

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS DO PONTAL
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TAÍS ALVES DA CRUZ

ANÁLISE DA REPELÊNCIA DE *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)

UTILIZANDO PLANTAS DA FAMÍLIA VERBENACEAE

ITUIUTABA-MG

2021

TAÍS ALVES DA CRUZ

ANÁLISE DA REPELÊNCIA DE *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)
UTILIZANDO PLANTAS DA FAMÍLIA VERBENACEAE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do
grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Vanessa Suzuki Kataguirí

Coorientadora: Juliana Aparecida Povh

ITUIUTABA-MG

2021

Resumo

As pragas de produtos armazenados, como o *Tenebrio molitor*, são consideradas severas pois promovem ataque direto aos grãos produzidos, resultando em perdas quantitativas e qualitativas. Para o controle destas pragas são utilizados produtos químicos, porém a utilização indiscriminada e incorreta destes produtos acarreta agravos prejudiciais ao ambiente e até mesmo a saúde humana. Os repelentes botânicos vêm se destacando nos últimos tempos por oferecerem menor risco à saúde humana, ao meio ambiente e pela crescente procura por produtos alimentícios mais saudáveis, livres de pesticidas e agrotóxicos. As espécies *Lippia alba* e *Lantana trifolia*, assim como a maioria das espécies de plantas da família Verbenaceae, produzem metabólitos secundários que podem repelir o ataque de insetos herbívoros. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial repelente do pó obtido das folhas das espécies *L. alba* e *L. trifolia* sobre *T. molitor*, em testes de repelência utilizando arenas, em diferentes quantidades. Os testes demonstraram maior potencial repelente do pó de *L. alba* nas quantidades de 0,1g (IR=0,52±0,23) e 1,0g (IR=0,21±0,35) e potencial repelente do pó de *L. trifolia* na quantidade de 0,1g (IR=0,52±0,46). Considera-se que o pó das plantas, *L. alba* e *L. trifolia*, podem ser utilizadas como repelentes de *T. molitor* e sugere-se que outras partes das plantas, os extratos aquosos e os óleos essenciais destas sejam testados para avaliar se terão maior eficiência que a utilização dos pós oriundos das folhas.

Palavras-chave: *Lippia*. *Lantana*. *Tenebrio*. Repelência. Pó vegetal.

Abstract

Pests from stored products, such as *Tenebrio molitor*, are considered severe as they promote direct attack on the grains produced, resulting in quantitative and qualitative losses. To control these pests, chemical products are used, but the indiscriminate and incorrect use of these products causes harm to the environment and even to human health. Botanical repellents have been standing out in recent times for offering less risk to human health, the environment and due the growing demand for healthier food products, free of pesticides. *Lippia alba* and *Lantana trifolia*, as well as most plant species in the Verbenaceae family, produce secondary metabolites that can repel attacks by herbivorous insects. Therefore, the objective of this study was to evaluate the repellent potential of the powder obtained from the leaves of the species *L. alba* and *L. trifolia* on *T. molitor*, in repellency tests using arenas, in different weights. The tests showed greater repellent potential of *L. alba* powder in weights of 0.1g (RI=0.52±0.23) and 1.0g (RI=0.21±0.35) and repellent potential of *L. trifolia* powder with 0.1g (RI=0.52±0.46). It is considered that the powder of the plants, *L. alba* and *T. trifolia*, can be used as repellents of *T. molitor* and it is suggested that other parts of the plants, the aqueous extracts and their essential oils could be tested to assess whether they will have greater efficiency than the use of powders from leaves.

Keywords: *Lippia*. *Lantana*. *Tenebrio*. Repellency. Vegetable powder.

Sumário

Introdução.....	6
Metodologia.....	9
Análise estatística.....	11
Resultados e discussão.....	11
Conclusão.....	15

Introdução

As pragas de produtos armazenados, como os insetos, são consideradas severas pois promovem ataque direto aos grãos produzidos, resultando em perdas quantitativas e qualitativas, como perda nutricional, e conseqüentemente a redução do valor agregado de mercado ou até mesmo desqualificação dos lotes de grãos para uso na alimentação humana ou animal (Antunes *et al.*, 2011; Lorini *et al.*, 2017; Gallo *et al.*, 2002).

Para o controle quantitativo, qualitativo e preservação dos produtos e grãos em armazenamento do ataque de pragas, como os insetos, são utilizados produtos químicos que estão presentes há várias décadas no meio agrícola (Viegas, 2003). Tendo em vista que a utilização indiscriminada e incorreta destes produtos acarreta agravos prejudiciais ao ambiente e até mesmo a saúde humana somado à crescente demanda por produtos saudáveis e livres de produtos químicos tóxicos, a utilização de produtos botânicos vem como uma alternativa eficiente no controle de pragas (Guerra *et al.*, 2019).

Os compostos vegetais podem ser utilizados na agricultura visando o combate de insetos-pragas de plantas alimentícias para evitar prejuízos que os insetos venham a causar nessas plantações, evitando prejuízos financeiros tanto para grandes produtores quanto para pequenos agricultores que cultivam para a própria sobrevivência (Abdulmassih, 2018).

Os repelentes botânicos, inseticidas de origem vegetal, vem se destacando nos últimos tempos por oferecer menor risco à saúde humana e também ao meio ambiente e a crescente procura por produtos alimentícios mais saudáveis, livres de pesticidas e agrotóxicos (Procópio *et al.*, 2003; Lima-Mendonça *et al.*, 2013). Estes inseticidas de origem vegetal são provenientes do metabolismo secundário das plantas, produzidos para a própria defesa química destas contra a herbivoria causada por insetos (Corrêa e Salgado, 2011).

As plantas e os insetos interagem entre si há aproximadamente 350 milhões de anos, considerando as primeiras formas de insetos e plantas terrestres, estabelecendo relações coevolutivas. Tais relações podem ser benéficas para os dois grupos, como a polinização, ou prejudiciais a um dos grupos (Gatehouse, 2002), como a herbivoria, interação mais comumente observada, onde o inseto causa a predação da planta que tenta se proteger desenvolvendo mecanismos de defesa (Aoyama e Labinas, 2012).

