UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO – DEDC – CAMPUS VIII
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

THAIS TEIXEIRA HORA

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, NÍVEIS DE INFESTAÇÕES E FENOLOGIA DAS GALHAS INDUZIDAS EM *Croton heliotropiifolius* Kunth (EUPHORBIACEAE) OCORRENTE NA REGIÃO SEMIÁRIDA DA BAHIA

PAULO AFONSO, BA

2022

THAIS TEIXEIRA HORA

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, NÍVEIS DE INFESTAÇÕES E FENOLOGIA DAS GALHAS INDUZIDAS EM *Croton heliotropiifolius* Kunth (EUPHORBIACEAE) OCORRENTE NA REGIÃO SEMIÁRIDA DA BAHIA

Monografia apresentada a Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Educação (DEDC), Campus VIII, como pré-requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof. Dra. Juliana Santos Silva

PAULO AFONSO, BA

2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas da UNEB

T266c Teixeira Hora, Thais

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, NÍVEIS DE INFESTAÇÕES E FENOLOGIA DAS GALHAS INDUZIDAS EM Croton heliotropiifolius Kunth (EUPHORBIACEAE) OCORRENTE NA REGIÃO SEMIÁRIDA DA BAHIA / Thais Teixeira Hora. - Paulo Afonso, 2022.
38 fls : il.

Orientador(a): Juliana Santos Silva.
Inclui Referências
TCC (Graduação - Ciências Biológicas) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Educação. Campus VIII. 2022.

1.Caatinga. 2.Insetos galhadores. 3.Interação inseto-planta. 4.Sincronia fenológica.

CDD: 574

THAIS TEIXEIRA HORA

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, NÍVEIS DE INFESTAÇÕES E FENOLOGIA DAS GALHAS INDUZIDAS EM *Croton heliotropiifolius* Kunth (EUPHORBIACEAE) OCORRENTE NA REGIÃO SEMIÁRIDA DA BAHIA

Monografia apresentada a Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Educação (DEDC), Campus VIII, como pré-requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Data de defesa: 06/12/2022

Banca Examinadora:

Profa.Dra. Juliana Santos Silva

Universidade do Estado da Bahia-UNEB

(Orientadora)

Profa.Dra. Eliane Maria de Souza Nogueira

Universidade do Estado da Bahia-UNEB

(Avaliadora)

Prof. Dr. Fernando Antônio Cavalcante de Mendonça

Universidade do Estado da Bahia-UNEB

(Avaliadores)

PAULO AFONSO, BA

2022

DEDICATÓRIA

A Deus e Nossa Senhora Aparecida.

AGRADECIMENTOS

“Deem graças ao Senhor porque ele é bom; o seu amor dura para sempre”. Salmos 118:1-7. Agradeço a Deus por seu infinito amor, bondade e misericórdia por me guiar e me dar forças para alcançar todos os meus sonhos e objetivos. Gratidão as pessoas que sempre estiveram presentes em minha vida: Minha tia Edite e minha madrinha Maria, sempre acreditaram em mim e não me deixaram desistir mesmo com todas as dificuldades que surgiram ao longo do percurso.

Ao meu noivo, Mardone França por todo incentivo, amor, cuidado e por sempre acreditar em mim até quando eu mesma desacreditei, foi meu maior incentivador vibrando comigo em todas as conquistas e, me acalmando, nos momentos difíceis. Terá para sempre minha gratidão.

Aos amigos que conquistei ao longo dessa jornada; Ellie Pereira, Saynara Viane, Cassia Cardeal, Ana Beatriz, Vitor Santos, Félix Conceição e Jessica Maria por estarem sempre comigo tornando a caminhada mais leve e feliz, e a todos colegas que fizeram parte direta ou indiretamente.

Aos meus amigos de infância que estiveram ao meu lado desde o começo de tudo; Maria Leiliane, Paloma Lima, Jaine Lima, Nadiane Teixeira, Daniela Soares, Bruno Teixeira, Elaine Aquino, Gabriela Soares e Juthai Teixeira que foi meu maior incentivador para iniciar esse sonho e, aos colegas, que sempre torceram e vibraram comigo essa conquista.

A minha família que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos; minhas irmãs Luana Teixeira e Tainara Souza, aos meus avós Pedro Teixeira e Anália de Jesus, meus tios/tias e primos que acompanharam essa caminhada desde o início.

A minha orientadora Dra. Juliana Santos, pela oportunidade e confiança dada a mim com o meu IC, que desde o começo me ajudou e acolheu, me permitindo descobrir algo novo, onde puder obter conhecimento e experiências incríveis, grata por toda

paciência e dedicação para comigo sua leveza e inteligência me motiva a buscar o caminho da ciência. Obrigada por acreditar em mim e nesse trabalho lindo, foi muito gratificante trabalhar ao seu lado.

Aos Professores Eliane Nogueira e Fernando Mendonça, por terem aceitado o convite de fazer parte da banca examinadora, vocês são essenciais para a conclusão desse trabalho. Minha eterna gratidão.

Agradeço a Universidade do Estado da Bahia-UNEB, por todo apoio e aprendizado ao longo dessa trajetória. Aos professores de Biologia por toda ajuda e incentivo, que foram fundamentais para minha formação.

EPÍGRAFE

"A persistência é o caminho do êxito."

Charles Chaplin

RESUMO

Este trabalho objetivou analisar e caracterizar morfologicamente as galhas presentes em *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae) que crescem na Caatinga do povoado de São José (Paulo Afonso, BA), observando o nível de infestação e a fenologia das galhas, visando ampliar o conhecimento sobre a diversidade e a fisiologia das galhas observadas na Bahia. Para tanto foram selecionados 10 indivíduos de *C. heliotropiifolius* que cresce em uma área de caatinga antropizada, considerando os critérios de presença e abundância de galhas, a localização da população, bem como a conservação da vegetação. As galhas foram caracterizadas quanto à cor, indumento, tamanho, formato, número de câmaras e a sua localização na planta hospedeira. O padrão de distribuição e o índice de infestação foram analisados por meio da contagem direta das galhas em cada um dos cinco ramos marcados dos 10 indivíduos *C. heliotropiifolius* e o registro da sua localização quanto à superfície foliar (apical, mediana e basal) e à região da planta (apical mediana basal). O número médio de galhas não diferiu estatisticamente entre as regiões da copa da planta e entre as regiões da folha. Para as análises fenológicas, a população de *Croton heliotropiifolius* foi acompanhada em visitas quinzenais à área, no período de agosto 2021 a agosto de 2022, contabilizando 22 visitas, contando em média 527 galhas. As galhas foliares induzidas por Cecidomyiidae em *C. heliotropiifolius* ocorrem tanto na face adaxial quanto abaxial das folhas na maioria das vezes agrupadas (80%), possuindo apenas uma câmara larval. São globoides, amareladas quando jovens e marrons quando maduras. São induzidas predominantemente na região apical das folhas (55%), mas ocorrem ainda na região mediana (25%) e basal (20%). No entanto, o nível de infestação foi maior na estação chuvosa quando comparada a estação seca, demonstrando que a precipitação influenciou positivamente o índice de infestação. Foi observando um aumento de 50% do número de galhas durante a estação chuvosa. Isso ocorreu devido à queda das folhas durante a estação seca, não sendo possível observar galhas nesse período, o que demonstra o efeito da sazonalidade na população de insetos galhadores. Os dados desse trabalho serão unidos a resultados que vem sendo obtidos em outras regiões da Bahia e farão parte de um estudo mais amplo.

Palavras-chave: Caatinga, insetos galhadores, interação inseto-planta, sincronia fenológica.

ABSTRACT

This work aimed to analyze and morphologically characterize the galls present on Croton heliotropiifolius Kunth (Euphorbiaceae) growing in the Caatinga of São José village (Paulo Afonso, BA), observing the level of infestation and the phenology of the galls, aiming to expand the knowledge on the diversity and physiology of galls observed in Bahia. To this end, 10 individuals of C. heliotropiifolius growing in an area of anthropized caatinga were selected, considering the criteria of presence and abundance of the galls, the location of the population, as well as the conservation of the vegetation. The galls were characterized regarding color, indumentum, size, shape, number of chambers and their location on the host plant. The distribution pattern and infestation index were analyzed by direct counting of the galls on each of five marked branches of 10 C. heliotropiifolius individuals and recording their location as to leaf surface (apical, median and basal) and plant region (apical median basal). The mean number of galls did not differ statistically between plant crown regions and between leaf regions. For phenological analyses, the Croton heliotropiifolius population was monitored in biweekly visits to the area during the period from August 2021 to August 2022, accounting for 22 visits, counting an average of 527 galls. The leaf galls induced by Cecidomyiidae on C. heliotropiifolius occur both on the adaxial and abaxial sides of the leaves, mostly clustered (80%), having only one larval chamber. They are globoid, yellowish when young and brown when mature. They are induced predominantly in the apical region of the leaves (55%), but also occur in the median (25%) and basal (20%) regions. However, the level of infestation was higher in the rainy season when compared to the dry season, demonstrating that precipitation positively influenced the infestation rate. A 50% increase in the number of galls was observed during the rainy season. This occurred due to leaf fall during the dry season, and it was not possible to observe galls during this period, demonstrating the effect of seasonality on the population of galling insects. The data from this study will be combined with results that have been obtained in other regions of Bahia and will be part of a larger study.

