



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO –  
UFRPE UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA – UAST  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**VANESSA LUANA DA CONCEIÇÃO PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE JUAZEIRO ASSOCIADO  
A ÓLEOS VEGETAIS ADJUVANTES COMO ACARICIDA NATURAL PARA O  
CONTROLE DE *Tetranychus ludeni* EM ALGODOEIRO**

**SERRA TALHADA**

**PERNAMBUCO - BRASIL**

**2021**

**VANESSA LUANA DA CONCEIÇÃO PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE JUAZEIRO ASSOCIADO  
A ÓLEOS VEGETAIS ADJUVANTES COMO ACARICIDA NATURAL PARA O  
CONTROLE DE *Tetranychus ludeni* EM ALGODOEIRO**

Monografia apresentada ao curso de  
Bacharelado em Ciências Biológicas da  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
– Unidade Acadêmica de Serra Talhada,  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Bióloga.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cláudia Helena  
Cysneiros Matos de Oliveira.

**SERRA TALHADA**

**PERNAMBUCO - BRASIL**

**2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- P436a      Pereira, Vanessa Luana da Conceição  
Avaliação do Extrato Aquoso de Folhas de Juazeiro Associado a Óleos Vegetais Adjuvantes Como Acaricida Natural Para o Controle de *Tetranychus ludeni* em Algodoeiro / Vanessa Luana da Conceição Pereira. - 2021.  
51 f. : il.
- Orientadora: Claudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira.  
Coorientador: Carlos Romero Ferreira de Oliveira.  
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Biológicas, Serra Talhada, 2021.
1. Extratos botânicos. 2. *Tetranychus ludeni*. 3. *Gossypium hirsutum*. 4. espalhantes adesivos. I. Oliveira, Claudia Helena Cysneiros Matos de, orient. II. Oliveira, Carlos Romero Ferreira de, coorient. III. Título

CDD 574

---

**VANESSA LUANA DA CONCEIÇÃO PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE JUAZEIRO ASSOCIADO  
A ÓLEOS VEGETAIS ADJUVANTES COMO ACARICIDA NATURAL PARA O  
CONTROLE DE *Tetranychus ludeni* EM ALGODOEIRO**

**Monografia apresentada à banca examinadora em 03 de agosto de 2021.**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Helena Cysneiros Matos de Oliveira (UFRPE-  
UAST) Membro Titular / Orientadora**

**Prof. Dr. Carlos Romero Ferreira de Oliveira (UFRPE/UAST)  
Membro Titular**

**Dr<sup>a</sup>. Yasmin Bruna de Siqueira Bezerra (UFPE)  
Membro Titular**

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Cláudia Helena Oliveira.

A minha mãe.

A mim, pelo meu esforço e luta para concluir esse ciclo na minha vida.

*Dedico.*

A ignorância gera, mais frequentemente, confiança do que o conhecimento: são os que sabem pouco, e não aqueles que sabem muito, que afirmam de uma forma tão categórica que este ou aquele problema nunca será resolvido pela ciência.

*Charles Darwin*

## **AGRADECIMENTOS**

A minha mãe, por sempre estar ao meu lado, confiar e me apoiar em minhas escolhas.

A professora Cláudia Helena Oliveira, minha orientadora, sempre transbordando paz, sabedoria e amor, me concebeu a oportunidade e confiança para trabalhar e desenvolver este projeto e me acolheu na família do NEA/UFRPE.

Ao meu coorientador Prof. Carlos Romero Oliveira, por todo o apoio, acolhimento, pelas atualizações sobre prazos e eventos, sempre buscando o melhor para a equipe do NEA/UFRPE.

A todos os meus professores universitários:

Mauro Jr., Rogério, Osmar, Luiz Carlos, Viana, Leandro, Luciano, Geraldo, as Lucianas, Romero, Alexandre, Maria das Graças, Hélio, Jailson, Ana Luiza, Cássia, Virginia, Plínio, Cíntia, Daniel, Martinho, Valdeline, Eduardo e, claro, a Cláudia. Enfim, listei todos os professores porque tenho muito a agradecer a todos vocês, sou partes de cada um de vocês, levarei pra vida todas as palavras, discursos motivacionais e desmotivacionais (hahah), saberes e essências, nunca esquecerei! Cada um de vocês me ensinou um pouco me mostrou o que é ser biólogo, a criticar, indagar e buscar conhecimento. Se cheguei até aqui foi porque cada um de vocês segurou a minha mão até eu completar o passo.

Aos meus amigos, em especial Éwerton, por sempre segurar as pontas pra mim, me ajudar, estar ao meu lado, me levantar e me alertar pra vida, somos partes de um amigo, e essa interação vem de outras vidas, talvez não tivesse chegado aqui sem seu apoio, motivação e broncas <3. E também a Shirlene, Natalia, Charles, Eduarda, Raiana, Carla, Erika... Vocês marcaram minha vida para sempre, também não teria chegado até aqui sem vocês!

A toda a comunidade acadêmica, desde os terceirizados até o reitor, e principalmente ao atual coordenador do curso de Ciências Biológicas, prof. Daniel, pela paciência e disponibilidade comigo. Cada um de vocês me ajudou com um tijolinho, e aos “tios e tias da limpeza” por uma conversa ou ajuda em algum momento.

A família NEA, pelo apoio, carinho e acolhimento, em especial a Jordão, sempre trabalhando junto para desenvolver nossas pesquisas, por me ajudar a rodar a estatística (não teria conseguido sem você amigo) e ser tão prestativo, sem esquecer da tranquilidade do mundo todo. Vocês foram muito importantes pra mim e os momentos compartilhados foram de muita inspiração e conhecimentos.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI/CNPq/UFRPE) pela oportunidade de realizar uma pesquisa científica.

E ao Ser acima de mim, sempre ao meu lado, me trilhando para caminhos  
surpreendentes. É isso, sou grata a todos vocês por não me deixarem desistir dos meus  
objetivos, OBRIGADA!

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Aspecto geral da arena montada com folha de feijão-de-porco, em placa Gerbox® e infestada com <i>Tetranychus ludeni</i> para criação estoque em câmara climatizada (27°C±2, 70±10 UR e 12h de fotofase). UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021) .....	24
<b>Figura 2</b> - Aspecto geral das arenas montadas para experimento de toxicidade do extrato aquoso de juazeiro associado aos diferentes adjuvantes sobre o <i>T. ludeni</i> . UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021). .....	27
<b>Figura 3</b> - Aspecto geral das gaiolas de madeira revestida com organza, com vasos semeados com algodoeiro para experimento em escala de semi-campo na UFRPE-UAST. Teste de eficiência. Maio 2021. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021). .....	29
<b>Figura 4</b> - Escala diagramática das doenças de final de ciclo da soja ( <i>Glycine max</i> ) causadas por <i>Septoria glycines</i> e <i>Cercospora kikuchii</i> . Painel superior: Sintomas agregados. Painel inferior: Sintomas aleatoriamente distribuídos.....	30
<b>Figura 5</b> - Aspecto geral do tubo de ensaio com o resultado mostrando alíquotas nas paredes do tubo além da coloração avermelhada após a adição do indicador Dragendorff, resultado positivo para alcaloides. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021) .....	32
<b>Figura 6</b> - Aspecto geral do tubo de ensaio com o resultado obtido no teste de espuma para a presença de saponinas: a formação de espuma persistente acima do nível do extrato indica resultado positivo para saponinas. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021) .....	32
<b>Figura 7</b> - Aspecto geral do tubo de ensaio com o resultado obtido no teste de presença de taninos: a coloração mais clara do extrato após a adição do cloreto férrico (1%), indica resultado positivo para taninos. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021). .....	33
<b>Figura 8</b> - Toxicidade da CL <sub>50</sub> do extrato de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes sobre o ácaro <i>Tetranychus ludeni</i> nos testes preventivo (A) e curativo (B). Testemunha = extrato aquoso de juazeiro (CL <sub>50</sub> ), T2 = ext. juazeiro (CL <sub>50</sub> ) + óleo de coco [1,5%], T3 = ext. juazeiro (CL <sub>50</sub> ) + óleo de soja [1,5%], T4 = ext. juazeiro (CL <sub>50</sub> ) + óleo de canola [1,5%], T5 = ext. juazeiro (CL <sub>50</sub> ) + óleo de girassol [1,5%]. .....	34
<b>Figura 9</b> - Toxicidade da CL <sub>90</sub> do extrato de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes sobre o ácaro <i>Tetranychus ludeni</i> nos testes preventivo (A) e curativo (B). Testemunha = extrato aquoso de juazeiro (CL <sub>90</sub> ), T2 = ext. juazeiro (CL <sub>90</sub> ) + óleo de coco [1,5%], T3 = ext. juazeiro (CL <sub>90</sub> ) + óleo de soja [1,5%], T4 = ext. juazeiro (CL <sub>90</sub> ) + óleo de canola [1,5%], T5 = ext. juazeiro (CL <sub>90</sub> ) + óleo de girassol [1,5%]. .....	34
<b>Figura 10</b> - Número de <i>Tetranychus ludeni</i> vivos e mortos em plantas de algodoeiro pulverizadas com a CL <sub>50</sub> (A) e CL <sub>90</sub> (B) do extrato de juazeiro associado a óleos vegetais como adjuvantes. Médias com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao número de ácaros vivos. Médias com mesma letra minúscula não diferem quanto ao número de ácaros mortos.....	36
<b>Figura 11</b> - Efeito residual da CL <sub>50</sub> do extrato aquoso de juazeiro em associação com óleos adjuvantes sobre o ácaro <i>T. ludeni</i> em algodoeiro. ....	40
<b>Figura 12</b> - Efeito residual da CL <sub>90</sub> do extrato aquoso de juazeiro em associação com óleos adjuvantes	

sobre o ácaro <i>T. ludeni</i> em algodoeiro. ....	42
<b>Figura 13</b> - Aspecto geral das folhas de algodoeiro no teste de avaliação da fitotoxicidade da CL <sub>50</sub> do extrato aquoso de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes em plantas de algodoeiro com dois meses de idade: Dia 1 - Antes da aplicação dos tratamentos. Campus UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V.L.C. (2021) .....	43
<b>Figura 14</b> - Aspecto geral das folhas de algodoeiro no teste de avaliação da fitotoxicidade da CL <sub>50</sub> do extrato aquoso de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes em plantas de algodoeiro com dois meses de idade: Dia 1 – Folhas pulverizadas com o extrato de juazeiro associado aos óleos de canola (A) e coco (B). Campus UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021). ....	43
<b>Figura 15</b> - Aspecto geral das folhas de algodoeiro no teste de avaliação da fitotoxicidade da CL <sub>90</sub> do extrato aquoso de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes em plantas de algodoeiro com dois meses de idade: Dia 1 – Folhas pulverizadas com o extrato de juazeiro associado aos óleos de soja (A) e girassol (B). Campus UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021). ....	44
<b>Figura 16</b> - Aspecto geral das folhas de algodoeiro no teste de avaliação da fitotoxicidade da CL <sub>90</sub> do extrato aquoso de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes em plantas de algodoeiro com dois meses de idade: Dia 2 – Folhas pulverizadas com o extrato de juazeiro associado aos óleos de soja (A), canola (B) e girassol (C). Campus UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021) .....	44

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Eficiência de controle (%) de acordo com a fórmula de ABOTT (1925) das concentrações letais (CL <sub>50</sub> e CL <sub>90</sub> ) do extrato de juazeiro associado a óleos vegetais como adjuvantes sobre o ácaro <i>Tetranychus ludeni</i> em plantas de algodoeiro. Experimento conduzido em escala de semi-campo na Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE. ....	37
<b>Tabela 2</b> - Mortalidade, mortalidade corrigida (Ma %) e agrupamento toxicológico do extrato aquoso de juazeiro associado a óleos vegetais como adjuvantes sobre ácaros <i>T. ludeni</i> , em algodoeiro .....	37
<b>Tabela 3</b> - Comparação de valores, quantidade e rentabilidade dos diferentes óleos vegetais (adjuvantes) ao extrato aquoso de juazeiro. ....	38
<b>Tabela 4</b> - Efeito residual da CL <sub>50</sub> do extrato aquoso de juazeiro em associação com óleos vegetais adjuvantes sobre o ácaro <i>T. ludeni</i> , em condições de laboratório (T: 27±2 °C, UR: 70±5 % e 12h de fotofase).....	40
<b>Tabela 5</b> - Efeito residual da CL <sub>90</sub> do extrato aquoso de juazeiro em associação com óleos vegetais adjuvantes sobre o ácaro <i>T. ludeni</i> , em condições de laboratório (T: 27±2 °C, UR: 70±5 % e 12h de fotófase).....	42