A herbivoria pode ser caracterizada por diversos danos à planta, causando prejuízos no seu desenvolvimento, nutrição, reprodução e, em alguns casos, pode levar a morte do espécime atacado. O dano causado à planta depende do estágio de desenvolvimento (fenologia), do local predado e da frequência e intensidade do ataque, sendo que o inseto, além de especializado na planta atacada, também possui especialização no que diz respeito ao local da planta a ser predado (Aoyama e Labinas,

2012; Schoonhoven, 2005). O número de espécies de insetos herbívoros excede o número de espécies de plantas vasculares existentes, em uma comparação com estimativa conservadora, demonstrando a necessidade da planta em criar mecanismos de defesa e proteção contra esses ataques (Schoonhoven, 2005).

Na interação planta-herbívoro observa-se muitas adaptações em ambos os lados, a fim de assegurar a sobrevivência e perpetuação da espécie, sendo essas adaptações, no caso das plantas, focadas nos meios químicos e morfológicos. As adaptações morfológicas são modificações anatômicas ou estruturais que podem se apresentar como: altas concentrações de lignina e celulose (que confere dureza e/ou dificulta a digestão da planta) ou resistência física, como espinhos e tricomas (Corrêa, 2008; Teixeira, 2016). No meio químico tem-se a produção de substâncias químicas tóxicas (compostos secundários), tais como taninos ou substâncias que diminuem a digestibilidade, enzimas proteolíticas e sílicas, que podem ser tão ou mais eficientes que as defesas físicas, podendo ser encontrados em uma ou mais partes da planta e variando sua concentração de acordo com a idade da mesma (Soares e Machado, 2007; Stangarlin *et al.*, 2011).

As plantas produzem metabólitos secundários para diversas funções, entre elas podem-se citar a atração de polinizadores, proteção contra patógenos, repelência de insetos fitófagos e até mesmo a atração de predadores naturais para estes insetos (Kawassaki *et al.*, 2008; Pinto-Zevallos *et al.*, 2013). Esses metabólitos são normalmente classificados pela sua rota biossintética, podendo ser divididos nas classes moleculares: terpenos, compostos fenólicos e nitrogenados atuando nos mecanismos de defesa da planta contra insetos-praga, bactérias, fungos, nematóides e ácaros (Borges e Amorim, 2020; Fumagali *et al.*, 2008).

Para o controle dos insetos, os compostos secundários podem ser utilizados na forma de óleos essenciais, óleos emulsionáveis, extratos e pós obtidos da maceração de partes da planta, atuando sobre insetos através do contato, fumigação ou ingestão e dentre os efeitos acometidos aos insetos está a mortalidade, diminuição da fecundidade e fertilidade, redução no desenvolvimento e oviposição, deterrência alimentar, e repelência (Andrade *et al.*, 2013).

Os compostos repelentes são encontrados em toda a planta ou em partes dela, como folhas, frutos, sementes, em concentrações diferentes dependendo da idade da planta, da família, da espécie (Corrêa e Salgado, 2011; Annies, 2012). Há uma grande diversidade de plantas ricas em substâncias bioativas que são frequentemente ativas contra um número limitado de espécies de herbívoros (Corrêa e Salgado, 2011).

Dentre essas famílias está a família Verbenaceae J. St.-Hil., compreendida na ordem Lamiales (APG IV, 2016), possui aproximadamente 34 gêneros e cerca de 1200 espécies distribuídas no continente Americano e com representantes na Ásia, África e Madagascar, em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Cardoso *et al.*, 2018; Melo, 2017). O Brasil abriga notória quantidade de

espécies desse grupo, sendo conhecidos em torno de 16 gêneros e 276 espécies, onde 175 são endêmicas, só ocorrendo no território brasileiro (Melo, 2017).

Esta família é utilizada pela população, devido a sua produção de metabólitos secundários, nas áreas da medicina popular, aromatizantes, ornamentação, sendo amplamente explorado seu potencial econômico (Cardoso *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2009). Observa-se um crescente número de pesquisas para avaliar seus compostos produzidos e a utilização destes como repelente de insetos, como citados nos estudos realizados por Nascimento *et al.* (2014) que avaliaram a atividade repelente e larvicida de *Xylopia laevigata*, *X. frutescens* (Annonaceae) e *Lippia pedunculosa* (Verbenaceae) sobre mosquitos *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae).

Outras pesquisas também avaliaram a utilização de plantas desta família, como Santos, Da Silva e Pádua (2018) que analisaram a bioatividade do óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham. (conhecido como alecrim-pimenta) sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae), e dentre os gêneros e espécies endêmicas estudados estão trabalhos com a *Lippia alba* e o gênero *Lantana* para avaliar o seu potencial repelente, como trazido por Pedotti-Striquer, Bervian e Favero (2006) que avaliaram a ação repelente dessas plantas sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), Ringuelet *et al.* (2005) fizeram estudos sobre a repelência e mortalidade da essência de *Lippia alba* sobre *Tribolium castaneum*, Inga Chavelón (2016) fez a identificação dos componentes do óleo essencial de *Lantana camara* L. na formulação e elaboração de uma forma farmacêutica repelente de insetos, e pesquisado também por Pérez e Iannacone (2006) que investigou a eficácia de extratos botânicos de dez plantas na mortalidade e repelência de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., insetos-praga Pijuayo *Bactris gasipaes* Kunth na Amazônia peruana.

A *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown é subarbusto aromático que ocorre em praticamente toda a região do Brasil, alcançando até um metro e meio de altura, raramente dois metros, possui ramos finos, decumbentes, esbranquiçados, longos e quebradiços, as flores azul-arroxeadas se dispõem em inflorescências axilares capituliformes de eixo curto e tamanho variável e seus frutos são drupas globosas de cor róseo-arroxeadas (Camêlo *et al.*, 2011), sendo conhecido popularmente como erva-cidreira ou erva-cidreira-brasileira (Jannuzzi *et al.*, 2011) utilizada nos programas de fitoterapia e medicina popular pelas suas propriedades calmante, analgésica, anti-inflamatória, sedativa e antiespasmódico e também para indústria de produtos agrícolas, por possuir propriedades antifúngica e inseticida (Tavares, Momenté, Do Nascimento, 2011; Portal *et al.*, 2017). O citral, citral-mirceno, citral-limoneno, carvonlimoneno e linalol são os principais quimiotipos encontrados em seu óleo essencial (Jannuzzi *et al.*, 2011).