Key-words: Caatinga, galling insects, insect-plant interaction, phenological synchrony.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudo localizada no povoado São José. Paulo Afonso- Bahia 18

Figura 2. Observação de campo no período chuvoso 19

Figura 3: Análise microscópica das galhas 20

Figura 4: Galhas foliares induzidas em *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae) em áreas da caatinga da Bahia 25

Figura 5. Galhas foliares induzidas em *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae) em diferentes fases de desenvolvimento observadas em áreas da caatinga da Bahia.... 23

Figura 6: Análise da média de galhas na região da copa de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso (BA) 26

Figura 7: Análise da média de galhas nas folhas de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso-BA 27

Figura 8: Infestação média de galhas nas folhas de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso-BA 29

Figura 9: Infestação média de galhas nas folhas de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso-BA durante a estação seca e chuvosa 29

Figura 10: Ciclo fenológico das galhas de Cecidomyiidae induzidas em folhas de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso-BA, durante o período de 2021 a 2022 30

Figura 11: Temperatura mensal para os anos de 2021 e 2022 30

Figura 12: Precipitação mensal para os anos de 2021 e 2022 31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: População estudada de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso (BA) 19

Tabela 2: Porcentagem do número médio de galhas na região da copa de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso (BA) 26

Tabela 3: Porcentagem do número médio de galhas na região da folha de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo.... 26

Tabela 4: Amostras do índice de infestação durante as estações seca e chuvosa 27

Tabela 5: Estimativa do Índice de infestação nas estações secas e chuvosas 28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12
2. REFERENCIAL TEÓRICO 15
2.1 Galhas em espécies de *Croton* L. ocorrentes na região Nordeste 15
2.2. Distribuição espacial das galhas no órgão hospedeiro 16
3. METODOLOGIA 18
3.1 Área de estudo 18
3.2 Caracterização morfológica das galhas e identificação do indutor 20
3.2 Padrão de distribuição e níveis de infestação 21
3.3 Análises fenológicas 21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 23
4.1 *Galha* 23
4.2 *Indutor* 24
4.3 *Padrão de distribuição e índice de infestação* 24
4.4 *Fenologia das galhas* 28
5. CONSIDERÇÕES FINAIS 32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 33

1. INTRODUÇÃO

As galhas são transformações atípicas dos tecidos vegetais induzidas pelo desenvolvimento de diferentes organismos, principalmente, insetos (FERNANDES *et al.* 1988). A indução de galhas tem sido uma estratégia adaptativa de muitos insetos, como os da ordem Diptera, Hymenoptera e Coleoptera (GONZÁLEZ *et al* 2017).

As interações dos insetos com suas plantas hospedeiras podem ser mutualísticas sendo benéfica para ambos ou podem beneficiar apenas um dos organismos envolvidos sendo denominado de parasitismo (PRICE *et al* 1991). Assim como em todas as relações de parasitismo, os insetos geralmente não são letais em um curto espaço de tempo, porém podem ser suficientemente nocivos ao se alimentar de órgãos vitais da planta hospedeira (BEGON, 2007). Além disso, conseguem alterar padrões morfológicos, fisiológicos e comportamentais dos seus hospedeiros (GONÇALVES *et al* 2005, LACROIX *et al* 2005).

Os insetos indutores de galha são um bom exemplo de parasitas que por causar modificações estimuladas pela alimentação e desenvolvimento da larva do inseto assumem o controle do crescimento e diferenciação celular, ocasionando hiperplasia e/ou hipertrofia das células desses tecidos ou órgãos da planta (DREGERJAUFFRET; SHORTHOUSE 1992; RAMAN 2005), interferindo inclusive nas taxas fotossintéticas e na condutância estomática (LARSON, 1998). Tais alterações garantem às suas larvas um tecido nutricionalmente rico, abrigo contra inimigos naturais e alterações ambientais (PRICE *et al.* 1987). Desse modo, as interações entre o inseto galhador e sua planta hospedeira são consideradas uma das mais complexas, especializadas e sofisticadas interações, envolvendo grande nível de fidelidade devido à relação espécie-específica que esses insetos têm com sua hospedeira (SHORTHOUSE *et al.* 2005). A galha é considerada, portanto, um fenótipo estendido de seu indutor (SCHÖNROGGE *et al.* 2003), já que cada espécie galhadora é responsável por induzir um morfotipo único, ou seja, uma galha com fisiologia e anatomia distintas induzidas por outras espécies de indutores (SHORTHOUSE *et al.* 2005).

Insetos galhadores podem induzir galhas em todos os órgãos vegetais sendo mais abundantes em folhas e menos frequentes em raízes. De acordo com Mani (1964), existe um maior número e variedade de galhas nas partes epígeas das plantas do que nas partes hipógeas. Aproximadamente 70% das galhas da América do Sul são induzidas em

folhas, 20% em ramos e galhos, 7% em botões e apenas 1 a 2% em flores, frutos e raízes. A seleção da planta e órgãos hospedeiros depende comumente da sinalização mecânica e/ou químicos, como pubescência e metabólitos secundários, detectados pelos fitófagos na superfície das plantas. Estas sinalizações possuem grande importância, principalmente, durante os primeiros estágios da escolha da fonte de alimento (SÄDLER 1986, WOODHEAD; CHAPMAN 1986).

A família Euphorbiaceae possui grande importância econômica entre as Eudicotiledôneas, sendo ainda conhecida por hospedar insetos galhadores (GUIMARÃES, 2006). No Brasil, está representada por cerca de 1.000 espécies e 65 gêneros, com elevado grau de endemismo. Nos domínios fitogeográficos brasileiros, apenas no Pampa, não se encontra entre as famílias mais ricas, enquanto nos domínios mais úmidos contribui com 2,2 a 2,4% da diversidade de espécies, nos mais secos de 2,7 a 5%, alcançando a maior diversidade relativa de espécies na Caatinga e absoluta no Cerrado. Entre os gêneros mais ricos em espécie na flora brasileira está *Croton* L. com mais de 300 espécies (BFG, 2021). Sua distribuição é ampla, possuindo representantes em todos os diferentes tipos de vegetação do país. Suas espécies sofrem frequentemente pela ação de insetos galhadores que induzem galhas especialmente em folhas (*e.g.*, *C. echioides* Baill. – BRITO *et al.* 2018; *C. heliotropiifolius* Kunth - OLIVEIRA *et al.* 2010; *C. triangularis* Müll. Arg. – COSTA *et al.* 2014).

Os insetos galhadores são sensíveis a pequenas mudanças fisiológicas, químicas e fenológicas nas plantas hospedeiras (FLOATE *et al.* 1996), podendo desta forma perceber peculiaridades entre hospedeiras co-ocorrentes na mesma região (COOK; GULLAN 2008). O inseto galhador consegue ainda adequar o seu ciclo de vida com o ciclo da planta hospedeira, sendo este um dos fatores importantes nas interações que levam ao desenvolvimento das galhas. Apesar disso são poucos os estudos fenológicos que investigaram a fenologia das plantas hospedeiras com aquela das galhas ocorrentes no Brasil (MAGALHÃES, 2010). Essa situação não diferente na Bahia, onde apenas dois estudos ainda não publicados foram realizados.

