607	51
90	Minas Gerais	Patrocínio	-18.799756	-46.900021	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Cambissolo Háplico	Distrófico	21,20	1408	Cerrado	965	68

Continua

Continuação

91	Piauí	Paulistana	-8.143610	-41.149700	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Luvissole Crômico	Eutrófico	27	549	Caatinga	359	53
92	São Paulo	Pedregulho	-20.197222	-47.419444	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	21,20	1386	Cerrado / Mata Atlântica	810	66
93	Minas Gerais	Perdizes	-19.352800	-47.292800	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Cambissolo Háplico	Distrófico	20,80	1156	Cerrado	1003	67
94	Pernambuco	Petrolina	-9.398610	-40.500801	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Vertissolo Cromado	Eutrófico	26,60	443	Caatinga	378	54
95	Bahia	Piatã	-13.151900	-41.772800	Quente e Temperado	Cfb	Chove muito mais no verão que no inverno.	Neossolo Litólico	Distrófico	19,70	809	Caatinga	1284	72
96	Piauí	Picos Mun.	-7.069829	-41.519978	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Neossolo Litólico	Distrófico	28,10	686	Caatinga	311	53
97	Minas Gerais	Pimenta	-20.483900	-45.798900	Quente e Temperado	Cfa	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	29	1327	Cerrado	788	70
98	São Paulo	Pirassununga Mun.	-21.932532	-47.370228	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	22	1394	Cerrado / Mata Atlântica	563	69
99	Sergipe	Poço Redondo	-9.805278	-37.684167	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Planossolo Háplico	Eutrófico	25,80	411	Caatinga	180	66

Continua

Continuação

100	Paraguai	Concepción	-22.265833	-57.548888	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	24,30	1618	Cerrado	129	68
101	Minas Gerais	Prata	-19.307222	-48.924166	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	23,50	1253	Cerrado / Caatinga	642	63
102	São Paulo	Promissão	-21.457399	-49.819801	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	23,60	1257	Mata Atlântica	404	67
103	Goiás	Quirinópolis	-18.407222	-50.434166	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	24,30	1531	Mata Atlântica	566	65
104	Bahia	Remanso	-9.621669	-42.081401	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Latossolo Amarelo	Distrófico	26,70	543	Caatinga	401	57
105	Bahia	Rio de Contas	-13.578900	-41.811401	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Neossolo Litólico	Distrófico	22,30	620	Caatinga	1000	64
106	Mato Grosso	Rondonópolis	-16.470800	-54.635601	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Neossolo Quartzarênico	Distrófico	26,10	1436	Cerrado / Pantanal	225	67
107	Bahia	Santa Luz	-11.186372	-39.431873	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Planossolo Háplico	Eutrófico	24,80	489	Cerrado / Caatinga	351	65
108	São Paulo	Santa Maria da Serra	-22.559999	-48.159999	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	22,10	1293	Cerrado / Mata Atlântica	477	72

Continua

Continuação

109	Bahia	Santa Terezinha	-12.727500	-39.569722	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Planossolo Háplico	Eutrófico	23,30	633	Cerrado / Mata Atlântica / Amazônia	249	76
110	Minas Gerais	Santo Hipólito	-18.283333	-44.183333	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	23,90	792	Cerrado	529	59
111	Bahia	São Gabriel	-11.165000	-41.942778	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Cambissolo Háplico	Eutrófico	24,40	495	Pampa / Caatinga	775	57
112	Piauí	São João do Piauí	-8.339166	-42.326944	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Latossolo Amarelo	Distrófico	27,90	695	Caatinga	288	52
113	São Paulo	São José do Rio Preto	-20.817449	-49.432380	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Eutrófico	23,40	1465	Mata Atlântica	497	66
114	Mato Grosso do Sul	Selvíria	-20.361111	-51.407222	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	25	1474	Cerrado / Mata Atlântica	350	68
115	Paraná	Sengés	-24.112800	-49.463600	Quente e Temperado	Cfa	Mesmo o mês mais seco ainda assim tem muita pluviosidade	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	19,60	1297	Cerrado / Mata Atlântica	600	75
116	Piauí	Brejo do Piauí	-8.499777	-42.666637	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Latossolo Amarelo	Distrófico	27,70	698	Caatinga	370	54
117	Bahia	Sobradinho	-9.763889	-40.765556	Desértico	BWh	A precipitação é praticamente inexistente durante o ano	Neossolo Litólico	Eutrófico	26,50	387	Caatinga / Mata Atlântica	460	54