A *Lantana trifolia*, outra espécie pertencente à família Verbenaceae, conhecida comumente como milho de grilo, cambará e uvinha do mato, é um arbusto pequeno podendo chegar a dois metros de altura, com flores pequenas e frutos esféricos de cor roxo, sendo nativa da África, Ásia e no Brasil

se distribui pelas regiões centro-oeste, norte e sudeste. Na medicina popular é utilizada como para tratamento de tosses, dor de ouvido, asma, gripes, sinusite, febre, dor de estômago e como calmante na forma de infusões e xaropes, e extratos obtidos das folhas apresentam ampla diversidade química, apresentando atividades antifúngica e antibacteriana em ensaios *in vitro*, apresentam ainda propriedades anti-inflamatórias, antinociceptivas e efeitos sedativos (Valério, 2018).

Os principais insetos pragas encontrados em grãos pós-colheita pertencem à ordem Coleoptera, como o *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae), que se destaca por sua adaptação a ambientes escuros e secos e com capacidade de se locomover em espaços reduzidos, sendo assim facilmente encontrado em ambientes como os de silos, que além de apresentarem estas características têm disponibilidade abundante de alimento, temperatura e umidade amenas, propício para a reprodução e proliferação destes insetos, cuja populações elevadas causam prejuízos econômicos (Fischer, Wanto e De Paula, 2013; Faroni e Sousa, 2006).

A espécie *T. molitor* é utilizada para estudos de repelência devido a sua fácil criação em laboratório e rápida reprodução (Fazolin, 2007). Considerando isso, utilizou-se esta espécie como modelo com o objetivo de avaliar o potencial repelente das espécies *L. alba* e *L. trifolia* em testes de repelência utilizando arenas.

Metodologia

Desenvolvimento do experimento

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Botânica e Ecologia no Domínio Cerrado (LABEC) no CT - INFRA II da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus Pontal*, Ituiutaba, MG, em condições ambientais não controladas. Os insetos adultos de *T. molitor* foram provenientes da criação mantida neste mesmo laboratório sob escotofase de 24 horas alimentados com trigo triturado (para quibe), que serviu como substrato alimentar, e rodela de cenoura como fonte de água.

As folhas de *L. alba* foram coletadas em um lote vago no bairro Tupã e as folhas de *L. trifolia* foram coletadas no Parque do Goiabal, ambos em Ituiutaba, Minas Gerais. O processo de secagem foi natural, durante 3 a 4 dias, sendo as folhas deixadas em local arejado e livre da presença de sol para que secassem à temperatura ambiente. Após a secagem, as folhas foram reduzidas a pó em um moedor de cerâmica Chiarotti até que se obtivesse um pó fino que foi armazenado à temperatura ambiente em vasilhame hermeticamente fechado.

Teste de Repelência

As avaliações de repelência do pó de cada uma das espécies foram realizadas de forma isolada. Para tal, foram utilizadas três arenas, estas constituídas por cinco recipientes plásticos retangulares, com 2 litros de capacidade, apresentando tampa perfurada para circulação de ar, sendo o recipiente central conectado aos outros quatro recipientes por um cano de pvc de 15mm de diâmetro e 20cm de comprimento (Figura 1), seguindo metodologia adaptada de Procópio *et al.* (2003), Brida *et al.* (2017) e Mazzonetto e Vendramim (2003).

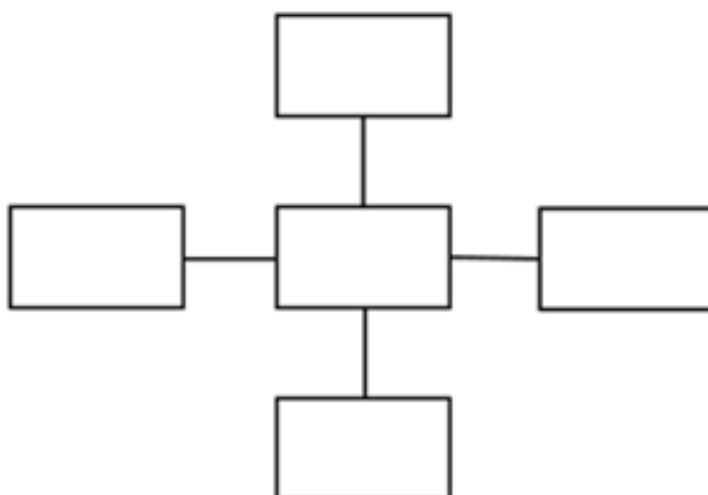


Figura 1- Desenho demonstrativo do formato da arena utilizada para testes de repelência.

Na avaliação da repelência, cerca de 60 tenébrios foram separados e deixados em jejum por 24 horas, sendo que os insetos foram escolhidos aleatoriamente e desconsiderou-se a idade e o sexo. Para a realização do experimento foram soltos 20 tenébrios no recipiente central da arena (Figura 1), em dois recipientes periféricos da arena escolhidos ao acaso foram adicionados 1g de substrato alimentar (Controle) sob um disco de papel filtro com 10 cm de diâmetro, e nos outros dois recipientes restantes foi adicionado 0,1g do pó de *L. alba* misturado a 1g de substrato (Tratamento) sob um disco de papel filtro com 10 cm de diâmetro. Este procedimento foi replicado 5 vezes até totalizar 100 tenébrios testados. Este mesmo procedimento foi realizado para as outras duas quantidades de pó de *L. alba*, sendo 0,5g e 1g. Para os experimentos com a *L. trifolia* foram repetidos os tratamentos com as mesmas quantidades de pó vegetal: 0,1g, 0,5g e 1g e 100 tenébrios para cada quantidade.