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo analisar e caracterizar morfologicamente as galhas presentes em *Croton heliotropiifolius* (Euphorbiaceae) que crescem em uma área de caatinga do povoado de São José (Paulo Afonso, BA), observando o nível de infestação, padrão distribuição e sua relação à fenologia da planta hospedeira, com intuito de verificar se há ou não sincronia fenológica e ampliar o

conhecimento sobre a diversidade e a fisiologia das galhas observadas na Bahia. É esperado que variações nas condições climáticas, como observado na Caatinga, além de afetar a fenologia da planta hospedeira podem alterar o ciclo de vida e a distribuição de insetos galhadores na planta e no órgão galhado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Galhas em espécies de *Croton* L. ocorrentes na região Nordeste

Croton L. é o segundo maior gênero de Euphorbiaceae, com aproximadamente 1.200 espécies distribuídas predominantemente no continente americano. Com cerca de 300 espécies, o Brasil é um dos principais centros de diversidade do gênero, que está representado nos mais variados ambientes e tipos vegetacionais (BERRY *et al.* 2005; CARUZO *et al.* 2022). Espécies de *Croton* já foram registradas como hospedeiras de galhas em diferentes regiões do Nordeste, como por exemplo: *C. triangularis* Müll. Arg. que hospeda galhas foliares induzidas por uma espécie de lepidóptera não identificada em uma área de transição caatinga-cerrado de Caetité (BA) (COSTA *et al.* 2014); *C. echioides* que hospeda galhas foliares induzidas por Cecidomyiidae (Diptera) em ambientes de caatinga de Ibiassucê (BA) (BRITO *et al.* 2018); *C. adamantinus* Müll. Arg., *C. blanchetianus* Baill. e C. *rhamnifolioides* Pax & K. Hoffm, cujas galhas foliares são induzidas por Cecidomyiidae em ambiente de caatinga de Buíque (PE) (SANTOS *et al*. 2011).

As galhas induzidas em espécies de *Croton* são extralaminar ocorrem tanto na face adaxial quanto abaxial, na maioria das vezes agrupadas (80%) ou, mais raramente, isoladas (20%), possuindo apenas uma câmara larval, havendo a presença de tricomas. São globoides, de coloração meio amarelada quando jovens e marrom quando maduras. A maioria delas são induzidas por espécies de Cecidomyiidae, com exceção das galhas de *C. echioides* que são induzidas por Lepidoptera (COSTA *et al*. 2014).

Apesar dos resultados destes estudos demonstrarem a relevância das espécies de *Croton* como hospedeiras de galhas no Nordeste, acredita-se que realização de novos inventários de galhas nessa região, abrangendo áreas não amostradas especialmente da Caatinga, revele um número maior de espécies de *Croton* hospedeiras de galhas e de indutores. De acordo com Cintra et al. (2021), 93% das espécies indutoras de galhas registradas nos inventários da Caatinga ainda não foram descritas.

2.2. Distribuição espacial das galhas no órgão hospedeiro

A busca por padrões de distribuição de insetos galhadores tem sido o objetivo de diferentes estudos nas últimas décadas (FERNANDES; PRICE 1988; BLANCHE; WESTOBY 1996; PRICE *et al.* 1998; OYAMA *et al.* 2003). Estes estudos sugerem que as características naturais, como a estrutura da vegetação e das plantas hospedeiras, podem ter efeitos diretos sobre a riqueza de galhadores (OYAMA *et al.* 2003; CUEVAS REYES *et al.* 2004). Os insetos galhadores podem desenvolver galhas nas diversas partes da planta, tais como folhas, caules, raízes, flores e frutos. Os exemplos de galhas foliares são os mais numerosos e segundo Edwards; Wratten (1981) isso se deve ao fato de que as folhas são órgãos aéreos que ocupam o mesmo ambiente onde ocorre a maioria dos insetos. Além disso, é o órgão que possui a maior área exposta em comparação com os demais, sendo ainda rico em nutrientes como açúcares e nitrogênio devido ao processo fotossintético.

O número maior de galhas na região apical da folha pode ser justificado pela maior exposição ao sol possibilitando modificações na disponibilidade de nutrientes e/ou água alternando assim os balanços hormonais e fisiológicos da planta, o que as torna mais suscetível à ação de organismos galhadores (FERNANDES; PRICE,1992). Latitude, altitude, temperatura e umidade são fatores que fortemente influenciam a diversidade e a distribuição dos agentes galhadores (FERNANDES; PRICE,1988).

Outro padrão observado é que a abundância de galhas não é influenciada pela área foliar, mas sim pela ocorrência de compostos secundários presença de pelos ou tricomas folhas esclerificadas e queratinizadas, matéria orgânica, estado nutricional da planta entre uma série de outros fatores. (ONUF; TEAL,1977; MATTSON,1980; BRENES-ARGUEDAS,2006).

A distribuição das galhas nas plantas pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles a sazonalidade, uma vez que a mesma atuando no regime das chuvas altera a disponibilidade de água e nutrientes no solo, o que acaba afetando o desenvolvimento das plantas (ARAÚJO,2013). Segundo Fleck e Fonseca (2007), a riqueza de galhadores na comunidade é influenciada diretamente pela riqueza, abundância e composição de espécies hospedeiras, que por sua vez são influenciados por aspectos como a latitude e a altitude. O aumento de gradiente atitudinal, por exemplo, afeta inversamente a riqueza de insetos galhadores, como mostrado por alguns estudos (LARA *et al.* 2002). Esses

resultados podem ser explicados por mudanças na distribuição de vegetações escleromórficas ao longo de diferentes altitudes (LARA *et al.* 2002).

Estudos sobre a influência da sazonalidade na distribuição de insetos herbívoros de vida livre são comuns na literatura (KASENENE; ROININEN, 1999; WOLDA, 1988), mas trabalhos que abordam a diversidade de insetos galhadores são escassos (DALBEM; MENDONÇA, 2006; SANTOS-SILVA *et al.* 2022). Algumas pesquisas apontam que flutuações sazonais não interferem na distribuição dos insetos galhadores (FERNANDES *et al.* 1995). Entretanto, resultados recentes sugerem que a estação climática pode ser um fator determinante na riqueza desses insetos (ARAÚJO; SANTOS, 2009; DALBEM; MENDONÇA, 2006; SANTOS-SILVA *et al.* 2022).

Apesar dos padrões de distribuição registrados na literatura, muitos sistemas inseto galhador-planta hospedeira ocorrente no Brasil não foram estudados e o padrão de distribuição das galhas na planta e no órgão galhado são completamente desconhecidos. Essa situação não é diferente da Caatinga, onde este estudo é um dos primeiros a avaliar o padrão de distribuição espacial de galhas.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

Uma população de *Croton heliotropiifolius*, que cresce em uma área de caatinga antropizada do Povoado de São José situado no município baiano de Paulo Afonso, foi selecionada considerando os critérios de presença e abundância de galhas, a localização da população, bem como a conservação da vegetação (Figura 1-2; Tabela 1). O Povoado de São José está localizado a 35 km de distância do centro de Paulo Afonso (38º 21' 90´´W, 9º 38' 66''S) localizado a 373 m de altitude, inserido no Domínio da Caatinga, cuja vegetação predominante é a caatinga arbustiva. O clima predominante é o semiárido, com temperatura média anual variando de 28°C a 30°C.

Figura 1. Área de estudo localizada no povoado São José. Paulo Afonso- Bahia A.Mapa da área estudada B.Área estudada. Foto: Thais Hora.

Figura 2. Observação de campo no período chuvoso (A) e seco (B). Fotos: Thais Hora.

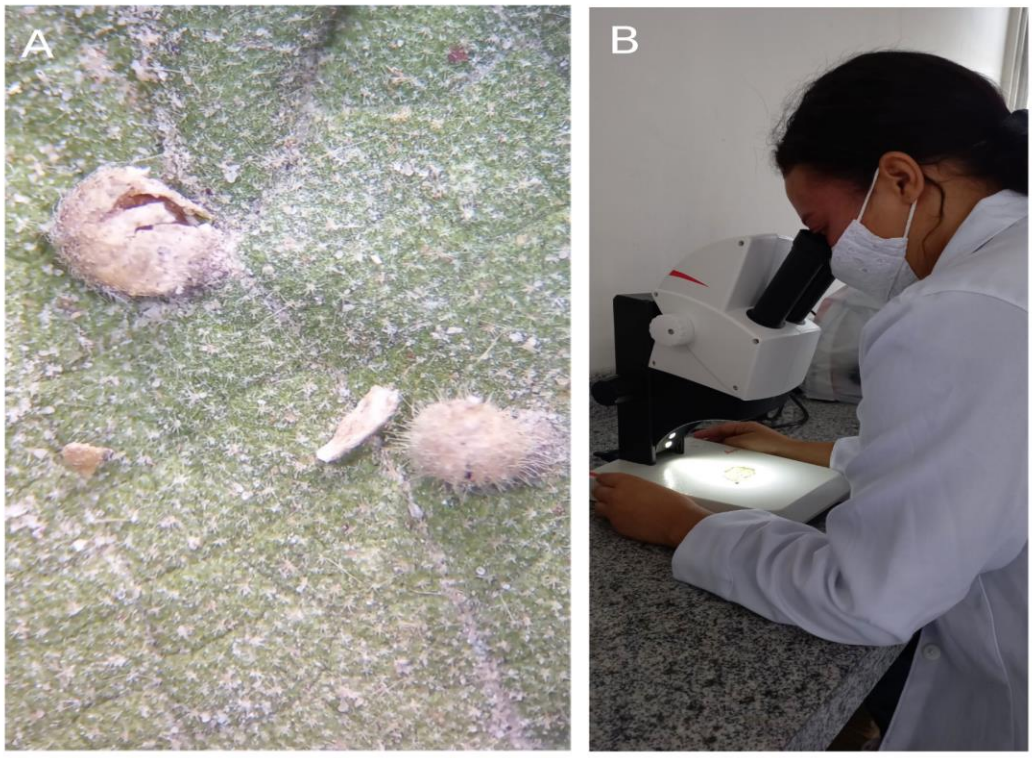
Tabela 1: População estudada de Croton heliotropiifolius Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso (BA).