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
2.1 O ÁCARO <i>Tetranychus ludeni</i> .....	17
2.2 ALGODOEIRO .....	18
2.3 O JUAZEIRO E SEUS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS .....	19
2.4 UTILIZAÇÃO DE ADJUVANTES E CONTROLE ALTERNATIVO .....	20
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	22
3.1 GERAL.....	22
3.2 ESPECÍFICOS .....	22
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	23
4.1 CRIAÇÃO DOS ÁCAROS <i>Tetranychus ludeni</i> .....	23
4.2 COLETA E OBTENÇÃO DO EXTRATO VEGETAL.....	24
4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS .....	25
4.4 TOXICIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO COM ÓLEOS VEGETAIS COMO ADJUVANTES SOBRE ÁCAROS <i>T. ludeni</i> EM ALGODOEIRO.....	25
4.5 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO COM OS ÓLEO VEGETAIS ADJUVANTES COCO E GIRASSOL NO CONTROLE DO ÁCARO <i>T. ludeni</i> EM ALGODOEIRO .....	27
4.6 EFEITO RESIDUAL DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO A ÓLEOS VEGETAIS COMO ADJUVANTES NO CONTROLE DE <i>T. ludeni</i> EM ALGODOEIRO .....	29
4.7 FITOTOXICIDADE DOS ACARICIDAS NATURAIS PRODUZIDOS SOBRE O ALGODOEIRO .....	30
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS .....	32
5.2 TOXICIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO COM ÓLEOSVEGETAIS COMO ADJUVANTES SOBRE ÁCAROS <i>T. ludeni</i> EM ALGODOEIRO .....	33
5.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO COM ÓLEOS VEGETAIS ADJUVANTES DE GIRASSOL E COCO PARA O CONTROLE DE <i>T. ludeni</i> EM ALGODOEIRO.....	35
5.4 EFEITO RESIDUAL DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO AOS ADJUVANTES NO CONTROLE DE ÁCAROS <i>T. ludeni</i> EM ALGODOEIRO.....	38
5.5 FITOTOXICIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO ASSOCIADO A ÓLEOS VEGETAIS ADJUVANTES SOBRE O ALGODOEIRO.....	43
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	46
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47

## RESUMO

O ácaro-praga *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) causa danos irreversíveis ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), o qual possui grande importância socioeconômica por ser a principal fonte de matéria-prima para as indústrias têxteis no Brasil e no mundo. O controle desta praga é feito usualmente com acaricidas sintéticos, os quais tem gerado resistência nas populações desses artrópodes, além de serem inviáveis em termos de sustentabilidade e proteção ao meio ambiente. Nesse contexto, o presente estudo teve o objetivo de avaliar o efeito da adição de óleos vegetais: coco (1,5%), soja (1,5%), canola (1,5%) e girassol (1,5%), como adjuvantes ao extrato aquoso das folhas de *Sarcomphalus joazeiro* Mart (Rhamnaceae), para ser utilizado como acaricida natural no controle do ácaro *T. ludeni*. Foi estimada a eficiência e a mortalidade do extrato, em laboratório, nas concentrações que matam 50% (CL<sub>50</sub>) e 90% (CL<sub>90</sub>) da população, [3,0%] e [8,81%] respectivamente, as repetições foram duplicadas para análise do efeito em testes preventivo e curativo. Um teste do efeito residual foi realizado em campo, onde mudas de algodoeiro foram mantidas em gaiolas revestida com organza. O teste de fitotoxicidade foi avaliado através da comparação com a escala diagramática proposta por MARTINS et al. (2014). Também foi identificado a presença de saponinas, taninos e alcaloides através de testes fitoquímicos, no extrato. O extrato aquoso das folhas de juazeiro mostrou-se tóxico contra o *T. ludeni*, tendo seu efeito potencializado com a utilização dos óleos vegetais como adjuvantes. Todos os adjuvantes testados foram eficientes no controle de *T. ludeni* ocasionando mortalidade superior a 70%. O óleo adjuvante que mais se destacou foi o de girassol seguido pelo óleo de coco. A utilização dos óleos adjuvantes associados ao extrato de juazeiro não causou fitotoxicidade ao algodoeiro, provavelmente devido a sua rápida degradação. Assim, é um potencial acaricida natural, biodegradável, de baixo custo e eficaz, contra o ácaro *T. ludeni*.

Palavras-chave: Extratos botânicos, *Tetranychus ludeni*, *Gossypium hirsutum*, espalhantes adesivos.

## ABSTRACT

The pest mite *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) causes irreversible damage to cotton (*Gossypium hirsutum* L.), which has great socioeconomic importance as it is the main source of raw material for textile industries in Brazil and worldwide. Control of this pest is usually done with synthetic acaricides, which have generated resistance in populations of these arthropods, in addition to being unfeasible in terms of sustainability and environmental protection. In this context, the present study aimed to evaluate the effect of adding vegetable oils: coconut (1.5%), soybean (1.5%), canola (1.5%) and sunflower (1.5%), as adjuvants to the aqueous extract of the leaves of *Sarcomphalus joazeiro* Mart (Rhamnaceae), to be used as a natural acaricide to control the mite *T. ludeni*. The efficiency and mortality of the extract was estimated in the laboratory at concentrations that kill 50% (LC<sub>50</sub>) and 90% (LC<sub>90</sub>) of the population, [3.0%] and [8.81%] respectively, the repetitions were duplicated to analyze the effect in preventive and curative tests. A residual effect test was carried out in the field, where cotton seedlings were kept in cages lined with organza. The phytotoxicity test was evaluated by comparing it with the diagrammatic scale proposed by Martins et al. (2014). The presence of saponins, tannins and alkaloids was also identified through phytochemical tests in the extract. The aqueous extract of juazeiro leaves proved to be toxic against *T. ludeni*, its effect being enhanced with the use of vegetable oils as adjuvants. All the adjuvants tested were efficient in controlling *T. ludeni* causing mortality higher than 70%. The adjuvant oil that stood out the most was sunflower oil followed by coconut oil. The use of adjuvant oils associated with the extract of juazeiro did not cause phytotoxicity to cotton, probably due to its rapid degradation. Thus, it is a potential natural, biodegradable, low cost and effective acaricide against the mite *T. ludeni*.

Keywords: Botanical extracts, *Tetranychus ludeni*, *Gossypium hirsutum*, adhesive spreaders

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de métodos naturais para lidar com pragas agrícolas teve seu destaque nas décadas de 30 e 40 (CORRÊA & SALGADO, 2011), sendo o Brasil pioneiro na exportação de produtos com as substâncias rotenona, peritrina e nicotina. Os inseticidas naturais são sintetizados a partir de plantas cujos compostos secundários produzidos possuem propriedades de defesa química contra herbívoros, esses podem estar presentes em toda a planta ou em partes de seu material vegetal (AGUIAR-MENEZES, 2005). Hoje, a procura por métodos naturais passou a ser tomada como alternativa para frear o uso de agrotóxicos, que causam diversos efeitos negativos, como: desvios metabólicos nas plantas aplicadas e redução da biodiversidade (TOKESHI, 2000). Além disso, podem eliminar os predadores naturais das pragas - que contribuem para manter o equilíbrio biológico - contribuem para a seleção de insetos resistentes aos agrotóxicos e para o aparecimento de pragas secundárias (COSME et al., 2007).

A utilização de inseticidas botânicos apresenta vantagens em relação aos inseticidas sintéticos, como rápida ação e degradação, não são fitotóxicos, apresentam baixa toxicidade a mamíferos e geralmente não são danosos a insetos e ácaros benéficos (predadores de herbívoros). São produtos de baixo custo e, no caso de extratos vegetais, são de fácil produção (MOREIRA et al., 2006).

Dentre os artrópodes de importância econômica, ácaros se destacam por causar danos irreversíveis as culturas vegetais. O principal meio de controle de ácaros são os acaricidas, os quais podem causar repelência, inibição da alimentação, da oviposição, do crescimento, alterações no sistema hormonal, comportamento sexual, esterilização nos adultos e mortalidade (FERRAZ et al., 2017).

O ácaro *Tetranychus ludeni* Zancher (Acari: Tetranychidae) é uma das principais pragas que acometem o algodoeiro *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae), causando danos à planta e diminuindo sua produção. Esta espécie é comumente encontrada em regiões tropicais e tem hábito exclusivamente fitófago. Ocorre normalmente na parte abaxial das folhas ao longo das nervuras, onde formam teias para proteger os ovos contra predadores e para evitar que ressequem. Geralmente, atacam primeiramente as folhas mais jovens causando manchas avermelhadas. (DA SILVA, 2002 & PEDRO NETO et al., 2013).

A importância do algodoeiro deve-se a sua fibra, sendo *G. hirsutum* o principal fornecedor de matéria prima para indústrias têxteis. No Brasil, a região Centro-Oeste é a principal fornecedora de algodão, seguida pelo Nordeste que produz cerca de 1.500kg em pluma/ha (BELTRÃO et al., 2009).

Tendo em vista a importância econômica do *G. hirsutum* e a busca por métodos de controle alternativo, pesquisas voltadas para a utilização de formas naturais e menos agressivas ao meio ambiente vêm ganhando destaque e se tornando cada vez mais indispensáveis (VENZON et al., 2019).

Os extratos vegetais quando usados de maneira isolada podem, em algumas situações, ter sua eficiência reduzida em função das características da cultura agrícola em que irá ser utilizado como acaricida/inseticida, como por exemplo, cerosidade das folhas e presença de tricomas, o que dificultam a absorção e distribuição homogênea do produto, sendo estudada a adição de adjuvantes aos pesticidas (KISSMAN, 1998).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O ÁCARO *Tetranychus ludeni*

O ácaro *Tetranychus ludeni* Zancher é um Tetranychidae popularmente conhecido como ácaro vermelho, devido a sua coloração vermelho intenso. Sua ocorrência tem sido favorecida pelo aumento da temperatura e estiagem, em decorrência do aquecimento global (BELTRÃO & AZEVEDO, 2008). No Brasil é encontrado na cultura algodoeira principalmente na parte abaxial das folhas do ponteiro e da região mediana da planta (MORAES & FLECHTMANN, 2008).

FERES & LOFEGO (2005) realizaram um levantamento das principais espécies de ácaros plantícolas da Estação Ecológica do Noroeste Paulista (SP) e encontraram *T. ludeni* associado a 15 espécies hospedeiras, dentre elas representantes das famílias Euphobiaceae e Verbenaceae, também de interesse econômico. Na realidade este ácaro é registrado em associação com mais de 300 espécies vegetais pelo mundo (BOLLAND et al., 1998), acomete principalmente o feijão, a berinjela, o hibisco, a abóbora, entre outras cucurbitáceas, no norte da Europa e América do Norte (JEPPSON et al., 1975), Na Índia é a principal praga de amoras (ANSARI & PAWAR, 1992).

Os tetraniquídeos são de grande importância agrícola mundial, pois cerca de 60% das espécies de ácaros fitófagos pertence a este grupo, que é composto por indivíduos estritamente adaptados a este hábito alimentar (AGUIAR-MENEZES et al., 2007). MORAES (1992) cita que os gêneros *Tetranychus*, *Oligonychus* e *Eotetranychus* compõem 75% dos ácaros fitófagos de maior interesse nessa família.

Segundo PASCHOAL (1970), em sua revisão sobre a família Tetranychidae, eles possuem quelíceras estiletiformes com os segmentos basais transformados em placas mandibulares (estilóforo), providas de músculos, onde sua movimentação resulta na prostração e a retração dos estiletos que são utilizados para perfurar a folha e injetar o produto das glândulas salivares em suas células, após retraindo o estilete os fluidos celulares vêm a superfície da planta e são sugados por ação da bomba faríngea (MORAES & FLECHTMANN, 2008). As folhas atacadas começam apresentando manchas avermelhadas que com o tempo tomam conta de toda a folha, que seca e cai.