Após 24h da liberação dos insetos, foram contados o número de insetos em cada recipiente constituinte da arena seguindo metodologia adaptada de Lin *et al.* (1990) e Procópio *et al.* (2003). Na

comparação dos tratamentos foi utilizado o Índice de Repelência (IR), segundo metodologia adaptada de Xavier *et al.* (2015); Brito *et al.* (2015) e Santos *et al.* (2017), calculado pela fórmula (Eq. 1) $IR = 2G / (G + P)$, onde G = % de insetos na planta teste (tratamento) e P = % de insetos na testemunha (controle). Os valores de IR variam entre zero e dois, onde IR = 1 indica repelência semelhante entre o tratamento e a testemunha, isto é, a planta é neutra; IR > 1 indica atratividade do tratamento em relação à testemunha, assim a planta é considerada como atraente e IR < 1 corresponde à maior repelência do tratamento em relação à testemunha, ou seja, a planta é repelente. Como margem de segurança para essa classificação, o desvio padrão (DP) de cada tratamento foi adicionado/subtraído do valor 1,00 (indicativo de neutralidade), sendo assim, se a média dos IR for menor que 1 - DP, o pó é repelente; se a média for maior que 1 + DP o pó é atraente e se a média estiver entre 1 - DP e 1 + DP o pó vegetal é considerado neutro.

Análise estatística

Foi realizada análise de variância utilizando o Teste de Kruskal - Wallis e Correlação de Pearson, do site Statistics Kingdom (<https://www.statskingdom.com>), considerando significativo o valor de $p < 0,05$ e as tabelas foram feitas usando o programa Excel da Microsoft.

Resultados e Discussão

Para o cálculo das porcentagens de adultos encontrados na testemunha ou no tratamento foram desconsiderados os tenébrios encontrados nos recipientes centrais e nos canos de pvc. A porcentagem de insetos atraídos para o tratamento com *L. alba* foi menor que na testemunha, com base nesse critério, a planta foi considerada como repelente para todas as quantidades testadas, com ênfase nas quantidades de 0,1g e 1,0g de pó, com 15% (IR=0,52±0,23) e 7% (IR=0,21±0,35) de insetos atraídos, respectivamente, para o tratamento, e foram as únicas quantidades testadas que apresentaram diferença significativa, pelo Teste de Kruskal - Wallis com $p = 0,037$ para 0,1g e $p = 0,009$ para 1,0g, entre testemunha e tratamento (Tabela 1).

Nos testes com a espécie *L. trifolia* a porcentagem de adultos atraídos para o tratamento foi menor nas quantidades de 0,1g e 0,5g, com 11% e 29% insetos respectivamente, assim a planta foi classificada como repelente; mas 1,0g de tratamento apresentou porcentagens iguais de insetos atraídos para o controle e tratamento, sendo atribuída como neutra por esse parâmetro (Tabela 1).

Com base nos índices de repelência (IR) os tratamentos com a espécie *L. trifolia*, na quantidade de 0,1g de pó, apresentou repelência, com IR=0,52 ±0,46, caracterizando a menor preferência dos

insetos adultos pelo tratamento, entretanto, pelo Teste de Kruskal - Wallis, não houve diferença significativa entre os valores de insetos atraídos para a testemunha e o tratamento (Tabela 1).

Tabela 1- Repelência de pós das espécies vegetais *L. alba* e *L. trifolia* sobre adultos de *T. molitor*.

Espécie vegetal	Quantidade (g)	Adultos atraídos (%)*	IR (M±DP)	Classificação
<i>L. alba</i>	0,1	15a	0,52±0,23	R
Testemunha		52b		
<i>L. alba</i>	0,5	17a	0,76±0,41	N
Testemunha		37a		
<i>L. alba</i>	1,0	7a	0,21±0,35	R
Testemunha		56b		
<i>L. trifolia</i>	0,1	11a	0,52±0,46	R
Testemunha		30a		
<i>L. trifolia</i>	0,5	29a	0,97±0,76	N
Testemunha		32a		
<i>L. trifolia</i>	1,0	19a	0,86±0,56	N
Testemunha		19a		

Sendo: IR= Índice de Repelência, DP= Desvio padrão, R= Repelente, N= Neutra. * Os valores de insetos atraídos seguidos pela mesma letra, dentro de cada tratamento, não diferem significativamente entre si pelo Teste de Kruskal - Wallis ($p < 0,05$).

Outro parâmetro utilizado foi a Correlação de Pearson, que correlacionou as duas variáveis estudadas, quantidade de pó e a repelência. Com base nesse critério obteve-se para a *L. alba* o

coeficiente $r = -0,61$, com $p = 0,58$, demonstrando uma correlação negativa fraca não significativa (Figura 2). Por este mesmo parâmetro a *L. trifolia* apresentou coeficiente $r = 0,70$ e $p = 0,52$, sendo assim uma correlação positiva não significativa, entre a quantidade de pó desta planta e o número de insetos que repele (Figura 3).

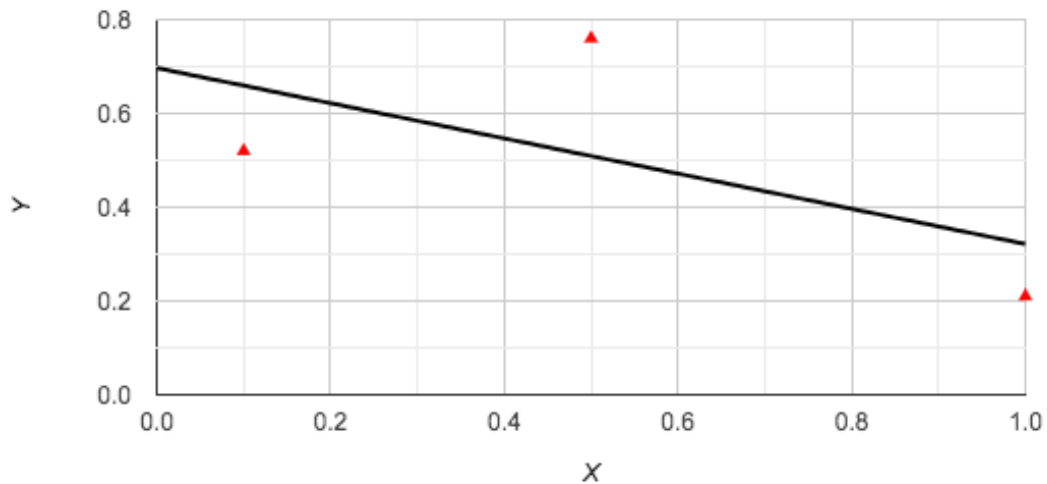


Figura 2- Correlação linear entre a quantidade de pó da *L. alba* e o Índice de Repelência apresentado, sendo $r = -0,6139$ e $p = 0,572$.