PLANTA	ALTURA	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
1	1,60 m	9° 36’22,09”S	38° 21’38,06” W	366 m
2	1,60m	9° 361 22,10”S	38° 21’ 38,04” W	366 m
3	1,80m	9° 36’22,08” S	38° 21’38,77” W	371 m
4	2,00m	9° 36’ 21,98” S	38° 21’ 38,80” W	371 m
5	1,70m	9° 36’ 22,08” S	38° 21’ 39,17” W	371 m
6	2,10m	9° 36’ 22,12” S	38° 21’ 39,39” W	378 m
7	1,60m	9° 36’ 21,97” S	38° 21’ 39,53” W	370 m
8	1,60m	9° 36’ 22,05” S	38° 21’ 39,61” W	373 m
9	2,00m	9° 36’ 22,16” S	38° 21’ 39,64” W	373 m
10	1,90m	9° 36’ 23,73” S	38° 21’ 41,04” W	366 m

3.2 Caracterização morfológica das galhas e identificação do indutor

As galhas foram caracterizadas quanto à cor, indumento, dimensões, formato, número de câmaras e a sua localização na planta hospedeira. O formato seguindo a terminologia proposta de Isaías et al. (2013) (Figura 3). Para identificação do inseto indutor, galhas em vários estágios de desenvolvimento foram dissecadas e destas retiradas formas imaturas e insetos adultos. Para tanto, folhas portando galhas maduras foram acondicionadas em potes contento papel toalha e monitorados diariamente, a fim de verificar a eclosão dos insetos adultos. A identificação da fauna associada foi realizada com base na literatura.

Figura 3: Análise microscópica das galhas. A. Galhas na folha. B. Analisando. Fotos: Thais Hora.



3.2 Padrão de distribuição e níveis de infestação

O padrão de distribuição foi analisado por meio da contagem direta das galhas em cada um dos cinco ramos marcados de 10 indivíduos de *Croton heliotropiifolius* e o registro da sua localização quanto à superfície foliar (apical, mediana e basal) e à região da planta (apical mediana basal). Os dados foram analisados usando ANOVA de um fator. Para isso, foram considerados como variável resposta o número de galhas e a variável preditora foram consideradas a região da copa da planta e a região do limbo foliar.

Para quantificar a infestação de galhas foi contado o número de folhas com galhas e sem galhas em cada um dos cinco ramos marcados de 10 indivíduos de *Croton heliotropiifolius* nas estações seca e chuvosa.

Os dados foram aplicados na equação abaixo e foram analisados usando um Teste-T no programa MiniTab v.17.

$$Infestação = \frac{N° \ de \ folhas \ com \ galhas \times 100}{N° \ total \ de \ folhas}$$

3.3 Análises fenológicas

Para as análises fenológicas, a população de *Croton heliotropiifolius* foi acompanhada em visitas quinzenais à área (Tabela 1), no período de agosto 2021 a agosto de 2022, contabilizando 22 visitas, contando em média 527 galhas. A amostragem para estudos fenológicos seguiu o modelo sugerido por Fournier e Charpantier (1975), onde doze indivíduos com galhas foram marcados e georeferenciados. Foram utilizadas fichas que contemplam cada estação do ano (BENCKE; MORELLATO, 2002). A fenofase de brotação foi considerada desde o início do aparecimento das primeiras folhas até sua expansão (PERONI *et al.* 2002).

Para acompanhar a fenologia da galha, foram escolhidos cinco indivíduos na população, marcados quatro ramos em cada, num total de 20 ramos. Em visitas

quinzenais, o desenvolvimento das galhas foi acompanhado contando-se o número de galhas por fase: crescimento e desenvolvimento, maturação e senescência.

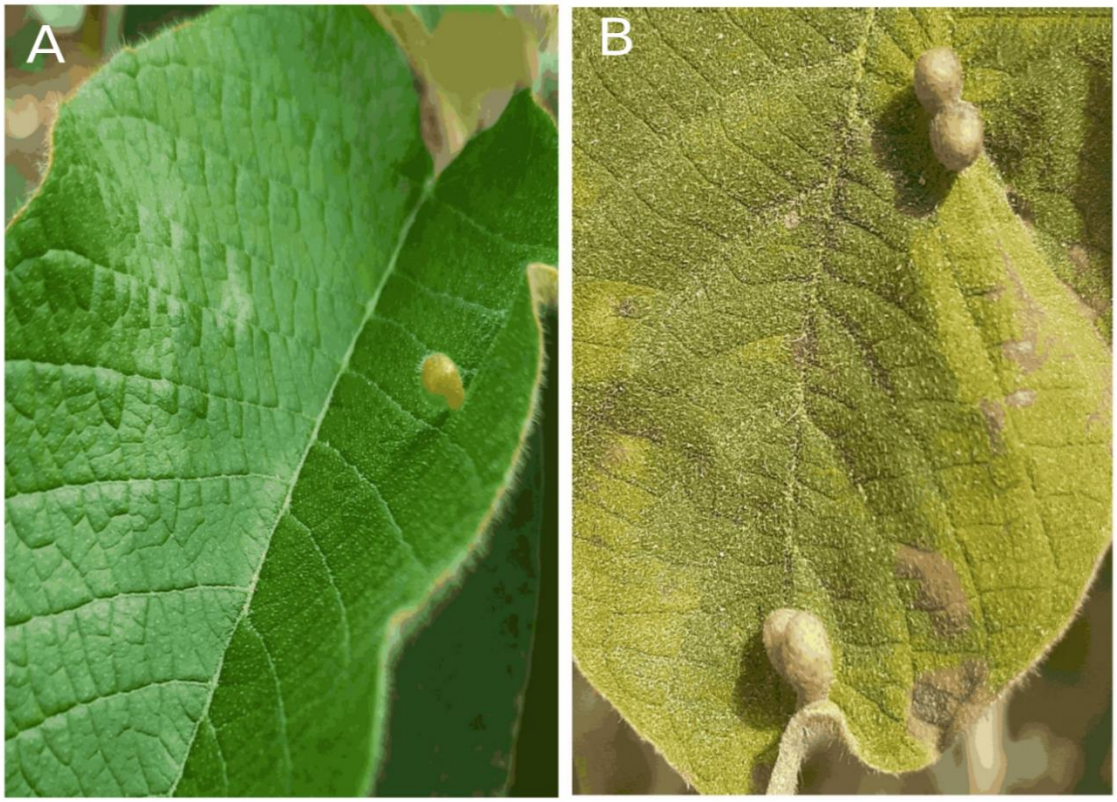
Uma amostra de ramos férteis será coletada, prensada, herborizada e, em seguida, depositada no herbário da Universidade do Estado da Bahia, coleção Paulo Afonso (HUNEB).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 *Galha*

As galhas foliares induzidas em *C. heliotropiifolius* são extralaminar ocorrem tanto na face adaxial quanto abaxial das folhas na maioria das vezes agrupadas (80%) ou, mais raramente, isoladas (20%), possuindo apenas uma câmara larval. São globoides, de coloração meio amarelada quando jovens e marrom quando maduras (Figura 5). Galhas globoides semelhantes às induzidas em *C. heliotropiifolius* já foram descritas em outras espécies de *Croton, C. staechadis* Baill. (COSTA *et al* 2014), *C. buxifolius* Müell. Arg. (COSTA *et al.* 2014), *C. echioides* Baill. (BRITO *et al.* 2018) e *C. triangularis* Müll. Arg. (COSTA *et al*. 2014). Todas essas galhas são induzidas por espécies de Cecidomyiidae, com exceção das galhas de *C. echioides* que são induzidas por Lepidoptera.

Figura 5. Galhas foliares induzidas em *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae) em diferentes fases de desenvolvimento observadas em áreas da caatinga da Bahia. A. Galhas na fase jovem B. Galha na fase madura. Fotos: Thais Hora.