Com relação ao ciclo de vida, a fecundação é direta. Quando os machos são raros ou ausentes a reprodução ocorre por partenogênese e pedogênese. Os Tetranychidae são ovíparos, seus ovos são postos, na maioria das vezes em grupos, mas também são encontrados isolados, geralmente próximo às nervuras da folha, onde podem ser encontrados entre os fios de teia, de forma a conferir proteção contra predadores e manutenção da umidade (MORAES &

FLECHTMANN, 2008). JEPPSON et al. (1975) afirmaram que a temperatura é o fator ambiental mais importante para subsistência dos tetraniquídeos, o que amplifica a taxa de oviposição e fecundidade em diversas espécies (NICKEL, 1960). O período médio de desenvolvimento de *T. ludeni* em ambiente climatizado ( $30\pm 1$  °C,  $70\pm 10\%$  Umidade Relativa - UR e 12 horas de fotófase), é de 8,50 dias para fêmeas e de 7,75 dias para os machos (SILVA, 2002).

## 2.2 ALGODOEIRO

*Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) é uma espécie herbácea, espermatófita, dicotiledônia, cultivada em mais de 100 países. Esta cultura é uma das que mais geram empregos, sendo os principais produtores a China, Índia, Estados Unidos e Brasil (USDA, 2021).

A séculos o algodão é utilizado pelo homem para produção de tecido, alguns fragmentos datam mais de quatro mil anos (AMPA, 2021). A cultura algodoeira é considerada a maior fornecedora de fibra para as indústrias têxteis no mundo, sendo o Brasil um dos seus principais produtores, com destaque nas regiões Centro-oeste e Nordeste (BELTRÃO et al., 2009), principalmente nos estados de Mato Grosso, Bahia e Goiás (SUASSUNA et al., 2006). Além da fibra, o algodoeiro possui sementes ricas em óleo, proteína e tegumento (BUAINAIN et al., 2007).

Pertencente à família Malvaceae, o algodão pode ser encontrado na fibra de cor branca, a mais utilizada para produção de tecido, sendo cultivado em média cerca de 34 milhões de hectares por ano. E na fibra de cor (marrom, amarelo, entre outras variedades), que também é bastante utilizada no agronegócio, tendo o cultivo ainda mais antigo que o algodão branco (BELTÃO & DE CARVALHO, 2004).

Esta espécie tem variedades perenes e anuais, apresenta crescimento simpodial, tem em sua morfologia uma raiz principal cônica, pivotante e profunda, também possui algumas raízes secundárias; seu caule, herbáceo ou lenhoso, é ereto e apresenta diversos ramos vegetativos e frutíferos (SILVA, 2020). As folhas, pecioladas, cordiformes (3-5 lóbulos) possuem consistência coriácea ou herbácea; as flores são completas isoladas, com presença de cálice, corola, androceu e gineceu, cinco sépalas e cinco pétalas, três brácteas dentadas, sua coloração varia do creme ao rosa; o fruto é uma cápsula deiscente, com 3-5 lóbulos com 6-10 sementes (CARVALHO & CHIAVEGATO, 1999). Ao longo do seu desenvolvimento o algodoeiro apresenta três tipos de folhas: as cotiledonares – primeiras que surgem (riniforme), os prófilos - pequenas folhas que surgem na base da gema próxima a axila da folha verdadeira, e as folhas verdadeiras – incompletas, sem bainha, estas possuem profundos recortes chamados de “okra”. O limbo é piloso (presença de pelos e tricomas capazes de secretar substâncias orgânicas) e

apresenta estômatos nas duas faces, as folhas também possuem glândulas internas de gossipol (pontos negros na superfície das folhas, hastes e sementes), este é um componente importante na defesa contra insetos (MACÊDO BELTRÃO et al., 2011).

ROSOLEM (2001) destaca fatores importantes, com relação ao cultivo e ecofisiologia do algodoeiro, como a temperatura que influencia significativamente nas fases de seu crescimento. Na sementeira, por exemplo, influencia no tempo de emergência, variando de 5-10 dias (21-37° C), outros fatores são: a sementeira na época adequada, o regime hídrico da região, irrigação, espaçamento e uniformidade da cultura, que afetam na competição e perda ou aumento na produtividade. Mudanças no manejo pode gerar aparecimento de doenças e pragas comprometendo a produção, podendo tornar-se epidêmica (SUASSUNA et al., 2006).

### 2.3 O JUAZEIRO E SEUS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS

*Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild é uma espécie arbórea, perenifolia, pertencente às angiospermas, família Rhamnaceae. Seu epíteto específico é originado do tupi que significa “frutos carnosos”. Suas raízes pivotantes são amplas e profundas, capazes de absorver água no subsolo. Seu tronco varia em formas retas e tortuosas, com ramos cheios de espinhos. Suas folhas possuem consistência membranácea, quando jovens, e coriácea, quando mais velhas, com forma ovalada ou elíptica e margem serreada. Nas cascas, frutos e folhas desta planta são encontrados constituintes fitoquímicos como alcalóides, flavonóides, taninos, saponinas e esteróides (SOUSA et al., 1991; CARVALHO, 2007; FUMAGALI et al., 2008; MELO et al., 2012).

O Juazeiro é uma espécie endêmica da Caatinga, que possui importância econômica, social e ecológica (LORENZI & MATOS, 2009), principalmente pelas suas propriedades medicinais e seus frutos ricos em nutrientes, como vitamina C (LOPPES, 2008.; SILVA et al., 2016), podendo ser utilizado na alimentação humana (DANTAS et al., 2014). Sua madeira é utilizada em construções rurais e na marcenaria (CARVALHO, 2007).

Estudos com o extrato de partes do juazeiro identificaram que seus compostos secundários possuem diversas atividades. COELHO et al. (2011) avaliaram a atividade alelopática do extrato das sementes de juazeiro, em diferentes concentrações, na germinação da alfaca, observando que o extrato foi capaz de influenciar significativamente a germinação e crescimento e causaram altas percentagens de plântulas anormais, mostrando que seus metabolismos secundários produzem substâncias que interferem na germinação de outras plantas no mesmo ambiente.

FERRAZ et al. (2017) avaliaram a atividade acaricida do extrato aquoso das folhas de juazeiro sobre o ácaro vermelho *Tetranychus ludeni*, o qual apresentou efeito repelente, elevada

toxicidade e eficiência sobre a mortalidade, sem ser fitotóxico ao algodoeiro. Os autores atribuíram o efeito acaricida às saponinas presentes nas folhas. Encontrada em diversas espécies da família Rhamnaceae. Saponinas são compostos secundários com forte efeito antiprotozoário e agente defaunador para ruminantes (SANTOS, 2016).

Disponibilidade de água, exposição a luz, interação com microorganismos patógenos e diversos outros organismos, são fatores que conferem necessidades adaptativas as plantas, tornando assim necessário um metabolismo secundário para produção de compostos que ajudem na sobrevivência das espécies (PAVARINI et al., 2012). O *S. joazeiro* possui capacidade de formar complexos esteroides que dificultam sua absorção ou desorganizam membranas celulares de ácaros *T. bastosi*, por exemplo (XAVIER et al., 2015).

## 2.4 UTILIZAÇÃO DE ADJUVANTES E CONTROLE ALTERNATIVO

Os extratos vegetais quando usados de maneira isolada podem, em algumas situações, ter sua eficiência reduzida em função das características da cultura agrícola em que será utilizado como acaricida/inseticida, como por exemplo cerosidade das folhas e presença de tricomas, o que dificulta a absorção e distribuição homogênea do produto (KISSMAN, 1998).

Para serem absorvidos pelas plantas e ter melhor eficiência, os pesticidas precisam ultrapassar três barreiras: a cutícula, a parede celular e a plasmalema (VIDAL & FLECK, 2007), e existem diversos fatores envolvidos nessa absorção, como a natureza física e química da cutícula, propriedades químicas do produto aplicado e o ambiente (meio abiótico) em que a espécie se encontra (KISSMAN, 1998). Nesse sentido, para melhorar o efeito dos produtos naturais, a utilização de adjuvantes vem sendo estudada.

Adjuvantes são substâncias sem efeito fitossanitário que são adicionadas à calda de pulverização visando principalmente o aumento da fixação e persistência do produto na planta (KISSMAN, 1998). Outro fator importante é que essas substâncias podem aumentar a eficiência biológica ou modificar algumas propriedades da solução, promovendo maior espalhamento, diminuição da deriva e maior eficiência na velocidade de absorção do produto (CUNHA et al., 2003; MARTINS et al., 2009; XU et al., 2010).

Óleos minerais ou vegetais são do tipo de adjuvante aditivo e interferem diretamente na absorção sobre a cutícula. Estes óleos atuam dissolvendo as gorduras das membranas celulares da cutícula, aumentando a adesão do extrato a folha, além de retardar a evaporação, aumentar a absorção e ter a função de espalhante e adesivo. Outros tipos de adjuvantes são os Modificadores das Propriedades de Superfície dos Líquidos (surfatantes) (VARGAS & ROMAN, 2006),

capazes de aumentar a área de contato com a folha, assim como a penetração através da cutícula, por atuar como umectante, ou seja, espalha o produto pelos espaços intercelulares da folha e causam desnaturação e precipitação de proteínas, e inativação de enzimas no artrópode-praga (FLECK, 1993). RUITER et al. (1990) observaram que a quantidade de adjuvantes a ser utilizada deve estar diretamente relacionada ao tipo de barreira que a espécie atacada oferece, de forma que quanto maior a barreira maior a quantidade de adjuvante a ser adicionada ao produto (extrato vegetal), e citam, por exemplo, que se a barreira da superfície foliar for formada por ceras epicuticulares cristalinas maior deve ser a concentração de adjuvante.

Os estudos sobre adjuvantes em relação ao controle de pragas agrícolas se concentram principalmente na sua utilização associada a inseticidas, fungicidas e acaricidas sintéticos visando o aumento da eficiência desses produtos (OLIVEIRA et al., 1997; ANDRADE et al., 2010; CHECHETO et al., 2012; GAION et al., 2015). Levando em consideração a busca por métodos alternativos ao controle químico sintético, pesquisas que avaliem a associação de adjuvantes a inseticidas e acaricidas botânicos são de grande importância, de maneira a contribuir com uma maior eficácia desses produtos para o manejo de pragas.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 GERAL

Avaliar o efeito de óleos de origem vegetal, como adjuvantes, sobre a eficiência do extrato aquoso de *Sarcomphalus joazeiro* para o controle do ácaro *Tetranychus ludeni* em algodoeiro.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

- Avaliar a toxicidade e a eficiência do extrato de juazeiro em associação com adjuvantes, óleo de coco, soja, canola e girassol, sobre *T. ludeni* em algodoeiro;
- Comparar o efeito residual do extrato aquoso de juazeiro associado aos diferentes adjuvantes sobre o *T. ludeni* em algodoeiro;
- Identificar e analisar os grupos de compostos bioativos presentes no extrato de juazeiro que possam ser viabilizados para a produção de acaricidas naturais.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), sendo os experimentos conduzidos no Núcleo de Ecologia de Artrópodes (NEA) e os testes fitoquímicos no Laboratório de Química.

As sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) utilizadas nos experimentos foram cedidas pela Embrapa Algodão. Estas foram semeadas em vasos de 20L contendo composto de solo arenoso, substrato e esterco, na proporção 3:1:1. As plantas foram mantidas em uma área experimental da UFRPE-UAST. O local de plantio não possuía sombreamento (árvores ou construções).

### 4.1 CRIAÇÃO DOS ÁCAROS *Tetranychus ludeni*

Ácaros *Tetranychus ludeni* foram coletados de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Triunfo - PE (07° 50' 17" S; 38° 06' 06" W) e levados ao Núcleo de Ecologia de Artrópodes (NEA), para início da criação-estoque em laboratório com o objetivo de serem utilizados nos experimentos. Para criação do *T. ludeni* foi utilizada uma adaptação de REIS & ALVES (1997), que consiste na montagem e manutenção de arenas em placas do tipo Gerbox®, contendo no seu interior espuma, de mesmo comprimento que a placa e com 3 cm de altura, recoberta com papel filtro e mantida com quantidade constante de água destilada (Figura 1). Sobre o papel filtro foi colocada uma folha de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC. – Fabaceae) com a parte abaxial voltada para cima, sendo esta face de preferência para os tetraniquídeos. Em seguida a mesma foi rodeada com algodão hidrofílico umedecido para evitar a fuga dos ácaros. As arenas foram mantidas em câmaras climáticas do tipo B.O.D. (27±2°C, 70±10% UR e 12 horas de fotófase), sendo trocadas quando necessário e replicadas quando houve superpopulação na arena. A transferência dos ácaros para a nova arena foi feita através do corte da folha antiga, colocando-a sobre a nova arena, de maneira que os ácaros pudessem se transferir para folha nova. O método apresenta vantagens em relação à criação em casa de vegetação, pois há um maior controle das espécies e ocupa pouco espaço.