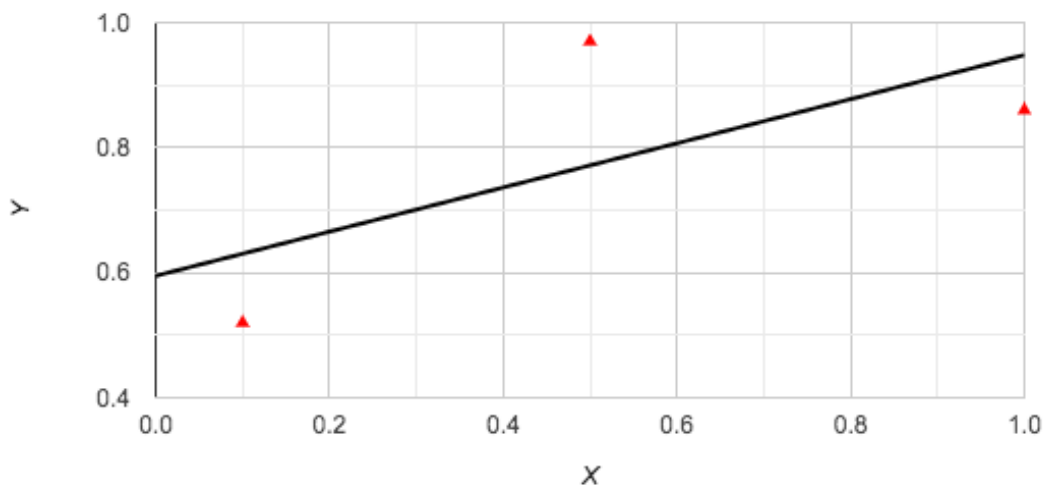


Figura 3- Correlação linear entre a quantidade de pó da *L. trifolia* e o Índice de Repelência apresentado, sendo $r = 0,6791$ e $p = 0,5248$.

Na família Verbenaceae, com o gênero *Lippia*, foram realizados testes por Santos *et al.* (2017) que concluíram a eficácia do óleo essencial das espécies *Lippia thymoides*, *Lippia insignis* e *Lippia lasiocalycina* e extratos metanólicos de *Lippia insignis* como uma alternativa promissora para repelir

cupins das espécies *Nasutitermes corniger*. Estudos realizados por Neves (2019) comprovaram que a utilização do óleo essencial de *Lippia alba* associado a técnica de ultra diluição como eficaz no controle da espécie de carrapato do boi, *Rhipicephalus microplus*, fazendo um controle de 99,0% das larvas e de 96,1% das ninfas nas concentrações de 14,10 e 18,80mg/mL respectivamente.

Experimentos realizados por Mendes (2018) que analisou o potencial larvicida da *Lantana camara* e obteve que o extrato etanólico bruto das partes aéreas (folhas e flores) desta espécie possui atividade larvicida moderada nas larvas de 3º e 4º estágios do *Aedes aegypti* causando a morte média superior a 90% das larvas após 48 horas de exposição. Estudos de Goes *et al.* (2016) encontraram que há capacidade bioativa nas folhas de *Lantana trifolia* em experimentos realizados para avaliar a atividade antimicrobiana desta espécie sobre *Staphylococcus aureus*.

Estudos utilizando estas espécies, ou gêneros, avaliando o seu potencial repelente empregando seus extratos, óleos essenciais, pós, fazendo uso das folhas ou outras partes obtiveram resultados do potencial repelente, inseticida, fungicida, larvicida ou bactericida. Lima *et al.* (2011) identificaram em estudos um poderoso potencial inseticida do óleo essencial de *Lippia sidoides* sobre *T. molitor* e fizeram a identificação de 92,53% dos constituintes presentes nesse óleo, como o carvacrol, 1-8-cineol, timol e monoterpenos e concluíram que estes compostos podem ser utilizados como uma nova ferramenta no Manejo Integrado de Pragas.

Apesar dos óleos essenciais ou extratos serem mais eficientes, justifica-se o uso das folhas em pó por serem mais facilmente encontradas e manipuladas, pela facilidade de aplicação e pela natureza do produto a ser protegido e permite que pequenos produtores utilizem este recurso caso queiram fazer o controle dos insetos em grãos armazenados em suas propriedades (Oliveira *et al.*, 2003). No sudeste da África, os produtores utilizam pó de tabaco para controle de insetos no armazenamento de milho, como mencionado por Golob *et al.* (1981). Santos *et al.* (1984) relata que, no Brasil, pequenos produtores fazem uso, relativamente comum, de folhas de Eucalipto entre as camadas de espigas de milho para controle de pragas.

Estudos realizados por Cardoso (2016) mostram que o pó das folhas dessecadas de *L. alba* mantém a integridade dos compostos microscópicos originais da planta, sendo possível observar as estruturas secretoras de óleo essencial, os tricomas glandulares, onde encontra-se a maior parte das substâncias repelentes.

A composição majoritária dos compostos do óleo essencial de *L. alba* descritos na literatura com maior frequência são quimiotipos contendo citral, carvona e linalol, além disso, é constituída por sesquiterpenos e monoterpenos, monocíclicos ou acíclicos, com variações qualitativas e quantitativas dos teores de carvona, limoneno, mirceno, linolol, neral e geranial, o que explica seu potencial repelente (Barbosa *et al.*, 2006; Marino *et al.*, 2012; Aguiar e Costa, 2005). É descrito ainda, na literatura, constituintes dos metabólitos secundários da espécie *L. alba* os flavonoides, taninos,

saponinas, iridóides triterpênicos, resinas, mucilagem e óleo essencial, que apresenta entre suas funções atividade antimicrobiana (Cardoso, 2016).