O formato mais comum de galhas encontrado na flora brasileira é o globoide (MAIA; FERNANDES 2004, MAIA *et al* 2008, CARNEIRO *et al* 2009, MAIA; OLIVEIRA 2010, MAIA 2012, SANTOS *et al* 2011; FRIEIRO; COSTA 2012, SANTOS *et al* 2012). Este formato inclui desde galhas redondas variando de elipsoides a esferoides, podendo ser induzida em todos os órgãos vegetativos e reprodutivos da planta hospedeira por vários indutores. Galhas globoides pode ser intralaminar ou extralaminar, o que pode ser ilustrado pelas galhas foliares de Cecidomyiidae em *Eugenia uniflora* O.Berg (Myrtaceae) (MAIA *et al* 2008) e em *Schefflera snowdrop* (Hayata) Merr. (Araliaceae) (SANTOS *et al* 2011), respectivamente. Nos inventários de galhas realizados antes de 2013, este morfotipo era tratado como "esférico", "esferoide", "globoso", "globular" e "ovoide", entre outros.

4.2 *Indutor*

O indutor da galha foliar de *C. heliotropiifolius* é uma espécie não identificada da família Cecidomyiidae. Com cerca de 5.400 espécies e 598 gêneros, esta família é bastante diversificada dentre os Nematocera (Diptera) e podem ser encontrados em todas as regiões zoogeográficas do mundo. A fauna dos Cecidomyiidae neotropicais ainda é pouco conhecida e inclui cerca de 500 espécies em 170 gêneros (GAGNÉ,2004), dos quais 44 espécies de Cecidomyiidae (Diptera) de 28 gêneros são registradas na Bahia em associação com 17 famílias botânicas (GAGNÉ, 1994). Os Cecidomyiidae surgiram no Cretáceo e diversificaram-se intensamente com o surgimento das Angiospermas. Suas espécies são agrupadas em quatro subfamílias: Catotrichinae, Lestremiinae, Porricondylinae e Cecidomyiinae. As três primeiras são pouco diversificadas e incluem essencialmente espécies fungívoras. Enquanto, os Cecidomyiinae têm hábitos variados e grande riqueza de espécies, contendo formas fungívoras, mas principalmente fitófagas (galhadoras ou de vida livre) e predadoras (Gagné, 1989).

4.3 *Padrão de distribuição e índice de infestação*

As galhas induzidas em *C. heliotropiifolius* ocorrem desde a porção basal, mediana até apical da parte aérea das plantas (Figura 4). São induzidas

predominantemente na região apical das folhas (55%), mas ocorrem ainda na região mediana (25%) e basal (20%). No entanto, o número médio de galhas não diferiu estatisticamente entre as regiões da copa da planta e entre as regiões da folha (Tabelas 2,3; Figuras 6, 7). Na literatura identificamos poucos trabalhos que avaliaram a distribuição das galhas no limbo foliar e nenhum deles com plantas da Caatinga. Leite et al (2011) estudaram este aspecto em indivíduos de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae) que crescem em áreas de cerrado, observando que a maior ocorrência das galhas globoides na margem do limbo. Enquanto, as fêmeas de Hymenoptera não apresentam preferência pelo local de oviposição e as suas galhas ocorrem ao longo de toda extensão das folhas de *Struthanthus vulgaris* (Vell.) Mart. (Loranthaceae) (LEITE *et al* 2011).

Figura 4: Galhas foliares induzidas em *Croton heliotropiifolius* Kunth (Euphorbiaceae) em áreas da caatinga da Bahia. A hábito. B. hábito no período florido e com frutos. C. Hábito no período seco. D. Folha, com galhas, face superior. E. Folha com galhas, face inferior. F. Folha com galhas, na fase madura. Fotos: Thaís Hora

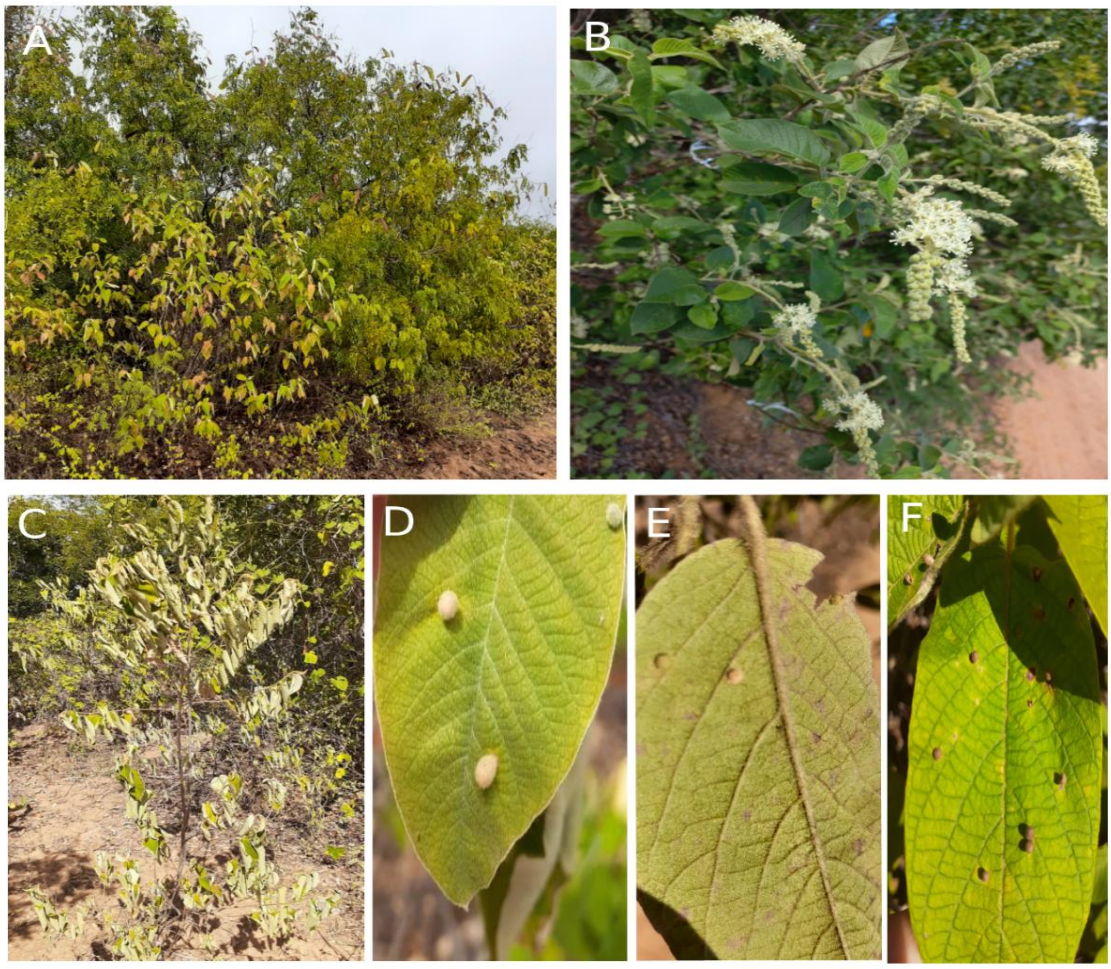


Tabela 2: Porcentagem do número médio de galhas na região da copa de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso (BA).

	Região da copa da planta			
Categoria	**Apical**	**Mediana**	**Basal**	**Total**
Número de galhas	15	203	259	477
Número de galhas (%)	3	43	54	100

Tabela 3: Porcentagem do número médio de galhas na região da folha de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso (BA).

	Região da folha			
Categoria	**Nº DE GALHAS APICAL**	**Nº DE GALHAS MEDIANA**	**Nº DE GALHAS BASAL**	**Total**
Número de galhas	189	163	125	477
Número de galhas (%)	40	34	26	100

Figura 6: Análise da média de galhas na região da copa de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso (BA).