**Figura 1** - Aspecto geral da arena montada com folha de feijão-de-porco, em placa Gerbox® e infestada com *Tetranychus ludeni* para criação estoque em câmara climatizada ( $27^{\circ}\text{C}\pm 2$ ,  $70\pm 10$  UR e 12h de fotofase). UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021).

#### 4.2 COLETA E OBTENÇÃO DO EXTRATO VEGETAL

As coletas das folhas de juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*) foram realizadas no campus da UAST, no fim de janeiro e em fevereiro (época reprodutiva da espécie), todas no início da manhã. Logo após as coletas, as folhas foram levadas ao laboratório (NEA/UAST) onde foram submetidas a banho de desinfecção em solução de cloro ativo a 0,06% durante 20 minutos. Em seguida, o material foi lavado com água e posto para secar a temperatura ambiente por 48h. Posteriormente, as folhas, em sacos de papel, foram secas em estufa ( $50^{\circ}\text{C}$ ) por 96 horas, seguindo adaptação de VIEIRA et al. (2006). Após esse processo o material seco foi moído em um liquidificador doméstico até a obtenção de pequenas partículas. O pó resultante foi pesado e abrigado da luz em vidro hermeticamente fechado.

Para obtenção do extrato foi adotada uma concentração inicial de 20%, constituída de 500mL de água destilada e 100g do pó vegetal. A mistura foi acondicionada em um vidro hermeticamente fechado, envolto com papel alumínio, conferindo proteção contra a luz, e mantido em refrigerador a  $4^{\circ}\text{C}$ , por 24h. Após esse tempo foi realizada a filtração do material para a obtenção do extrato (aproximadamente 200mL de extrato a 20% de concentração dos metabólitos) com o auxílio de um coador manual. O extrato resultante foi armazenado em refrigerador ( $4^{\circ}\text{C}$ ) para posterior utilização nos bioensaios.

### 4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS

Os ensaios fitoquímicos qualitativos para a identificação das classes dos compostos metabólicos, alcalóides, saponinas e taninos, no extrato aquosos de *S. joazeiro* foram feitos segundo a metodologia descrita por COSTA (1994):

- Presença de Alcalóides – foi realizada pelos testes de Dragendorff e Mayer que consistem em adicionar, em tubo de ensaio, 1g do pó vegetal (folha seca em estufa e triturada) em 10mL de água destilada. Em seguida a mistura foi agitada no agitador elétrico Vortex por alguns minutos e posta para descansar. Após uma hora a mistura foi filtrada. Após esse processo foram adicionadas três gotas dos indicadores, Dragendorff e Mayer. O aparecimento ou não de alíquotas; vermelho-alaranjado (Dragendorff) e esbranquiçado (Mayer); determina presença ou ausência de alcalóides, respectivamente.

- Presença de Saponinas – foi analisada pelo teste de espuma, onde em um tubo de ensaio 10mL de água destilada foram adicionados 1g do pó vegetal. A solução foi agitada no agitador Vortex por 15 segundos. A presença de saponinas foi indicada pelo aparecimento e persistência de bolhas (espuma) na parte de cima da solução, por 30 minutos.

- Presença de taninos – foi realizada pelo método de cloreto férrico, onde, em um tubo de ensaio, 1g do pó vegetal foi adicionado a 10 mL de água destilada. A mistura foi agitada e, após 1 hora, filtrada. Posteriormente 3 gotas de cloreto férrico (1%) foram adicionadas. O surgimento de coloração verde ou azul foi considerado positivo para tanino.

### 4.4. TOXICIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO COM ÓLEOS VEGETAIS COMO ADJUVANTES SOBRE ÁCAROS *T. ludeni* EM ALGODOEIRO

A mortalidade de *T. ludeni* foi avaliada utilizando-se quatro adjuvantes, todos de origem vegetal, em associação com o extrato de folhas de juazeiro: óleos de coco (*Cocos nucifera* L.), soja (*Glycini max* L.), canola (*Brassica napus* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.), de acordo com tratamentos adotados por FREIRE (2019). Foi utilizada a concentração de 1,5% dos óleos adjuvantes, a qual foi obtida com base no trabalho de GOMES et al. (2006), onde em 100mL de extrato foi adicionado 1,5mL de um dos óleos.

Avaliar adjuvantes de origem vegetal associados ao extrato de juazeiro, foi pensado no sentido de aumentar a eficiência do produto e reduzir os custos, para utilizá-lo como acaricida natural, já que esses óleos são mais baratos que os de origem mineral, por exemplo, além de usar-se uma menor concentração do extrato afim de se obter uma eficiência desejada, levando

em conta o mesmo ser um recurso natural renovável.

Foi avaliada a toxicidade do extrato nas concentrações que matam 50% e 90% dos ácaros *T. ludeni* (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>, respectivamente) em associação com os adjuvantes. As concentrações foram baseadas no estudo de FERRAZ et al. (2017) em que para a CL<sub>50</sub> foi adotada a concentração = 3,0% e para a CL<sub>90</sub> = 8,81%.

A partir da solução-estoque [20%], foram preparadas as CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub> do extrato, através da fórmula:

$$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$$

Onde:

C1 Concentração inicial (solução-estoque = [20%])

V1 Volume do extrato a ser retirado (100ml)

C2 Concentração final (CL<sub>50</sub> = 3,0% ou CL<sub>90</sub> = 8,81%)

V2 Volume total da solução a ser preparada (V2)

Depois de adotada as concentrações, foram recortados discos de folhas (3cm Ø) do algodoeiro, lavados com água destilada e secos a temperatura ambiente. Em seguida, foram montadas arenas de tamanho reduzido, utilizando placas de Petri (3cm de diâmetro) contendo no seu interior uma camada de algodão hidrófilo umedecido recoberto com um disco de papel filtro, para evitar o contato direto do algodão com a folha e consequentemente seu rápido apodrecimento. Sobre o papel foi colocado o disco foliar de algodoeiro rodeado com algodão hidrófilo umedecido (Figura 2).

Foram utilizadas 200 arenas, montadas para as concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) em dois testes: o **preventivo** (50 arenas para cada CL) onde as arenas foram inicialmente borrifadas com as soluções em seus diferentes tratamentos e repetições, para posterior infestação; e o **curativo** (50 arenas para cada CL) onde as arenas foram inicialmente infestadas e em seguida borrifados os tratamentos, simulando as duas condições de campo com a aplicação do inseticida natural; uma para prevenir a infestação do ácaro *T. ludeni* e a outra para curar a infestação pré-existente, respectivamente. No teste preventivo, após a confecção das arenas, com o auxílio de borrifadores manuais, foram aplicadas as soluções supracitadas, de acordo com os tratamentos estabelecidos: T1= CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato aquoso de juazeiro (testemunha); T2= CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato de juazeiro + óleo de coco 1,5%; T3= CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato + óleo de soja a 1,5%; T4= CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato + óleo de canola a 1,5%, e T5= CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato de juazeiro + óleo de girassol a 1,5%. As arenas secaram em temperatura ambiente por 30 minutos, em seguida 10 ácaros (*T. ludeni*) adultos foram liberados em cada arena. No teste curativo, primeiro foram postos 10 ácaros adultos (*T. ludeni*) e logo em seguida foram borrifados os tratamentos

supracitados. As arenas foram mantidas em câmara climatizada do tipo B.O.D. ( $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70\% \pm 10$  UR e 12 horas de fotófase). Decorridas 48 horas, foi feita a contagem dos indivíduos mortos em cada arena. Foram considerados mortos os indivíduos que não se movimentavam com agilidade ou que não respondiam ao toque com o pincel. Nesses testes foi possível avaliar o efeito do acaricida natural nas duas concentrações ( $CL_{50}$  e  $CL_{90}$ ) produzido através da ingestão (preventivo e curativo) e através do contato (curativo) com os ácaros.

Para a realização dos testes foi adotado o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e 10 repetições (cada tratamento). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no programa estatístico SAS.



**Figura 2** - Aspecto geral das arenas montadas para experimento de toxicidade do extrato aquoso de juazeiro associado aos diferentes adjuvantes sobre o *T. ludeni*. UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021).

#### 4.5 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO COM OS ÓLEO VEGETAIS ADJUVANTES COCO E GIRASSOL NO CONTROLE DO ÁCARO *T. ludeni* EM ALGODOEIRO

Foi comparada a eficiência de controle da  $CL_{50}$  e  $CL_{90}$  do extrato aquoso de juazeiro, em escala de semi-campo (em gaiolas em campo aberto), associado aos óleos adjuvantes de girassol e de coco. Estes foram os que apresentaram melhores resultados no teste de mortalidade de *T. ludeni*. Para esse experimento foram utilizadas mudas de algodoeiro cultivadas e mantidas em gaiolas de madeira revestidas com organza (Figura 3), para evitar a infestação natural das plantas por insetos e ácaros provenientes do meio externo. Foram plantadas 3 sementes em cada vaso de 20L contendo composto 3:1:1 de solo, substrato e esterco. O delineamento adotado foi

inteiramente casualizado, com três tratamentos: T1= algodoeiros pulverizados com a CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato de juazeiro (testemunha) T2= algodoeiros pulverizados com a CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato de juazeiro + óleo de coco [1,5%] e T3 = algodoeiros pulverizados com a CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato de juazeiro + óleo de girassol [1,5%], em duas repetições. Um mês após o plantio das sementes de algodoeiro, antes da aplicação dos tratamentos, as plantas foram infestadas com 30 indivíduos adultos do *T. ludeni*. Transcorridos 10 dias da infestação, as mudas foram pulverizadas, com borrifador manual, como descrito, dirigindo-se o jato para a face abaxial das folhas. Cada tratamento foi testado em gaiolas separadas. Decorridas 24 e 48 horas da pulverização foi amostrada uma folha, escolhida ao acaso, dos terços inferior, médio e superior dos algodoeiros, totalizando 3 folhas/vaso, as quais foram postas em sacos de papel e levadas ao NEA/UAST para contagem dos ácaros vivos e mortos com o auxílio do microscópio. O experimento adotado foi uma adaptação do teste de comportamento do ácaro *T. ludeni* em algodoeiro feito por FERRAZ et al. (2017). De posse destes dados foi adotada a fórmula de ABBOTT (1925) para o cálculo da eficiência agrônômica:

$$(E\%) = (t - p) / t \times 100$$

Onde:

*t* = infestação na testemunha

*p* = infestação na parcela tratada

A mortalidade corrigida foi calculada pela fórmula de ABBOTT (1925):

$$Ma = (Mt - Mc) / (100 - Mc) \times 100$$

Onde:

Ma mortalidade corrigida em função do tratamento testemunha

Mt mortalidade observada no tratamento com adjuvantes

Mc mortalidade observada no tratamento testemunha

A partir dos dados percentuais da mortalidade corrigida foi realizado o agrupamento toxicológico do extrato aquoso de juazeiro em associação aos adjuvantes, óleo de coco e girassol, segundo adaptação de HASSAN et al. (1994), onde:

- Inócuo < 25%;
- Levemente tóxico de 25-50%;
- Moderadamente tóxico de 51-75%
- Altamente tóxico >75%.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo programa estatístico SAS.