Continua

Conclusão

118	São Paulo	Sorocaba	-23.501700	-47.458100	Ameno e Moderado	Cfa	A precipitação ocorre durante a maioria dos meses do ano. O breve período de aridez não exerce uma influência digna de nota nas condições climáticas gerais.	Argilossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	20,50	1219	Mata Atlântica	590	73
119	Mato Grosso do Sul	Três Lagoas	-20.983333	-51.766667	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	24,70	1340	Cerrado / Mata Atlântica	285	66
120	Minas Gerais	Três Marias	-18.206399	-45.241699	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Cambissolo Háplico	Distrófico	23,70	1041	Cerrado	547	63
121	Minas Gerais	Uberlândia	-19.267778	-47.928889	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	22,30	1342	Cerrado / Mata Atlântica	916	65
122	Minas Gerais	Unai	-16.249824	-46.749967	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Cambissolo Háplico	Distrófico	23,70	1150	Cerrado	625	65
123	Mato Grosso	Vale dos Sonhos	-15.666666	-52.333333	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Neossolo Litólico	Distrófico	26,50	1955	Cerrado	410	63
124	Bahia	Valente	-11.416667	-39.416667	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Planossolo Háplico	Eutrófico	24,90	503	Caatinga	388	65
125	Minas Gerais	Várzea da Palma	-17.598100	-44.730800	Estepe	BSh	A pluviosidade é baixa durante todo o ano	Latossolo Vermelho-Amarelo	Distrófico	24,60	756	Cerrado	521	59
126	Minas Gerais	Vazante	-17.961111	-46.853056	Tropical	Aw	Chove muito mais no verão que no inverno.	Latossolo Vermelho	Distrófico	22,80	1374	Cerrado	688	65

APÊNDICE B - Resumo das análises de variância, ANOVA para medidas repetidas e *Friedman-test*

Soma de quadrados (SQ); Graus de liberdade (GL); Quadrado médio (MQ); *F-value* (F); Chi-Quadrado (X^2); Área foliar total (AFT) (cm²); Altura (ALT) (m); Diâmetro do caule (DCL) (mm); Número de perfilhos (PERF); Diâmetro da copa (DC) (m); Massa seca das folhas (MSF) (g); Massa seca do caule (MSC) (g); Massa seca da flor (MSFL) (g); Massa seca total (MST) (g); Teor de óleo essencial (TO) (%); Rendimento de óleo essencial por planta (ROP).

ANOVA para medidas repetidas

	SQ	GL	MQ	F	p-value
ALT	11,109	11	1,0099	5,0098	0,0001
DCL	2007,8	11	182,53	3,5917	0,001762
DC	7,1539	11	0,6504	6,623	0,002
TO	2,197	11	0,1997	1,1582	0,3517

Nemeny-Test

	χ^2	GL	p-value
AFT	31,808	11	0,0008
PERF	19,337	11	0,05531
MSF	23,962	11	0,0129
MSC	26,231	11	0,006
MST	23,615	11	0,0145
MSFL	30,636	11	0,0013
ROP	19,077	11	0,0597

ANEXO A - Análise química e física do solo

Tabela 1. Análise química do solo da área em que o experimento foi executado, na Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia.

	MACRO												MICRO				
	Mg dm ⁻³		Cmolc dm ⁻³								%		Mg dm ⁻³				
PH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	S	CTC	V	M.O	Zn	Fe	Mn	Cu	B
6,0	30	60	5,0	3,9	1,1	0,0	1,30	0,10	5,25	6,59	79,68	1,23	1,3	10,2	1,0	0,7	0,5

Tabela 2. Análise física do solo da área em que o experimento foi executado, na Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia.

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (g kg ⁻¹) DISPERSÃO COM NaOH								
AR.MUITO GROSSA	AREIA GROSSA	AREIA MEDIA	AREIA FINA	AR. MUITO FINA	AREIA TOTAL	SILTE	ARGILA	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL
25	189	216	150	80	660	85	288	FRANCO ARGILO ARENOSO