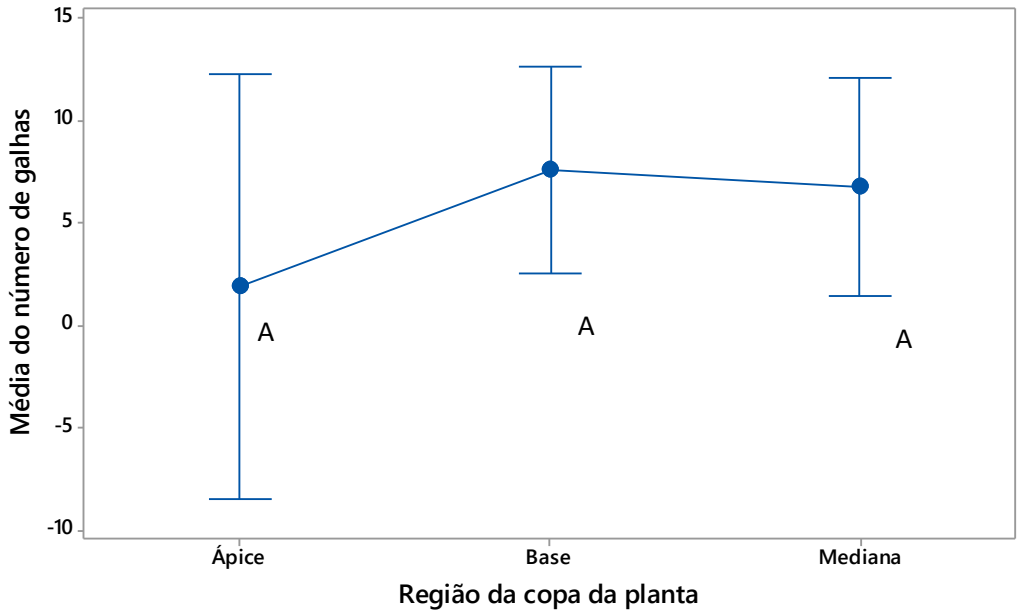
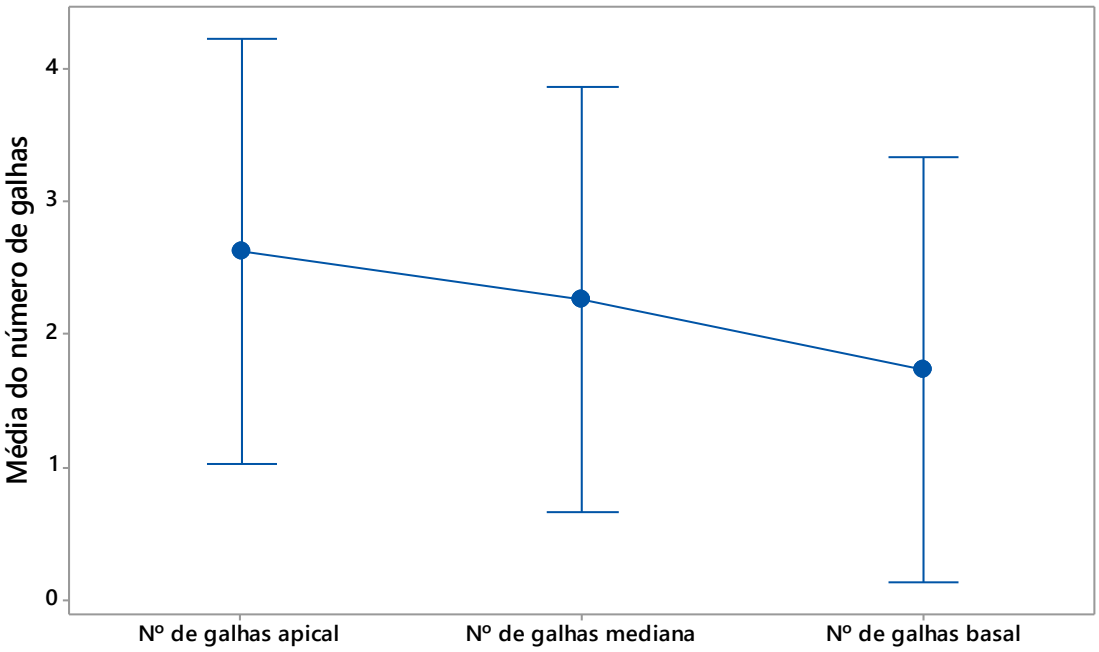


Figura 7: Análise da média de galhas nas folhas de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso-BA.



Com relação ao índice de infestação, variou entre os indivíduos amostrados (36 – 96% Coleta de dados I; 8,57-40,90% Coleta de dados II) e entre as estações climáticas (8,57 – 96%). A estação seca (24,4 ± 11,5%; média ± desvio-padrão) e estação chuvosa (74,4 ± 19,8%; média ± desvio-padrão) diferiram estatisticamente (Teste-t, t=6,91 p<0,001). Em média, a taxa de infestação de galhas aumentou 50% de uma estação para outra.

Tabela 4: Amostras do índice de infestação durante as estações seca e chuvosa.

Two-sample T for Estação seca vs Estação chuvosa

Category	**N**	**Mean**	StDev	SE Mean
Estação Seca	10	24,4	11,5	3,6
Estação Chuvosa	10	74,4	19,8	6,3

Tabela 5: Estimativa do Índice de infestação nas estações secas e chuvosas.

Estimate for difference	95% CI for difference:	T-Test of difference
-49,94	(-65,45; -34,43)	0 (vs ≠): T-Value = -6,91 P-Value = 0,000 DF = 14

4.4 *Fenologia das galhas*

Croton heliotropiifolius apresentou fenofases morfologicamente bem definidas (Figura 2), que segundo Santos-Silva et al (2009) tem início da fase reprodutiva entre maio e novembro. Na população estudada, diferentemente da relatada na literatura, a floração iniciasse em novembro e termina em junho. Neste período observou-se um maior de número de galhas jovens. Logo após o termino da floração ocorreu uma mudança significativa das galhas, em que foi possível observar todas as fases de seu desenvolvimento ao longo do desenvolvimento das folhas.

A incidência do número de galhas nesse período ocorreu devido ao aumento da precipitação, onde foi possível observar que o período chuvoso influenciou diretamente no índice de infestação das galhas encontradas nessa espécie (Figura 8). Isso ocorreu devido à queda das folhas durante a estação seca, a precipitação diminuiu drasticamente entendendo-se que essa espécie se limita a disponibilidade de água, observando um aumento de 50% durante a estação chuvosa. Houve um índice significativo em relação a região da planta, foram encontrados um número maior de galhas na extremidade basal da planta, contudo, na folha notou-se um número maior na região apical.

Figura 8: Infestação média de galhas nas folhas de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso-BA.

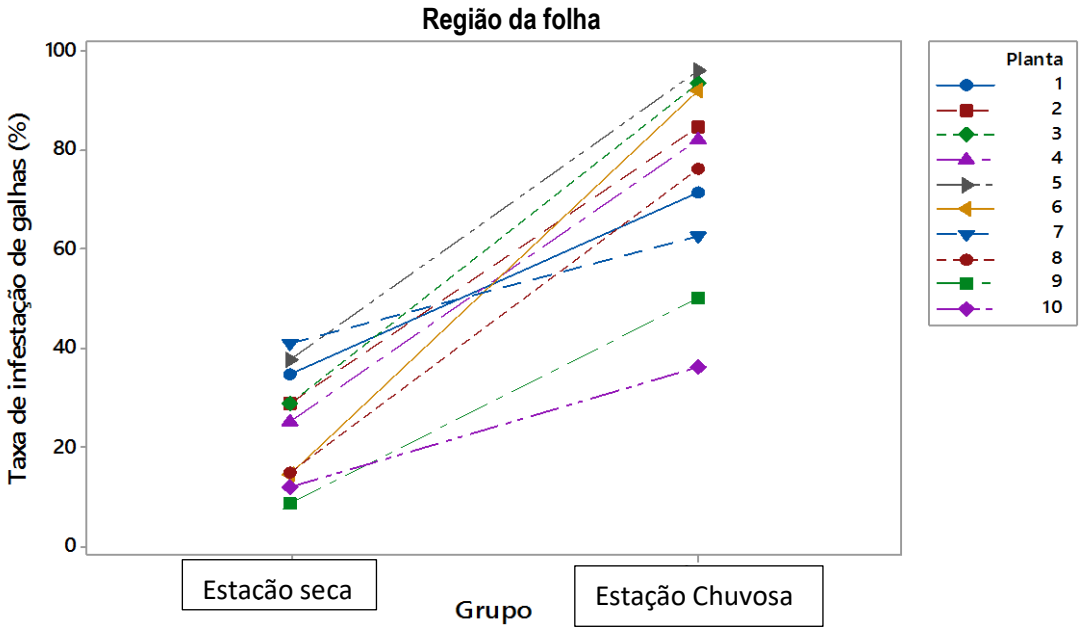


Figura 9: Infestação média de galhas nas folhas de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso-BA durante a estação seca e chuvosa.