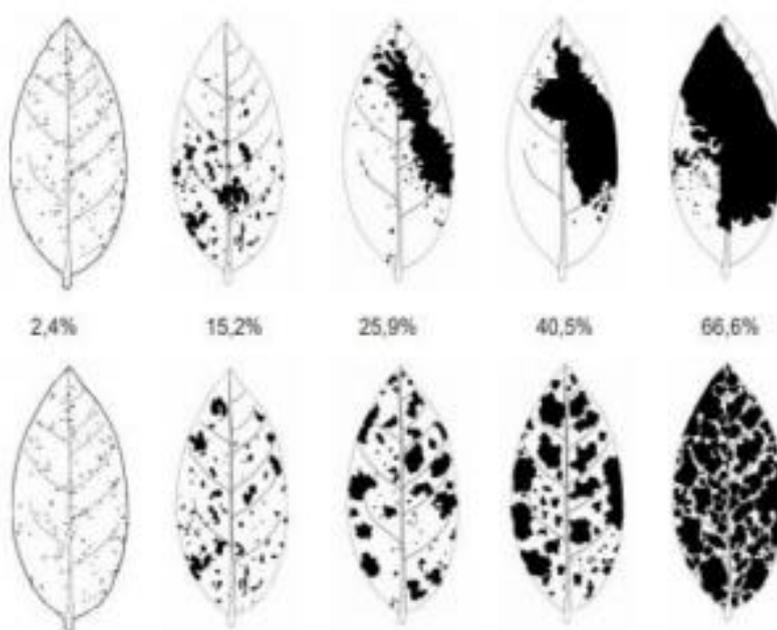
**Figura 3** - Aspecto geral das gaiolas de madeira revestida com organza, com vasos semeados com algodoeiro para experimento em escala de semi-campo na UFRPE-UAST. Teste de eficiência. Maio 2021. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021).

#### 4.6 EFEITO RESIDUAL DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO A ÓLEOS VEGETAIS COMO ADJUVANTES NO CONTROLE DE *T. ludeni* EM ALGODOEIRO

A avaliação do efeito residual das CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub> do extrato de juazeiro sobre os ácaros *T. ludeni* em algodoeiro foi realizada em um experimento semelhante ao de avaliação da eficiência. Após a pulverização do extrato nas plantas, de acordo com os tratamentos (T1, T2, T3, T4 e T5), foram coletadas amostras de folhas, escolhidas ao acaso, nos intervalos de 3, 24, 48 e 96 horas após este processo (ESTEVEZ FILHO et al., 2013). Em laboratório foram recortados discos foliares (3,0 cm Ø) provenientes de cada tratamento, de folhas escolhidas ao acaso, que foram dispostos individualmente em placas de Petri, colocando-se ao redor algodão hidrófilo umedecido em água destilada para manter a umidade (arenas semelhantes às do teste de mortalidade). Em cada disco foram colocados 10 indivíduos adultos (*T. ludeni*). As arenas foram mantidas em câmaras climatizadas do tipo B.O.D. ( $27 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70\% \pm 10$  UR e 12 horas de fotofase) (MATOS, 2006 & FERRAZ, 2011). A contagem foi realizada de acordo com os tempos marcados após a pulverização das plantas. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4.7 FITOTOXICIDADE DOS ACARICIDAS NATURAIS PRODUZIDOS SOBRE O ALGODOEIRO

Foi avaliado se a utilização do extrato de juazeiro associado aos adjuvantes como acaricida natural ocasionaria fitotoxicidade às plantas de algodoeiro. Para este teste foram plantadas 30 mudas de algodão separadas em vasos de 20L. Quando as plantas atingiram dois meses de idade, procedeu-se a aplicação dos produtos, de acordo com os tratamentos estabelecidos: T1= CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato aquoso de juazeiro (testemunha); T2= CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato de juazeiro + óleo de coco [1,5%]; T3= CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato + óleo de soja [1,5%]; T4= CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato + óleo de canola [1,5%], e T5= CL<sub>50</sub> ou CL<sub>90</sub> do extrato de juazeiro + óleo de girassol [1,5%]. Foram utilizadas 15 plantas para os tratamentos com a CL<sub>50</sub> e 15 para os tratamentos com a CL<sub>90</sub>, com duas repetições por tratamento. Os acaricidas naturais foram pulverizados utilizando-se borrifador manual, de acordo com adaptação de FERRAZ et al. (2017). Foi avaliado o efeito fitotóxico dos tratamentos através de uma escala visual diagramática proposta por MARTINS et al. (2014) (Figura 4):



**Figura 4** - Escala diagramática das doenças de final de ciclo da soja (*Glycine max*) causadas por *Septoria glycines* e *Cercospora kikuchii*. Painel superior: Sintomas agregados. Painel inferior: Sintomas aleatoriamente distribuídos.

O registro das observações foi feito através de fotografias das folhas nas plantas, em três períodos distintos:

DIA 1 - Dia de aplicação dos tratamentos (extrato em associação com adjuvantes),

DIA 2 - Dois dias após a aplicação dos tratamentos,

DIA 3 - 15 dias após a aplicação dos tratamentos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS

Os testes fitoquímicos qualitativos do extrato aquoso de juazeiro foram positivos para alguns compostos:

- a) O teste de Dragendorff foi positivo para alcalóides, observado pela mudança na cor do extrato que se tornou mais avermelhado (Figura 5). Algumas alíquotas foram observadas no tubo de ensaio com este indicador. Já o teste de Mayer não apresentou resultado nítido e isso pode ter ocorrido devido a coloração do extrato.



**Figura 5** - Aspecto geral do tubo de ensaio com o resultado mostrando alíquotas nas paredes do tubo além da coloração avermelhada após a adição do indicador Dragendorff, resultado positivo para alcaloides. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021).

- b) Teste de espuma - A presença de saponinas foi indicada pela persistência da espuma formada, a qual diminuiu menos de 1cm após 30 minutos (Figura 6).



**Figura 6** - Aspecto geral do tubo de ensaio com o resultado obtido no teste de espuma para a presença de saponinas: a formação de espuma persistente acima do nível do extrato indica resultado positivo para saponinas. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021).

- c) Teste do cloreto férrico (identificação de tanino no extrato) - também foi positivo, resultado observado pela leve mudança na coloração do extrato, cuja cor resultante indica presença de taninos com maior diluição em água (Figura 7).

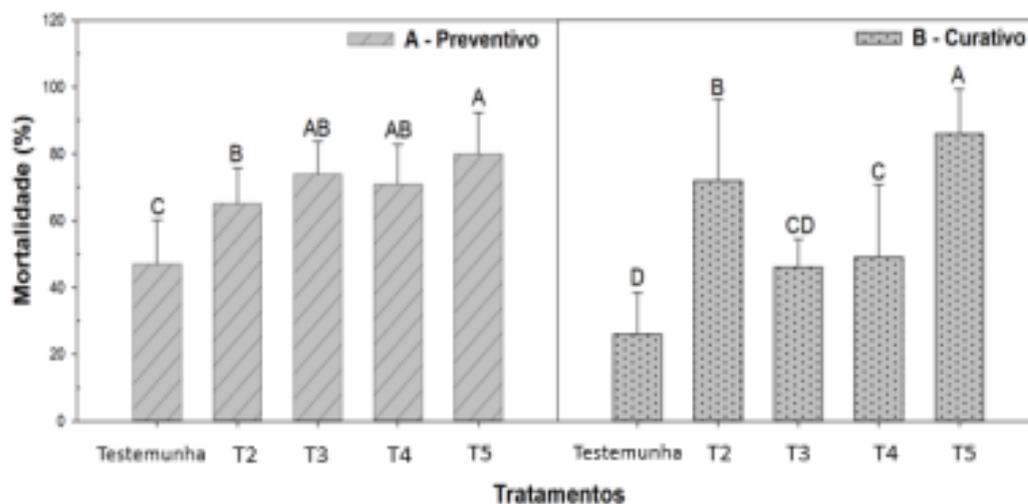


**Figura 7** - Aspecto geral do tubo de ensaio com o resultado obtido no teste de presença de taninos: a coloração mais clara do extrato após a adição do cloreto férrico (1%), indica resultado positivo para taninos. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021).

A presença destes compostos no extrato aquoso de juazeiro indica defesa contra herbivoria, já que alcalóides e saponinas são altamente tóxicos, principalmente a insetos e peixes, assim como a mamíferos. Os taninos reduzem a capacidade nutricional da planta e são considerados repelentes alimentares, pois sua presença é identificada pelos insetos como sinal de perigo, por órgãos olfatórios ou visuais (SAITO & LUCCHINI, 1997).

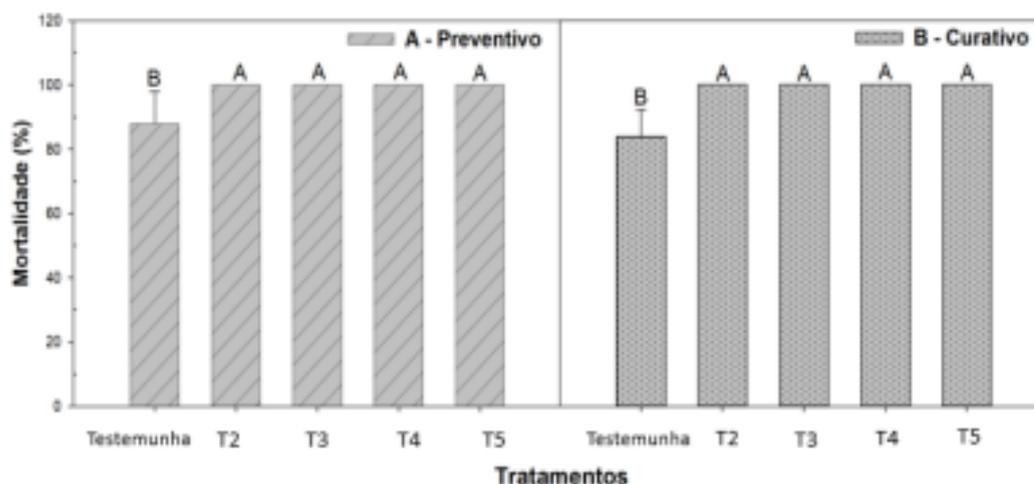
## 5.2 TOXICIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO COM ÓLEOS VEGETAIS COMO ADJUVANTES SOBRE ÁCAROS *T. ludeni* EM ALGODOEIRO

Os resultados do teste de toxicidade do extrato de juazeiro sobre *T. ludeni*, tanto para o preventivo quanto para o curativo, variaram de 30 a 90% de mortalidade para a CL<sub>50</sub> (Figura 8) e de 80 a 100% nos tratamentos com a CL<sub>90</sub> (Figura 9). Para a CL<sub>50</sub> do extrato, no teste preventivo todos os tratamentos com adjuvantes diferiram significativamente da testemunha e potencializaram o efeito do extrato, aumentando o efeito acaricida sobre *T. ludeni* (Figura 8A). Isso também foi observado no teste curativo, à exceção do tratamento com óleo de soja que não diferiu significativamente da testemunha (Figura 8B). Por outro lado no teste curativo houve destaque, com diferença significativa, para o óleo de girassol (Figura 8B).



**Figura 8** - Toxicidade da  $CL_{50}$  do extrato de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes sobre o ácaro *Tetranychus ludeni* nos testes preventivo (A) e curativo (B). Testemunha = extrato aquoso de juazeiro ( $CL_{50}$ ), T2 = ext. juazeiro ( $CL_{50}$ ) + óleo de coco [1,5%], T3 = ext. juazeiro ( $CL_{50}$ ) + óleo de soja [1,5%], T4 = ext. juazeiro ( $CL_{50}$ ) + óleo de canola [1,5%], T5 = ext. juazeiro ( $CL_{50}$ ) + óleo de girassol [1,5%].

Nos testes, com a  $CL_{90}$  do extrato de juazeiro, a mortalidade de *T. ludeni* foi de 100% em todos os tratamentos com os óleos como adjuvantes, tanto no teste preventivo quanto no curativo, os quais diferiram significativamente das testemunhas (Figura 9).



**Figura 9** - Toxicidade da  $CL_{90}$  do extrato de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes sobre o ácaro *Tetranychus ludeni* nos testes preventivo (A) e curativo (B). Testemunha = extrato aquoso de juazeiro ( $CL_{90}$ ), T2 = ext. juazeiro ( $CL_{90}$ ) + óleo de coco [1,5%], T3 = ext. juazeiro ( $CL_{90}$ ) + óleo de soja [1,5%], T4 = ext. juazeiro ( $CL_{90}$ ) + óleo de canola [1,5%], T5 = ext. juazeiro ( $CL_{90}$ ) + óleo de girassol [1,5%].

As concentrações ( $CL_{50}$  e  $CL_{90}$ ) utilizadas nos testes foram baseadas em FERRAZ et al. (2017), que utilizando apenas o extrato aquoso de juazeiro na concentração de 7,5% ( $CL_{90}$ ) observaram mortalidade média de 81% para *T. ludeni*, o que reforça a observação no presente

estudo em que a utilização de adjuvantes potencializou o efeito do extrato, sendo necessário baixas concentrações do extrato aquoso de juazeiro e do adjuvante para obtenção de um resultado favorável à utilização desses acaricidas naturais contra o ácaro *T. ludeni*.