Estudos para avaliar a composição dos metabólitos secundários do macerado da folha de *L. trifolia* identificaram a presença de alcalóides, glicosídeos cardiotônicos, cumarinas voláteis, taninos, saponinas, triterpenos e/ou esteróides e derivados antracênicos que foram testados como antimicrobiano apresentando resultados inibitórios sobre cepas de *Staphylococcus aureus*, bactéria gram-positiva, e *Escherichia coli*, bactéria gram-negativa (Goes *et al.*, 2016; Goes *et al.*, 2021), sendo estes compostos que explicariam o potencial repelente apresentado por esta espécie nos testes realizados neste trabalho.

Conclusão

Conclui-se que a *L. alba*, nas quantidades de 0,1g e 1,0g, apresenta potencial repelente e mais estudos seriam necessários para entender as causas do porquê na concentração de 0,5g não apresentou repelência, pois pode ter acontecido algo, como na obtenção do pó, sendo utilizado mais talos do que folhas (os talos possuem menos metabólitos secundários), que caracterizou esta quantidade de pó utilizado com repelência neutra. A espécie *L. trifolia* foi considerada como repelente na quantidade de 0,1g, apresentando menor eficácia quando comparada a *L. alba*. Sugere-se que outras partes das plantas, os extratos aquosos e os óleos essenciais destas sejam testados para avaliar se terão maior eficiência que a utilização dos pós secos oriundos das folhas, sobre *T. molitor*.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a minha família, meu pai Marcelo, minha mãe Maria José e a minha irmã Sílvia, que são minhas raízes e meu ponto seguro, que me ensinaram e me deram bagagem para ter a base que tenho hoje de perseverança e coragem para enfrentar todas as adversidades que a vida tem e que me foram apresentadas depois que fui morar distante deles.

Sou muito grata a todos os meus amigos que estiveram comigo durante minha graduação e compartilharam comigo momentos felizes e tristes, me apoiando e me ajudando sempre que precisei, me dando forças e confiança para continuar e que sempre estarão comigo no meu coração, em especial a Luciana, Gabriela, Ayeska, Mayara, Luiza, Monique, Eliza, Juliana, Tauane, Willian, Camila e Ana Flávia, que foram meu ponto de equilíbrio e sustentação em tantos momentos, me dando um ombro amigo pra chorar e/ou companhia para celebrar momentos especiais, sou eternamente grata por termos nos encontrado nessa jornada.

Agradeço também ao grupo PET Mais Saúde por tantas experiências e vivências que agregaram muito a minha vida acadêmica e pessoal, que me fez crescer e evoluir em vários aspectos, a tutora deste grupo e coorientadora deste trabalho, Juliana Aparecida Povh, agradeço pelos ensinamentos e pela paciência nesses 4 anos de trabalho, sua determinação e garra serviram de exemplo para que eu pudesse chegar até aqui. Aproveito para agradecer a bolsa recebida durante o Programa de Educação Tutorial vinculada ao MEC.

Um agradecimento especial a todos meus professores do curso de Ciências Biológicas (UFU/Pontal), Lucas, Marcelo, Guilherme, Ariovaldo, Alexandre, Sandro, Karine, Kátia, Sabrina, Vanessa, Juliana, Carla, Gabriela e Luciana, que contribuíram para minha formação acadêmica e que levarei para a vida todos os ensinamentos e conselhos.

Por fim, agradeço à minha orientadora Prof^a. M^a. Vanessa Suzuki Kataguri, por ter aceitado me orientar e me guiado durante todo o processo que culminou neste trabalho, pelas conversas, conselhos, pela confiança, dedicação, perseverança e pela paciência para me ensinar e orientar, muito obrigada por tudo.

Referências

Aguiar, J.S.; Costa, M.C.C.D. 2005. *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae): levantamento de publicações nas áreas química, agrônômica e farmacológica, no período de 1979 a 2004. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 8(1): 79-84. Disponível em: <https://bit.ly/30sUcYQ>.

Araújo, W.S. et al. 2007. Relações Entre Adaptações De Plantas Do Cerrado Contra A Herbivoria E Insetos Associados. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de setembro de 2007, Caxambu, MG. Disponível em: <https://bit.ly/2XbcHj6>.

Abdulmassih, R. F. et al. 2018. Gestão e controle estatístico de pragas na indústria alimentícia. Disponível em: <https://bit.ly/3mMIZK8>.

Andrade, L. H. de et al. 2013. Efeito repelente de azadiractina e óleos essenciais sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodoeiro. Revista Ciência Agronômica, 44, 628-634. Disponível em: <https://bit.ly/3IHjZVj>.

Annies, V. 2012. Determinação estrutural, síntese e aplicação de compostos de origem botânica e ou derivados sintéticos visando o controle populacional e o efeito de repelência do mosquito *Aedes aegypti*. Disponível em: <https://bit.ly/2XcUEsZ>.

Antunes, L. E. G. et al. 2011. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15, 615-620. Disponível em: <https://bit.ly/3j2gabq>.

Aoyama, E. M.; Labinas, A. M. 2012. Características estruturais das plantas contra a herbivoria por insetos. *Enciclopédia Biosfera*, 8, 15, 365-386. Disponível em: <https://bit.ly/3p16C4e>.

Barbosa, F. F. et al. 2006. Influência da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) NE Brown. *Química Nova*, 29, 1221-1225. Disponível em: <https://bit.ly/2YWr5g7>.

Borges, L. P.; Amorim, V. A. 2020. Metabólitos Secundários De Plantas Secondary Plant Metabolites. *Revista Agrotecnologia, Ipameri*, 11, 1: 54-67. Disponível em: <https://bit.ly/3j1mIHx>.

Brito, S. S. S. et al. 2015. Bioatividade de óleos essenciais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae) em feijão-comum armazenado. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 10, 2: 243-248. Disponível em: <https://bit.ly/3aAnR44>.