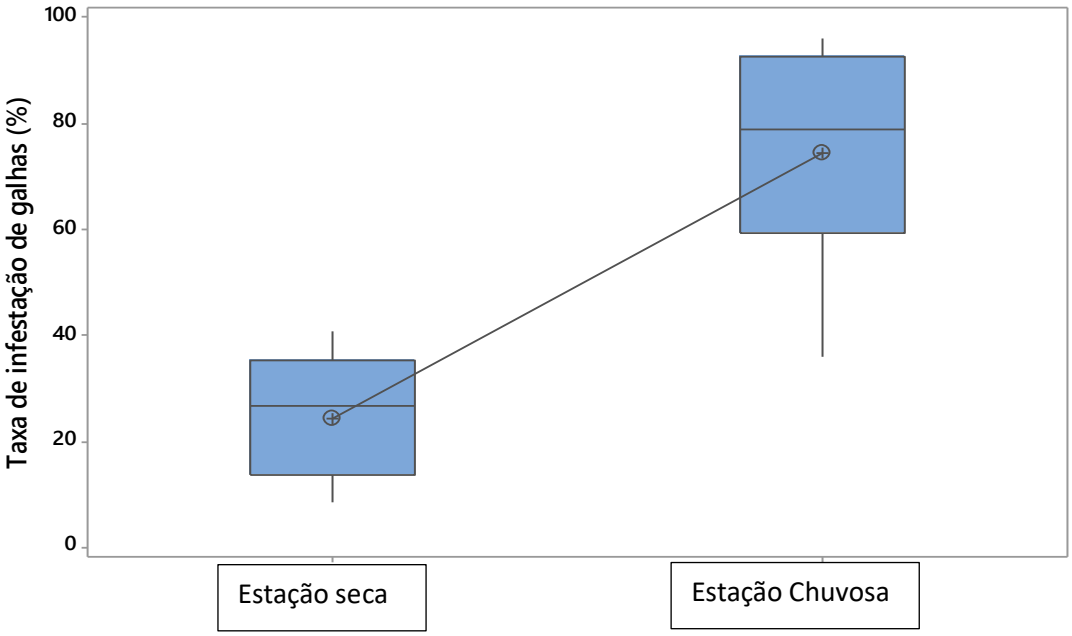


Figura 10: Ciclo fenológico das galhas de Cecidomyiidae induzidas em folhas de *Croton heliotropiifolius* Kunth. (Euphorbiaceae) ocorrente no Povoado de São José, Paulo Afonso-BA, durante o período de 2021 a 2022.

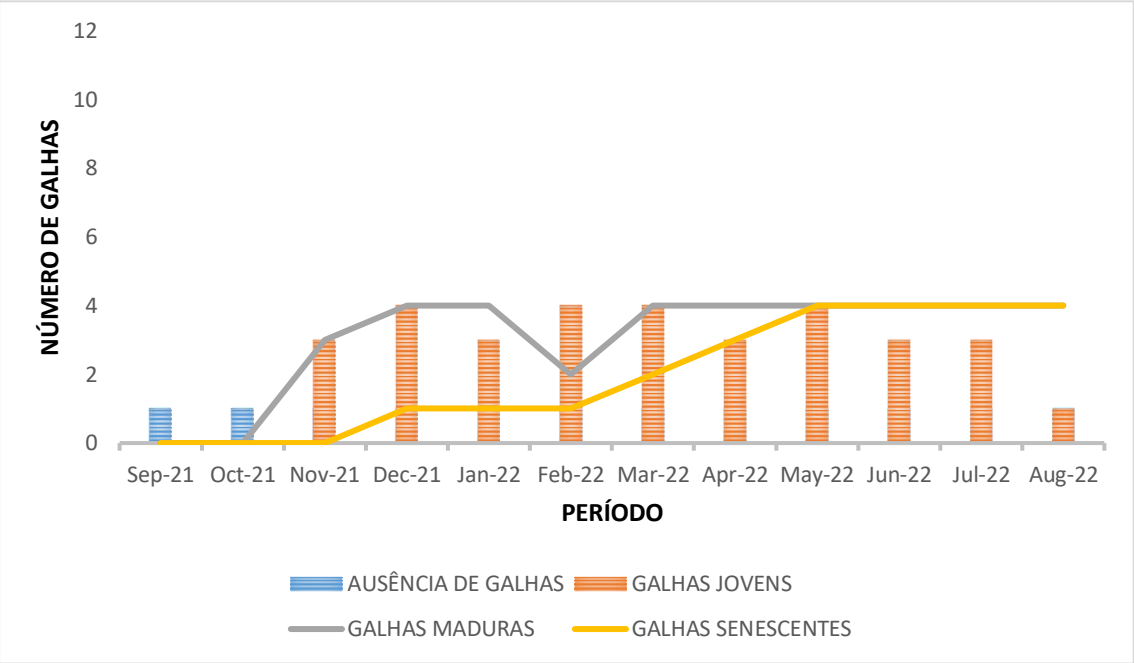


Figura 11: Temperatura mensal para os anos de 2021 e 2022.

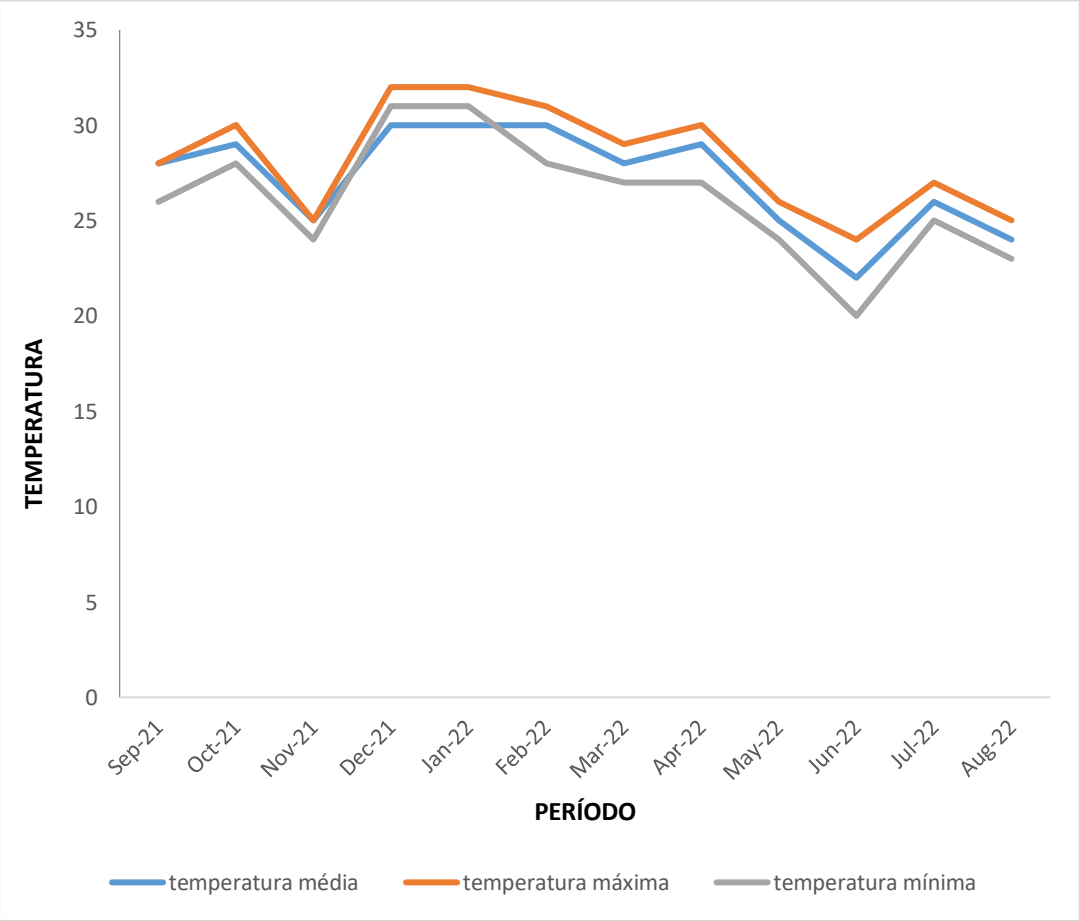
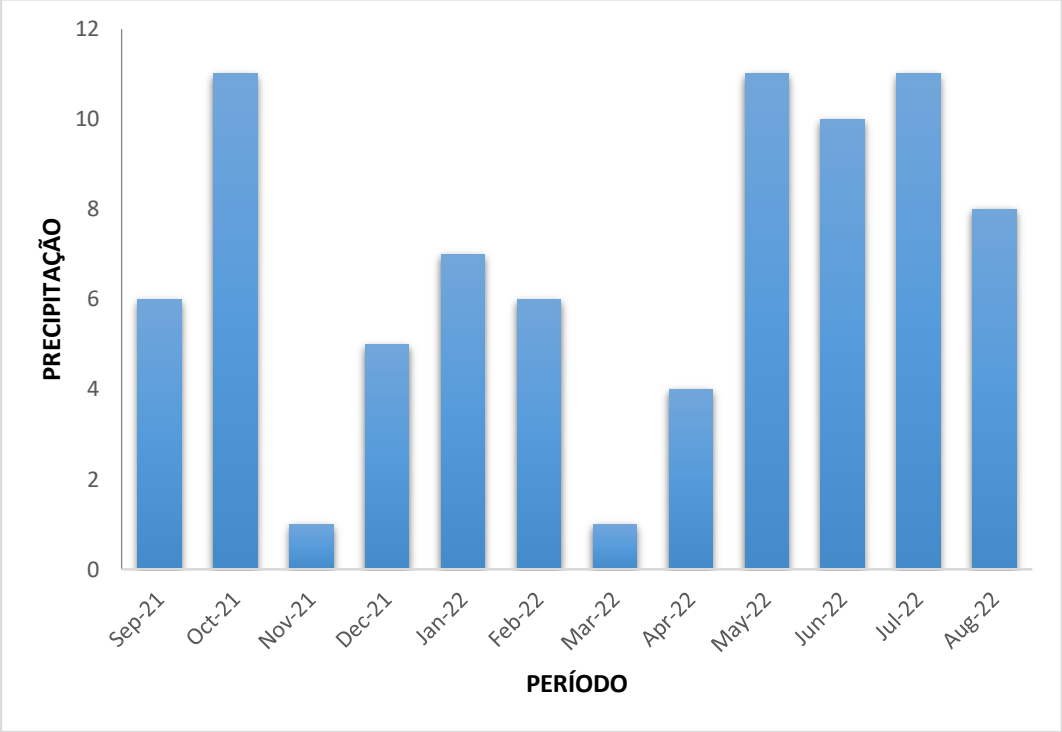