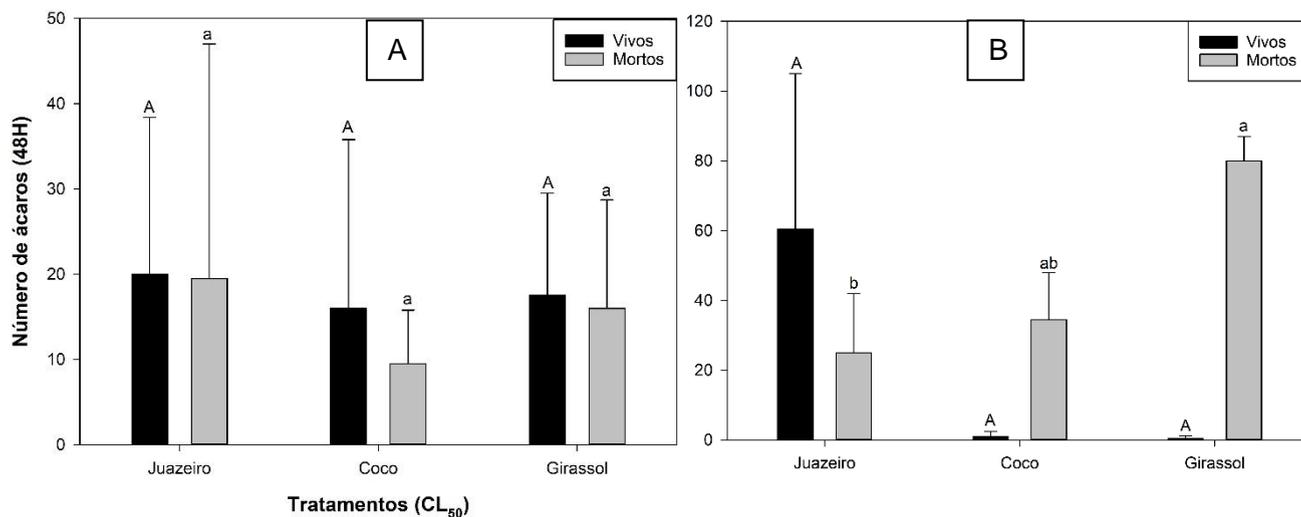
Para a  $CL_{50}$  [3,0%] os autores observaram mortalidade média de 52%, enquanto no presente estudo o extrato em associação com diferentes óleos vegetais proporcionou mortalidade variando de 50 à 90% (Figura 8), sendo o tratamento com o óleo de girassol o que obteve maior mortalidade (90%), tanto no teste preventivo quanto no curativo, aumentando em cerca de 2 vezes a eficiência do extrato aquoso de juazeiro (Figura 8).

NETO et al. (2019), ao tentar otimizar o efeito de herbicidas sobre *Digitaria insularis* (capim-amargoso), analisaram diferentes classes de adjuvantes e observaram que quando são utilizados adjuvantes oleosos (óleo mineral e vegetal) o efeito sobre esta daninha foi maior do que quando utilizada duas vezes a concentração do herbicida (clethodim) associado aos adjuvantes a base de silicone e aos não iônicos convencionais, eles associaram este efeito a maior absorção e translocação do herbicida pelo adjuvante óleo mineral.

VARGAS & ROMAN (2006) classificam os adjuvantes em dois grupos: Modificadores das Propriedades de Superfície dos Líquidos (surfatantes) e Aditivos (modificam propriedades físicas da calda). Dentro destes grupos ainda há uma subdivisão, dependendo da substância utilizada. Neste caso os óleos de origem vegetal estão dentro do grupo dos Modificadores das Propriedades de Superfície dos Líquidos como espalhantes e sua função principal é aumentar o ângulo de contato, espalhando por completo a substância utilizada na superfície tratada, o que explica uma mortalidade mais alta e significativa de *T. ludeni* quando utilizados os óleos vegetais.

### 5.3 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO COM ÓLEOS VEGETAIS ADJUVANTES DE GIRASSOL E COCO PARA O CONTROLE DE *T. ludeni* EM ALGODOEIRO

A pulverização das plantas de algodoeiro com o extrato de juazeiro em associação com os óleos vegetais adjuvantes exerceu efeito sobre o ácaro *T. ludeni* (Figura 10). Ao comparar o número de ácaros vivos e mortos nas plantas submetidas aos diferentes tratamentos só foi possível observar diferença significativa quando aplicada a  $CL_{90}$ , para o tratamento com o óleo de girassol (Figura 10B).



**Figura 10** - Número de *Tetranychus ludeni* vivos e mortos em plantas de algodoeiro pulverizadas com a CL<sub>50</sub> (A) e CL<sub>90</sub> (B) do extrato de juazeiro associado a óleos vegetais como adjuvantes. Médias com mesma letra maiúscula não diferem quanto ao número de ácaros vivos. Médias com mesma letra minúscula não diferem quanto ao número de ácaros mortos (Teste Tukey a 5% de probabilidade).

Vale salientar que os experimentos foram realizados em escala de semi-campo (dentro de gaiolas) em condições atmosféricas naturais (Figura 3), e os ácaros se desenvolveram nas folhas por 10 dias, tornando possível a produção de teias e ovos. Nos tratamentos com a CL<sub>50</sub> notou-se maior sobrevivência de ninfas do ácaro *T. ludeni* em relação a adultos, sendo também observada a presença de ovos e grande quantidade de teias. Sabe-se que as teias têm papel fundamental na manutenção dos ovos de Tetranychidae e que, além de protegê-los, também são usadas pelas formas jovens e adultos dos ácaros para proteção (MORAES & FLECHTMANN, 2008). Neste sentido, pode-se pensar em experimentos que avaliem se a presença dessas estruturas pode interferir na atuação dos extratos sobre as folhas, limitando sua ação sobre os ácaros.

A eficiência agrônômica do extrato de juazeiro ficou acima de 70% em todos os tratamentos avaliados (Tabela 1). Estes resultados são importantes, uma vez que, segundo POTENZA et al. (2005) e POTENZA et al. (2006), valores superiores a 60% com uso de extratos vegetais são tidos como resultado satisfatório, sendo excelentes quando os índices ultrapassam 80% no controle da praga. Nesse contexto, os resultados mais promissores foram para os tratamentos com a CL<sub>90</sub> do extrato associada aos adjuvantes óleo de coco e girassol, cuja eficiência foi próxima a 100% (Tabela 1), o que reforça a importância dos adjuvantes no sentido de potencializar a eficiência dos acaricidas naturais.

Na testemunha (Tabela 1) os valores de eficiência não foram esperados, este resultado pode ter sido decorrente de quantidade de repetições e metodologia utilizada.

**Tabela 1** - Eficiência de controle (%) de acordo com a fórmula de ABOTT (1925) das concentrações letais (CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub>) do extrato de juazeiro associado a óleos vegetais como adjuvantes sobre o ácaro *Tetranychus ludeni* em plantas de algodoeiro. Experimento conduzido em escala de semi-campo na Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE.

TRATAMENTOS	(E%) CL <sub>50</sub>	(E%) CL <sub>90</sub>
T1 (extrato de juazeiro)	80,88%	58,81%
T2 (extrato de juazeiro + óleo de coco)	79,28%	98,86%
T5 (extrato de juazeiro + óleo de girassol)	73,15%	99,72%

Houve diferença na mortalidade média das fêmeas adultas de *T. ludeni* submetidas aos diferentes tratamentos com o extrato aquoso de juazeiro e adjuvantes (Tabela 2). A mortalidade média corrigida nos tratamentos com a CL<sub>50</sub> do extrato de juazeiro associado aos adjuvantes em relação à testemunha não ultrapassou 10%, tendo chegado a apenas 13% na testemunha (Tabela 2). Por outro lado, nos resultados com a CL<sub>90</sub>, observou-se que a utilização dos óleos adjuvante proporcionou mortalidade média corrigida superior a 30% em todos os tratamentos e que o adjuvante óleo de girassol aumentou a mortalidade do extrato de juazeiro (53,14%). No que se refere ao agrupamento toxicológico, todos os tratamentos com a CL<sub>50</sub> foram inócuos para *T. ludeni* (Tabela 2) enquanto os tratamentos com a CL<sub>90</sub> variaram de levemente tóxico (testemunha e extrato com óleo de coco) a moderadamente tóxico (extrato em associação com o óleo de girassol) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Mortalidade, mortalidade corrigida (Ma %) e agrupamento toxicológico do extrato aquoso de juazeiro associado a óleos vegetais como adjuvantes sobre ácaros *T. ludeni*, em algodoeiro.

Tratamento	Mortalidade ± DP	Ma % <sup>(1)</sup>	Agrupamento Toxicológico	Mortalidade ± DP	Ma %	Agrupamento Toxicológico <sup>(2)</sup>
<b>Concentração letal</b>	CL <sub>50</sub>			CL <sub>90</sub>		
Extrato de juazeiro	20±16,55a	13%	Inócuo	51,5±33,83b	44,57%	Levemente tóxico
Extrato de juazeiro + óleo de coco	12,25±6,34a	5,15%	Inócuo	39,5±17,93ab	30,85%	Levemente tóxico
Extrato de juazeiro +	16,75±8,26a	10%	Inócuo	59±24,60a	53,14%	Moderadamente toxico

<b>óleo de girassol</b>						
-------------------------	--	--	--	--	--	--

Médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade não diferem entre si. <sup>(1)</sup> Mortalidade corrigida. <sup>(2)</sup> Agrupamento toxicológico - inócuo <25%, levemente tóxico 25-50%, moderadamente tóxico 51-75% e altamente tóxico >75. DP= Desvio Padrão.

**Tabela 3** - Comparação de valores, quantidade e rentabilidade dos diferentes óleos vegetais (adjuvantes) ao extrato aquoso de juazeiro.

<b>Óleo vegetal (comercial)</b>	<b>mL</b>	<b>Valor R\$</b>	<b>Rentabilidade em calda vegetal (L)</b>
<b>Coco</b>	200 mL	R\$ 17,99	13,33L de acaricida
<b>Soja</b>	900 mL	R\$12,31	60L de acaricida
<b>Canola</b>	900 mL	R\$ 12,31	60L de acaricida
<b>Girassol</b>	900 mL	R\$ 12,69	60L de acaricida

Analisando os dados obtidos, torna-se notório que o extrato aquoso de folhas de juazeiro, a [8,81%], associado ao óleo vegetal de girassol como adjuvante é um poderoso defensivo contra o ácaro *T. ludeni*, uma vez que mesmo na presença de teias e condições atmosféricas naturais o acaricida foi capaz de matar 100% da população de ácaros, inviabilizando o seu crescimento após a aplicação, o que não foi observado nos tratamentos com a CL<sub>50</sub>. Além disso este acaricida é rentável, barato e acessível, uma vez que é de fácil produção (secagem das folhas, trituração e produção da calda), barato, pois o investimento econômico é com a compra do óleo, que pode ser produzido utilizando técnicas de extração de óleo vegetal, e rentável, pois 900mL de óleo resulta na produção de 60,9L de acaricida (Tabela 3).

Pensando nas vantagens de se utilizar adjuvantes desse tipo (óleo vegetal) esse resultado é satisfatório para aplicação em campo, uma vez que o produto é capaz de atingir uma ampla superfície foliar, possui eficiência acima de 90%, é econômico e ecológico.

#### 5.4 EFEITO RESIDUAL DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO EM ASSOCIAÇÃO AOS ADJUVANTES NO CONTROLE DE ÁCAROS *T. ludeni* EM ALGODOEIRO

Com relação ao efeito residual, houve efeito significativo da CL<sub>50</sub> e CL<sub>90</sub> do extrato de juazeiro nos diferentes tratamentos em função dos períodos de avaliação (Tabela 4 e 5; Figura 11 e 12). Todos os tratamentos se mostraram mais eficientes nas primeiras três horas após a

aplicação, mantendo a mortalidade de até 84% dos indivíduos de *T. ludeni* nos tratamentos com a CL<sub>50</sub> (Tabela 4, Figura 11) e de até 92% nos tratamentos com a CL<sub>90</sub> (Tabela 5, Figura 12).