Brida, A.; Santos, L.; Mendes, M.; Oliveira, N. 2017. Atividade Inseticida De Pós De Folhas De *Eucalyptus* Spp. Sobre *Sitophilus Zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) Em Grãos De Milho Armazenado. *Journal of Agronomic Sciences*, 6, 104-113. Disponível em: <https://bit.ly/3p18aLA>.

Camêlo, L. C. A. et al. 2011. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de erva-cidreira-brasileira [*Lippia alba* (Mill.) NE Br.]. *Scientia Plena*, 7, 5. Disponível em: <https://bit.ly/31Ft94w>.

Cardoso, P. H. et al. 2018. Verbenaceae na Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 69, 777-786. <https://bit.ly/3v9ITkI>.

Corrêa, P. G. et al. 2008. Herbivoria e anatomia foliar em plantas tropicais brasileiras. *Ciência e Cultura*, 60, 3: 54-57. Disponível em: <https://bit.ly/3ABSXTD>.

Corrêa, J. C. R.; Salgado, H. R. N. 2011. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 13, 4: 500-506. Disponível em: <https://bit.ly/30tmq5J>.

Guerra, A. M. N. M. et al. 2019. Teste de repelência de óleos essenciais sobre *Callosobruchus maculatus*. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, 9, 3. Disponível em: <https://bit.ly/3aAUXB1>.

Santos, V. S. V.; Cunha, J. R.; Silva, P. H. S. 2018. Atividade ovicida e repelente de pó de citronela sobre o caruncho do feijão-caupi. Embrapa Meio-Norte-Artigo em periódico indexado (ALICE). Disponível em: <https://bit.ly/3p2VwvJ>.

Faroni, L. R. A.; Sousa, A. H. Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. Tecnologia de armazenagem em sementes. Campina Grande: UFCG, 1, 371-402. Disponível em: <https://bit.ly/3j2GgLw>.

Fazolin, M. et al. 2007. Propriedade inseticida dos óleos essenciais de *Piper hispidinervum* C. DC.; *Piper aduncum* L. e *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. & K. Shum sobre *Tenebrio molitor* L., 1758. Ciência e Agrotecnologia, 31, 1: 113-120. Disponível em: <https://bit.ly/3vkrWmE>.

Fischer, M. L.; Wanto, M. M.; Paula, M. C. 2013. Zborowski. Interações entre *Gnatocerus cornutus* (Linnaeus, 1758) e *Tenebrio molitor* (Fabricius, 1798) (Coleoptera, Tenebrionidae). Agrarian, 6, 22: 519-523. Disponível em: <https://bit.ly/3j2pVpY>.

Fumagali, E. et al. 2008. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: O exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. Revista Brasileira de Farmacognosia, 18, 627-641. Disponível em: <https://bit.ly/3FIPTsF>.

Gallo, D. (in meioriam) et al. 2002. Entomologia agrícola, Piracicaba: FEALQ. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10. Disponível em: <https://bit.ly/3phts8b>.

Gatehouse, J. A. 2002. Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction. New phytologist, 156, 2: 145-169, 2002. Disponível em: <https://bit.ly/3AHiZEM>.

Goes, T. Z. F. et al. 2016. Prospecção fitoquímica e antimicrobiana dos extratos de *Lantana camara* L. e *Lantana trifolia* L. (prospecção fitoquímica e antimicrobiana de *L. camara* e *L. trifolia*). Disponível em: <https://bit.ly/3ve8fMY>.

Goes, T. Z. F. et al. 2021. Prospecção Fitoquímica E Antimicrobiana Dos Extratos De *Lantana Camara* L. E *Lantana Trifolia* L. *Saber Científico* (1982-792X), 5, 1: 1-11. Disponível em: <https://bit.ly/3ve8fMY>.

Golob, P. J.; Mhango, V.; Ngulube, F. 1981. The use of local available materials as protectants of maize grain against insects infestation during storage in Malawi. *Journal of Stored Products Research*, Elmsford, 18, 67-74. Disponível em: <https://bit.ly/3AH050Z>.

Inga Chavelón, L. 2016. Identificación de los componentes del aceite esencial de *Lantana camara* L. Formulación y elaboración de una forma farmacéutica repelente de insectos. Disponível em: <https://bit.ly/2YV85OT>.

Jannuzzi, H. et al. 2011. Avaliação agronômica e química de dezessete acessos de erva-cidreira [*Lippia alba* (Mill.) NE Brown]-quimiotipo citral, cultivados no Distrito Federal. *Revista brasileira de plantas medicinais*, 13, 258-264. Disponível em: <https://bit.ly/3ACxpGd>.

Kawassaki, N. F. C. et al. 2008. Quantificação de rutina e genistina e identificação de metabólitos secundários em raízes e folhas de soja. In: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Jornada Acadêmica Da Embrapa Soja, Londrina. Disponível em: <https://bit.ly/2YMLRPn>.

Lin, H., M. Kogan; D. Fischer. 1990. Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. *Environ Entomol*, 19: 1852-1857. Disponível em: <https://bit.ly/2YQSKOX>.

Lima, R. K. et al. 2011. Chemical composition and fumigant effect of essential oil of *Lippia sidoides* Cham. and monoterpenes against *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 4: 664-67. Disponível em: <https://bit.ly/3mSGUfB>.

Lima-Mendonça, A. et al. 2013. Efeito de pós vegetais sobre *Sitophilus zeamais* (Mots., 1855) (Coleoptera: Curculionidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 80, 91-97. Disponível em: <https://bit.ly/3aC5ICO>.

Lorini, I. et al. 2015. Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas. CEP, 86001, 970. Disponível em: <https://bit.ly/3BJaUku>.

Marino, R. H. et al. 2012. Controle de *Meloidogyne incognita* raça 1 com óleo essencial de *Lippia Alba*. Disponível em: <https://bit.ly/3IG2KDO>.

Mazzonetto, F.; Vendramim, J. D. 2003. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. Neotropical Entomology, 32, 145-149. Disponível em: <https://bit.ly/3jmePN5>.

Melo, J. B. 2017. Aspectos da anatomia foliar e caulinar de *glandularia peruviana* (L.) small (verbenaceae). Disponível em: <https://bit.ly/2YNibl9>.