Figura 12: Precipitação mensal para os anos de 2021 e 2022.



5. CONSIDERÇÕES FINAIS

O nível de infestação de galhas foliares em *Croton heliotropiifolius* foi maior na estação chuvosa e as galhas ocorrem em maior quantidade na região apical dos ramos. No entanto, o número médio de galhas não diferiu estatisticamente entre as regiões da copa da planta e entre as regiões da folha. Na estação seca não foi possível observar a presença de galhas devido à queda das folhas, o que demonstra o efeito da sazonalidade na população de insetos galhadores. Acreditamos que este estudo ampliou o conhecimento sobre o padrão de distribuição e a fisiologia das galhas observadas na Bahia. Os dados desse trabalho serão unidos a resultados que vem sendo obtidos em outras regiões da Bahia e farão parte de um estudo mais amplo para o bioma Caatinga, envolvendo pesquisadores de diferentes instituições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEGON, M.; C.R.Townsend e J.L.Harper. 2007. Ecologia de indivíduos a ecossistemas. 4a Edição.Artmed, 752 p.

BRITO, G. P. et al.2018. Riqueza de galhas de insetos em áreas de Caatinga com diferentes graus de antropização do estado da Bahia, Brasil. **Iheringia. Serie zoologia**, v. 108, n. 0.

CARUZO, M.B.R.; SECCO, R.S.; MEDEIROS, D.; RIINA, R.; TORRES, D.S.C.; SANTOS, R.F.D.; PEREIRA, A.P.N.; ROSSINE, Y.; LIMA, L.R.; MUNIZ FILHO, E.; VALDUGA, E. *Croton in* **Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

CARVALHO-FERNANDES S.P, ALMEIDA-CORTEZ J.S & FERREIRA, A.L.N. 2012. Riqueza de galhas entomógenas em áreas antropizadas e preservadas de caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.2, p.269-277.

CARNEIRO, M. A. A. et al.2009. Insetos indutores de galhas da porção sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Revista brasileira de entomologia**, v. 53, n. 4, p. 570–592.

CARVALHO, A. N & MOTA, J. S. 2018. Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas em um fragmento florestal em estágio de sucessão ecológica na Amazônia. **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 2, p. 118–123.

CARNEIRO, M. A. A. et al. 2009. Insetos indutores de galhas da porção sul da cadeia do espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Revista brasileira de entomologia**, v. 53, n. 4, p. 570–592.

COSTA, E. C.; CARVALHO-FERNANDES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. 2014. Galhas de insetos em uma área de transição caatinga-cerrado no nordeste do brasil. **Sitientibus. Serie Ciencias Biologicas**, v. 14.

DREGER-JAUFFRET, F. & J. D. SHORTHOUSE. 1992. Diversity of gall-inducing insects and their galls, p. 8-33. In: J. D. Shorthouse & O. Rohfritsch (Eds.). **Biology of insect-induced galls**. Oxford, Oxford University Press, xi+285 p.

FERNANDES GW & PRICE PW. (1988). Biogeographical gradients in galling species richness. **Oecologia 76**: 161-167.

FERNANDES, G. W.; PRICE, P. W. The adaptive significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. **Oecologia**, v. 90, n. 1, p. 14–20, 1992.

FLOATE, K. D.; G. W. FERNANDES & J. A. NILSSON. 1996. Distinguishing intrapopulational categories of plants by their insect faunas: galls on rabbitbrush. **Oecologia 105**: 221-229.

ISAIAS, R. M. S. et al. 2013. Illustrated and annotated checklist of Brazilian gall morphotypes. **Neotropical entomology**, v. 42, n. 3, p. 230–239.

LACROIX, R.; W.R. MUKABANA; L.C.GOUAGNA, J.C.KOELLA. 2005. Malaria infection increases attractiveness of humans to mosquitoes. **Plos Biology** 3:1590-1593.

LARSON, K.C. 1998. The impact of two gall-forming arthropods on the photosynthetic rates of their hosts.**Oecologia 115**: 161-166.

LUZ, F. A.; GOETZ, A. P. M. 2021. Galhas induzidas por artrópodes em Floresta Estacional Semidecidual no Sul do Brasil. **Biotemas**, v. 34, n. 2, p. 1–12.

MANI, M.S. 1964. **Ecology of Plant Galls** Dr. W. Junk Publish., The Hague.

MARCATO M.S., 2015. **Anatomia e ecofisiologia da interação entre a hemiparasita *Psittacanthus robustus* E *Qualea cordata*.** Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG.

MAGALHÃES, T.V. 2010. **Influência da fenologia no desenvolvimento e fisiologia das galhas de *Eriogallococcus* gen.** Nov. EM *Pseudobombax grandiflorum* (CAV.) A. ROBYNS (MALVACEAE).

NOGUEIRA, R. M. et al. 2022. A phenological trick and cell wall bricks toward adaptive strategies of Mimosa tenuiflora-Lopesia mimosae interaction in Caatinga environment. **Flora**, v. 294, n. 152121, p. 152121.

OYAMA, K.; M. A. PÉREZ-PÉREZ; P. CUEVAS-REYES & R. LUNA-REYES. 2003. Regional and local species richness of gall-inducing insects in two tropical rain forests in Mexico. **Journal of Tropical Ecology 19**: 595–598.

ONUF CP & TEAL JM. (1977) Interactions of nutrients, plant grouth and herbivory in a mangrove ecosystem. **Ecology 58**: 513-526.

PRICE, P. W.; G. W. FERNANDES & G. L. WARING. 1987. Adaptative nature of insect galls. **Environmental Entomology 16**: 15–24.

SANTOS, B. B.; FERREIRA, H. D.; ARAÚJO, W. S. 2010. Ocorrência e caracterização de galhas entomógenas em uma área de floresta estacional semidecídua em Goiânia, Goiás, Brasil. **Acta botanica Brasilica**, v. 24, n. 1, p. 243–249.

SCARELI-SANTOS, C. et al. 2015. Morfologia e distribuição de galhas foliares de Anacardium occidentale L. (Anacardiaceae). **Journal of bioenergy and Food Science**, v. 2, n. 4, p. 166–171.

SANTOS, J. C.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. DE; FERNANDES, G. W. Richness of gall-inducing insects in the tropical dry forest (caatinga) of Pernambuco. **Revista brasileira de entomologia**, v. 55, n. 1, p. 45–54, 2011.

SILVA, J. S.; SALES, M. F. DE; CARNEIRO-TORRES, D. S. O gênero Croton (Euphorbiaceae) na microrregião do Vale do Ipanema, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 4, p. 879–901, 2009.

SHORTHOUSE, J.D.; D. WOOL & A. RAMAN, 2005 Gall-inducing insect: nature's most sophisticated herbivores. **Basic and Applied Ecoloy, v.6**, p.407-411.

VIEIRA, L. G. et al. 2018. Insect galls in rupestrian field and cerrado stricto sensu vegetation in caetité, bahia, brazil. **Biota neotropica**, v. 18, n. 2.