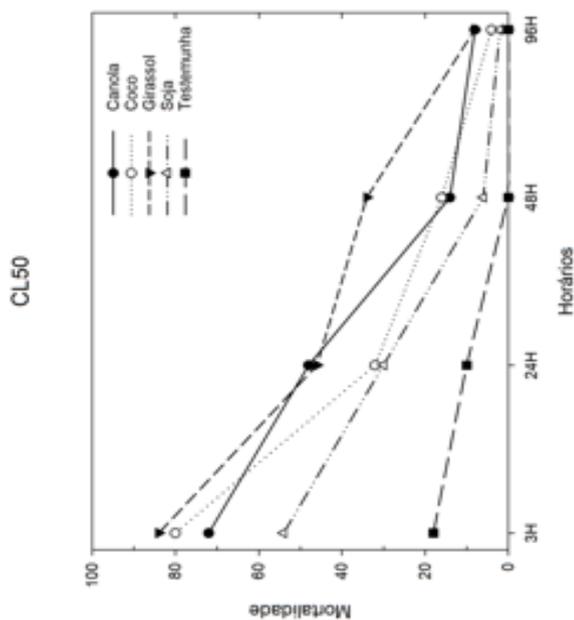
Para CL<sub>50</sub> (Tabela 4; Figura 11), nas primeiras três horas o tratamento com maior mortalidade de *T. ludeni* foi o com óleo vegetal de girassol, seguido pelo tratamento com óleo de coco. Após 24 horas houve uma queda na mortalidade de *T. ludeni*, mas o extrato com óleo de canola e girassol se sobressaíram, mantendo a mortalidade média acima de 50% (Tabela 4). Após 48 horas o tratamento com óleo de girassol atingiu uma mortalidade de 40% dos indivíduos (Tabela 4; Figura 11). Estes resultados mostram que o extrato aquoso de juazeiro em associação com os óleos vegetais adjuvantes proporcionou um efeito residual significativo até 48 horas, após a pulverização nesta concentração letal (CL<sub>50</sub>), quando comparado o efeito residual do tratamento testemunha com os demais tratamentos, nota-se que após 48h o extrato de juazeiro não apresenta efeito acaricida sobre o *T. ludeni*, diferindo significativamente com relação aos tratamentos associados (Tabela 4).

Os extratos aquosos são biodegradáveis se dissipando mais rápido do que os acaricidas industrializados (MOREIRA et al., 2006), que por sua vez podem ter efeito residual prolongado por dias ou até anos. Entretanto, este não é um ponto positivo, pelo contrário, uma duração mais longa de pesticidas principalmente no solo e na água acabam sendo absorvidos por animais e plantas levando estes componentes tóxicos à mesa do consumidor (alimentação) e, conseqüentemente, influencia diretamente em diversos fatores na saúde humana, assim como também nos animais e plantas que absorveram estes compostos (SILVA, 2013).

**Tabela 4** - Efeito residual da CL<sub>50</sub> do extrato aquoso de juazeiro em associação com óleos vegetais adjuvantes sobre o ácaro *T. ludeni*, em condições de laboratório (T: 27±2 °C, UR: 70±5 % e 12h de fotofase).

Tratamentos	Mortalidade (%) x Tempo após aplicação dos tratamentos			
	3H	24H	48H	96H
Testemunha*	18Da	10Da	0Db	0Db
CL <sub>50</sub> do extrato + óleo de coco	80Aa	32BCb	16Bbc	4Bc
CL <sub>50</sub> do extrato + óleo de soja	54Ca	30BCb	6Cc	2Cd
CL <sub>50</sub> do extrato + óleo de canola	72BCa	48Aab	14Cbc	8Ac
CL <sub>50</sub> do extrato + óleo de girassol	84Aa	46ABbc	34Ac	8Ac

\*Médias seguidas por letras maiúsculas, nas colunas, e minúsculas, nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (°) Extrato de juazeiro.



**Figura 11** - Efeito residual da CL<sub>50</sub> do extrato aquoso de juazeiro em associação com óleos adjuvantes sobre o ácaro *T. ludeni* em algodoeiro.

Na CL<sub>90</sub>, a mortalidade de *T. ludeni* foi maior nos tratamentos até às 24 horas após a pulverização (Tabela 5). No tratamento com o adjuvante óleo de canola ocorreu mortalidade acima de 90% nas primeiras três horas, tendo melhor desempenho quando comparado aos outros adjuvantes. Após 24 horas o tratamento com óleo de girassol obteve o resultado mais satisfatório, (74% de mortalidade), enquanto após 48 horas todos os tratamentos apresentaram mortalidade abaixo de 45% (Tabela 5).

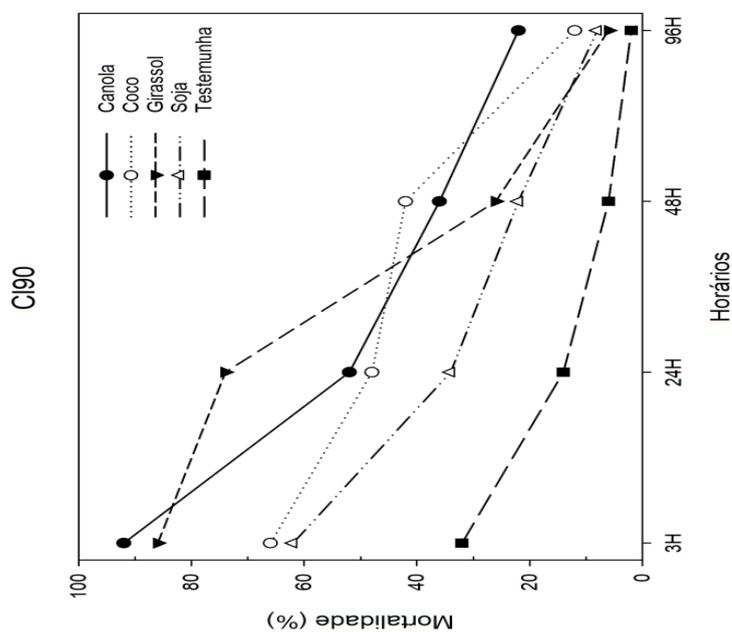
Com base nos resultados obtidos, apesar das médias não diferir estatisticamente entre os tratamentos, observou-se que o extrato aquoso de juazeiro associado ao adjuvante óleo de girassol se destacou, assim como o óleo de coco e canola, e que ao decorrer 48 horas, da aplicação, se mostrou satisfatório com relação aos outros tratamentos (34% de mortalidade) (Tabela 5).

CORREIA et al. (2014), avaliando as características físico-químicas dos óleos de girassol e coco, observaram que o óleo de girassol é rico em ácidos graxos insaturados (cerca de 94% de sua composição), principalmente ácido oléico e linoléico (cerca de 80% da composição) e a quantidade desses ácidos é influenciada pela temperatura, o que irá definir a qualidade, as propriedades físico-químicas e para qual finalidade o óleo pode ser utilizado. No estudo, os autores, observaram que o óleo de girassol utilizado para fritura - óleo comercial, utilizado nesta pesquisa como adjuvante – possui alto grau de estabilidade oxidativa em temperaturas elevadas, ou seja, este óleo comercial possui capacidade de manter suas propriedades físico-químicas por longos períodos (ANTONIASSI, 2001). Isso pode explicar o melhor desempenho deste óleo como adjuvante, prologando o efeito do extrato de juazeiro, além de exercer sua função de espalhante, fixando melhor o extrato na folha, o que resultou em uma maior mortalidade das populações do *T. ludeni*. De acordo com ESTEVES & ALBERTO (2012) vários fatores podem influenciar a eficiência residual de um produto natural, como por exemplo duração da exposição, intensidade de luz e temperatura.

**Tabela 5** - Efeito residual da CL<sub>90</sub> do extrato aquoso de juazeiro em associação com óleos vegetais adjuvantes sobre o ácaro *T. ludeni*, em condições de laboratório (T: 27±2 °C, UR:

Tratamentos	Mortalidade (%) x Tempo após aplicação dos tratamentos			
	3H	24H	48H	96H
<b>TESTEMUNHA</b>	32Da	14Cab	6BCab	2ABb
<b>CL90+COCO</b>	66Aba	48ABab	42Aab	12ABC
<b>CL90+SOJA</b>	62BCa	34BCb	22ABb	8ABb
<b>CL90+CANOLA</b>	92Aa	52ABb	36ABbc	22Ac
<b>CL90+GIRASSOL</b>	86Aba	74Aab	26ABcd	6ABd

\*Médias seguidas por letras maiúsculas na coluna e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 12** - Efeito residual da CL<sub>90</sub> do extrato aquoso de juazeiro em associação com óleos adjuvantes sobre o ácaro *T. ludeni* em algodoeiro.

## 5.5 FITOTOXICIDADE DO EXTRATO AQUOSO DE JUAZEIRO ASSOCIADO A ÓLEOS VEGETAIS ADJUVANTES SOBRE O ALGODOEIRO

O extrato aquoso de juazeiro associado aos óleos vegetais adjuvantes testados não ocasionou efeito fitotóxico às plantas de algodoeiro. A única diferença observada nas folhas tratadas com extrato + óleos adjuvantes em relação às folhas não tratadas foi a presença de oleosidade na superfície da folha, porém sem manchas ou mudanças na textura da mesma. As figuras de 13 a 16 mostram as folhas do algodoeiro em três fases diferentes em relação à aplicação dos tratamentos para avaliação da fitotoxicidade: Dia 1 (antes e no dia da aplicação dos tratamentos), Dia 2 (2 dias após a aplicação dos tratamentos) e Dia 3 (15 dias após a aplicação dos tratamentos).



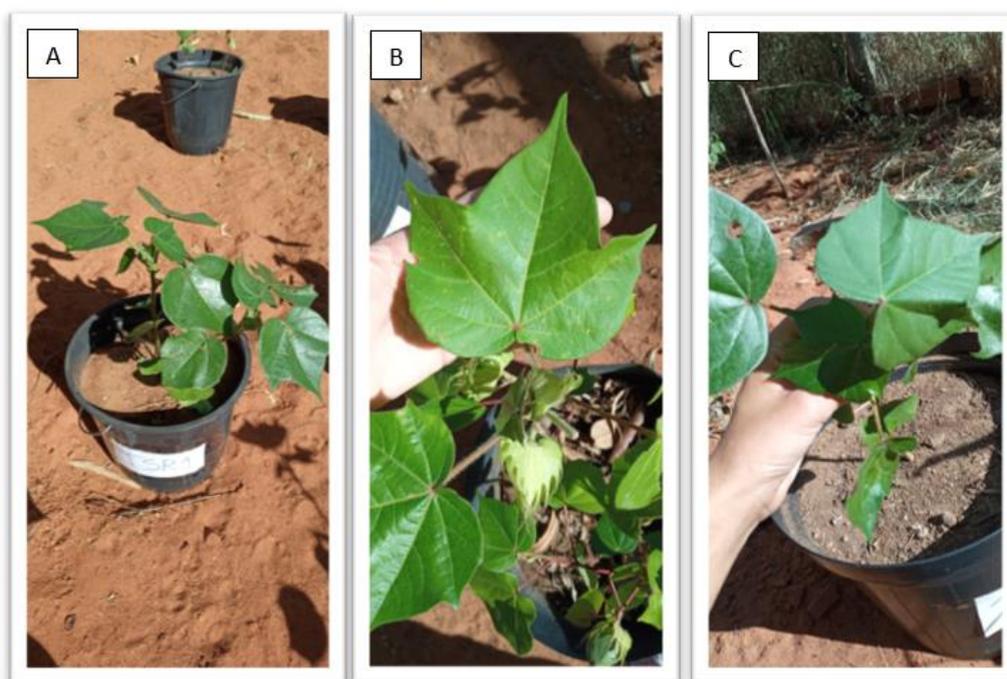
**Figura 13** - Aspecto geral das folhas de algodoeiro no teste de avaliação da fitotoxicidade da CL<sub>50</sub> do extrato aquoso de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes em plantas de algodoeiro com dois meses de idade: Dia 1 - Antes da aplicação dos tratamentos. Campus UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021).



**Figura 14** - Aspecto geral das folhas de algodoeiro no teste de avaliação da fitotoxicidade da CL<sub>50</sub> do extrato aquoso de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes em plantas de algodoeiro com dois meses de idade: Dia 1 – Folhas pulverizadas com o extrato de juazeiro associado aos óleos de canola (A) e coco (B). Campus UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021).