Nascimento, A. M. D. et al. 2014. Atividade repelente e larvicida de *Xylopiia laevigata*, *X. frutescens* (Annonaceae) e *Lippia pedunculosa* (Verbenaceae) sobre mosquitos *Aedes aegypti* (Diptera-Culicidae). Disponível em: <https://bit.ly/3BHyCxi>.

Navarrete, A. et al. 2011. Improvement of essential oil steam distillation by microwave pretreatment. Industrial & Engineering Chemistry Research, 50, 8: 4667-4671. Disponível em: <https://bit.ly/3aSMMQJ>.

Neves, G. W. C. 2019. Eficácia dos óleos essenciais de *Lippia Alba* e *Citrus sinensis* (L.) Osbeck e as suas diluições com técnicas homeopáticas para controle do carrapato *Rhipicephalus microplus*. Disponível em: <https://bit.ly/3BIeXO3>.

Oliveira, S. et al. 2003. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Ciência e Agrotecnologia, 27, 1231-1236. Disponível em: <https://bit.ly/3p3hDC8>.

Oki, Y. U. M. I. 2005. Interações entre larvas de Lepidoptera e as espécies de Malpighiaceae em dois fragmentos de Cerrado do Estado de São Paulo. Doctor Thesis. FFCLRP, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil. Disponível em: <https://bit.ly/3vefd4X>.

Pedotti-Striquer, L.; Bervian, C. I. B.; Favero, S. 2006. Ação repelente de plantas medicinais e aromáticas sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 10, 1: 55-62. Disponível em: <https://bit.ly/2YULnGL>.

Pérez, D.; Iannacone, J. 2006. Efectividad de extractos botánicos de diez plantas sobre la mortalidad y repelencia de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., insecto plaga del Pijuayo *Bactris gasipaes* Kunth en la Amazonía del Perú. *Agricultura Técnica*, 66, 1: 21-30. Disponível em: <https://bit.ly/3mVrw21>.

Pinto-Zevallos, D. M. et al. 2013. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. *Química Nova*, 36, 1395-1405. Disponível em: <https://bit.ly/3mWzub9>.

Portal, R. K. V. P. et al. 2017. Fenologia de *Lippia alba* (Mill.) NE Br. (Verbenaceae) no município de Belém-Pará. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Seminário De Iniciação Científica Da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. Disponível em: <https://bit.ly/30t6fFy>.

Procópio, S. O. et al. 2003. Efeito de pós vegetais sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). Disponível em: <https://bit.ly/3j0g9EQ>.

Procópio, S. O. et al. 2003. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 27, 6:1231-1236. Disponível em: <https://bit.ly/3p3hDC8>.

Ringuelet, J. et al. 2005. Repelencia y mortalidad de la esencia de *Lippia alba* sobre *Tribolium castaneum*. Reunión de la Sociedad Latinoamericana de Fitoquímica" Prof. Emérito Patrick Moyna". V., Montevideo, UY, 28. Disponível em: <https://bit.ly/3aI4eap>.

Santos, D. R. et al. 2017. Atividade inseticida de extratos e óleos essenciais de espécies do Gênero *Lippia* contra *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) e *Nasutitermes corniger* (Motschulsky, 1855). Disponível em: <https://bit.ly/3DLreJDhE>.

Santos, J. S. et al. 2009. Verbenaceae sensu stricto na região de Xingó: Alagoas e Sergipe, Brasil. *Rodriguésia*, 60, 4: 985-998. Disponível em: <https://bit.ly/3aFswBY>.

Santos, V. S.; Silva, P. H. S.; Pádua, L. E. 2018. Bioatividade do óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham. (alecrim-pimenta) sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Crysomelidae). Embrapa Meio-Norte-Artigo em periódico indexado (ALICE). Disponível em: <https://bit.ly/2YOOTSw>.

Schoonhoven, L. M., van Loon, J. J. A., Dicke, M. Insect-plant Biology. 2005. 2nd ed. Oxford University Press. Disponível em: <https://bit.ly/3p480mF>.

Shimbori, E. M. 2009. Sistema hospedeiro-parasitoide associado à *Piper glabratum* Kunth e *P. mollicomum* Kunth (Piperaceae) no município de São Carlos, SP. Disponível em: <https://bit.ly/3j36gXb>.

Soares, A. M. S.; Machado, O. L. T. 2007. Defesa de plantas: sinalização química e espécies reativas de oxigênio. Revista Trópica–Ciências Agrárias e Biológicas, 1, 1: 10. Disponível em: <https://bit.ly/2YRPDpX>.

Social Science Statistics. 2021. Resources for students and researchers working with statistics in the social sciences. Disponível em: <https://www.socscistatistics.com/>.

Stangarlin, J. R. et al. 2011. A defesa vegetal contra fitopatógenos. Scientia Agraria Paranaensis, 10, 1: 18. Disponível em: <https://bit.ly/3vd3pjf>.

Tavares, I. B.; Momenté, V. G.; Nascimento, I. R. 2011. *Lippia alba*: estudos químicos, etnofarmacológicos e agrônômicos. Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia. Disponível em: <https://bit.ly/3DEYj2j>.

Teixeira, J. P. F. 2016. Comunicação entre plantas como estratégia de defesa. Instituto Agrônomo, Centro de Recursos Genéticos Vegetais, Campinas, SP. Disponível em: <https://bit.ly/3BJSrV1>.

The Catalogue of Life Partnership. 2017. APG IV: Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. Checklist dataset. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/fzuaam>

Valério, G. B. et al. Estudo dos compostos fenólicos das folhas e frutos de *Lantana trifolia* L. (Verbenaceae). 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3n1zHu2>.

Viegas, J. C. 2003. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Química Nova*, 26, 390-400. Disponível em: <https://bit.ly/3aEhdtx>.

Xavier, M. V. A. et al. 2015. Toxicidade e repelência de extratos de plantas da caatinga sobre *Tetranychus bastosi* Tutler, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) em pinhão-mansão. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 17, 790-797. Disponível em: <https://bit.ly/3j3Xjgf>.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi elaborado de acordo com as normas da Revista Caderno de Ciências Agrárias.