**Figura 15** - Aspecto geral das folhas de algodoeiro no teste de avaliação da fitotoxicidade da  $CL_{90}$  do extrato aquoso de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes em plantas de algodoeiro com dois meses de idade: Dia 1 – Folhas pulverizadas com o extrato de juazeiro associado aos óleos de soja (A) e girassol (B). Campus UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021).



**Figura 16** - Aspecto geral das folhas de algodoeiro no teste de avaliação da fitotoxicidade da  $CL_{90}$  do extrato aquoso de juazeiro associado a óleos vegetais adjuvantes em plantas de algodoeiro com dois meses de idade: Dia 2 – Folhas pulverizadas com o extrato de juazeiro associado aos óleos de soja (A), canola (B) e girassol (C). Campus UFRPE-UAST. Fonte: PEREIRA, V. L. C. (2021).

Fazendo uma comparação visual das folhas do algodoeiro com a escala diagramática proposta por MARTINS et al. (2004), não foi analisada nenhuma folha com porcentagem de manchas superior ou igual a 2,4%. Algumas mudas foram atacadas por predadores externos, ocasionando lesões na superfície foliar, porém quando analisados apenas os danos que, possivelmente, seriam oriundos da utilização do extrato de juazeiro associado aos adjuvantes, não houve danos visíveis ao algodoeiro.

FERRAZ et al. (2017) e NASCIMENTO et al. (2018), avaliaram a fitotoxicidade dos extratos aquosos de juazeiro (*Sarcomphalus joazeiro*) e algaroba (*Prosopis juliflora*), respectivamente, atribuindo, de acordo com a escala diagramática proposta por MARTINS et al. (2004), um score de 0 a 5 para porcentagens de sintomas visuais nas folhas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) e pinhão-manso (*Jatropha curcas*). Em nenhum dos estudos os extratos ultrapassaram o score 0, como observado na presente pesquisa.

Os dados aqui obtidos reforçam a afirmação de MOREIRA et al. (2006), sobre o uso de inseticidas botânicos no controle de pragas, que por ser um produto natural de rápida degradação não traz danos a planta de interesse (atacada pelas pragas). E os óleos de origem vegetal não são produtos fitossanitários, exercendo aqui apenas a função de aumentar a ação do extrato, mesmo em baixas concentrações (GONÇALVES, 2019).

## 6. CONCLUSÕES

A adição dos óleos vegetais adjuvantes (canola, soja, coco e girassol) ao extrato aquoso de folhas de *Sarcomphalus joazeiro* aumentou o efeito acaricida do extrato sobre o ácaro *Tetranychus ludeni*.

Todos os adjuvantes testados foram eficientes no controle de *T. ludeni* ocasionando mortalidade superior a 70%.

O óleo adjuvante que mais se destacou foi o de girassol seguido pelo óleo de coco.

Com eficiência comprovada até as primeiras 24 horas após a aplicação do produto e sem efeitos negativos (fitotóxicos) ao algodoeiro, conclui-se que os adjuvantes associados ao extrato de juazeiro potencializam sua eficiência contra *T. ludeni*, sendo um acaricida natural, biodegradável, de baixo custo e eficaz frente a este tetraniquídeo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, W. S. A methodo f computing the effectiveness so fanin secticide. *Journal of Economic Entomology*, Knoxville, v. 18, p. 265-267, 1925.
- AGUIAR-MENEZES, E. de L. et al. Ácaros: taxonomia, bioecologia e sua importância agrícola. **Embrapa Agrobiologia-Documentos (INFOTECA-E)**, 2007.
- AGUIAR-MENEZES, E. de L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Embrapa Agrobiologia, 2005.
- AMPA (Associação Matogrossense dos Produtores de Algodão). História do Algodão. Disponível em: <https://ampa.com.br/historia-do-algodao/>. Acesso em 27/07/2021.
- ANSARI MA, PAWAR AD. 1992. Biology of spider mite, *Tetranychus ludeni* Zacher (Acari: Tetranychidae) recorded on waterhyacinth. *Plant Protection Bulletin Faridabad*.
- ANTONIASSI, Rosemar. Métodos de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 2, 2001.
- BELTRÃO, N. E. de M; AZEVEDO, D. M. P. de. O Agronegócio do Algodão no Brasil. 2ed. vol. 2. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2008.
- BELTRÃO, NE de M. Fisiologia da produção do algodoeiro. **Embrapa Algodão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.
- BELTRÃO, NE de M.; DE CARVALHO, L. P. Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba. **Embrapa Algodão-Documentos (INFOTECA-E)**, 2004.
- BELTRÃO, NE de M. et al. Algodão agroecológico: opção de agronegócio para o semiárido do Brasil. **Embrapa Algodão-Documentos (INFOTECA-E)**, 2009.
- BOLLAND HR, Gutierrez J, FLECHTMANN CHW. 1998. World Cataloge or the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae). Brill., Leiden.
- BRAGA, R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. Fortaleza: Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 1960. 540 p.
- BUAINAIN, Antônio Márcio et al. (Ed.). **Cadeia produtiva do algodão**. Bib. Orton IICA/CATIE, 2007.
- CARVALHO, L. H.; CHIAVEGATO, E. J. Cultura do Algodoeiro. **Piracicaba: Potafos**, p. 1-8, 1999.
- CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. Juazeiro- *Ziziphus joazeiro*. **Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2007.
- COELHO, M. F. B. et al. Atividade alelopática de extrato de sementes de juazeiro. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 108-111, 2011.

- COLLIER, Karin FS et al. Estímulos olfativos envolvidos na localização de presas pelo ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) em macieiras e plantas hospedeiras alternativas. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 631-639, 2001.
- CORREIA, Iara Michelle Silva et al. Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol (*Helianthus annuus* L.) e Coco (*Cocos nucifera* L.) produzidos no Nordeste brasileiro. **Scientia plena**, v. 10, n. 3, 2014.
- CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, Hérica Regina Nunes. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, p. 500-506, 2011.
- COSME, L. V.; CARVALHO, G. A.; MOURA, A. P. Efeitos de inseticidas botânico e sintéticos sobre ovos e larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 74, n. 3, p. 251-258, 2007.
- COSTA, A.F. Farmacognosia. 2.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994. 135p. DANTAS, Francisca Clenilda Pereira et al. *Ziziphus joazeiro* Mart. -Rhamnaceae: características biogeoquímicas e importância no bioma Caatinga. **Revista Principia**, v. 2, n. 25, p. 51-57, 2014.
- DA SILVA, C. A. D.; DE ALMEIDA, R. P. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil. **Embrapa Algodão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1998.
- DA SILVA, Carlos Alberto Domingues. Biologia e exigências térmicas do ácaro-vermelho (*Tetranychus ludeni* Zacher) em folhas de algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 573-580, 2002.
- DA SILVA SIQUEIRA, Felipe Fernando et al. Atividade acaricida de extratos aquosos de plantas de Caatinga sobre o ácaro verde da mandioca. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 109-116, 2014. DE MACÊDO BELTRÃO, Napoleão Esberard et al. Ecofisiologia do Algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch.).
- DE MORAES, G. J. Perspectivas para o Uso de Predadores no Controle de Ácaros Fitófagos no Brasil. **Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1992. ESTEVES FILHO, ALBERTO BELO. TOXICIDADE, EFEITO RESIDUAL E REPELÊNCIA DE ACARICIDAS SINTÉTICOS E.
- FERES, Reinaldo José Fazzio; LOFEGO, Antonio Carlos; OLIVEIRA, Anibal Ramadan. Ácaros plantícolas (Acari) da "Estação Ecológica do Noroeste Paulista", Estado de São Paulo, Brasil. 2005.
- FERLA, Noeli J.; MORAES, GJ de. Ácaros predadores em pomares de maçã no Rio Grande do Sul. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 4, p. 649-654, 1998.
- FERRAZ, José Cláudio Barros et al. Extrato de folhas de juazeiro com atividade acaricida sobre o ácaro-vermelho em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 7, p. 493-499, 2017.

- FLECK, N. G. Controle químico de plantas daninhas. Porto Alegre: UFRGS, 1993.
- FREIRE, A. S. Avaliação de óleos vegetais como adjuvantes para o aumento da eficiência do extrato de juazeiro sobre o ácaro *Tetranychus bastosi* em pinhão-manso. Serra Talhada-PE, 2019.
- FUMAGALI, E.; GONÇALVES, R. A. C.; MACHADO, M. F. P. S.; VIDOTI, G. J.; DE OLIVEIRA, A. J. B. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. Revista Brasileira de Farmacognosia. v. 18, n. 4, p. 627-641, 2008.
- GOMES, F. H. T.; COSTA, J. V. T. A.; BLEICHER, E.; CYSNE, A. Q. Efeito sinérgico do extrato aquoso do mastruz e do sabão sobre o pulgão-preto do feijão-de-corda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., 2006, Goiânia. Anais... Goiânia: Horticultura Brasileira, 2006. p. 149-152.
- GONÇALVES, Iara Alves. INTERFERÊNCIA DE ÓLEOS MINERAIS NA FITOTOXICIDADE DO FUNGICIDA TRIFLOXISTROBINA+ PROTIOCONAZOL NA CULTURA DA SOJA. 2019.
- JEPPSON LR, KEIFER HH, Baker EW. 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press, Berkeley, Los Angeles.
- KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. Palestras e mesas redondas... Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, p. 61-77, 1998.
- KOGAN, M.; GOEDEN, R. D. The host-plant range of lema *Trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). Annals of Entomological Society of America, Lanham, v. 63, p. 1175-1180, 1970.
- LOPPES, A. H. Índice terapêutico fitoterápico. Petrópolis: EPUB, 2008.
- LORENZI H; MATOS FJA. 2009. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2ed. Nova Odessa: Plantarum. 512p.
- LIN, H., KOGAN, M. & FISCHER, D. Induced resistance in soy bean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparison on so finding factors. Environmental Entomology. v. 19, p. 1852-1857. 1990.
- MARTINS, Mônica C. et al. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 179-184, 2004.
- MELO, M.S.F.; ROCHA, C.Q.; SANTOS, M.H.; CHAVASCO, J.M.; CHAVASCO, J.K. Pesquisa de bioativos com atividade antimicrobiana nos extratos hidroetanólicos do fruto, 38 folha e casca

de caule do *Ziziphus joazeiro* Mart. Revista da Universidade do Vale Verde, v. 10, n. 2, p. 43-51, 2012.

MORAES, Gilberto José de; FLECHTMANN, Carlos Holger Wenzel. Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. 2008.

MOREIRA, Márcio Dionízio et al. Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. **Controle alternativo de pragas e doenças. Viçosa: EPAMIG/CTZM**, p. 89-120, 2006.

NASCIMENTO, MARIA DA PENHA et al. EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE *Prosopis juliflora* NO CONTROLE DO ÁCARO *Tetranychus bastosi* EM PINHÃO-MANSO. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 1054-1060, 2018.

NETO, Arthur Duarte Rodrigues et al. Otimização da atividade de herbicidas com diferentes adjuvantes na fitotoxicidade de *Digitaria insularis* no estágio de florescimento. In: **Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215**. 2019. p. 120-126.

NICKEL, J. L. Temperature and humidity relationships of *Tetranychus desertorum* banks with special reference to distribution. **Hilgardia**, Berkeley, 1960.

PACHECO, Luiz Fernando; DE LIMA, Elisete Peixoto; ARDENGHI, Marcos José. MANEJO INTEGRADO DO ÁCARO *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) EM CULTURA DE PIMENTÃO *Capsicum annum* L. **Ciência Alimentando o Brasil**, p. 90.

PARRA, José Roberto Postalí. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Editora Manole Ltda, 2002.

PASCHOAL, Adilson D. Revisão da família Tetranychidae no Brasil (Arachnida: Acarina). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 27, p. 457-483, 1970. PAVARINI, D.P.; PAVARINI, S.P.; NIEHUES, M.; LOPES, N.P. Exogenous influences on plant secondary metabolite levels. **Animal Feed Science Technology**, p. 5-16, 2012.

PEDRO NETO, Marçal et al. Biologia e tabela de vida do ácaro-vermelho *Tetranychus bastosi* em pinhão-manso. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 48, n. 4, p. 353-357, 2013. REIS, Paulo R.; ALVES, Everaldo B. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 26, n. 3, p. 565-568, 1997.

ROSOLEM, Ciro A. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. **Informações Agrônomicas**, v. 95, p. 1-9, 2001.

RUITER, H. D.; UFFING, A. J. M.; MEINEN, E.; PRINS, A. Influence of surfactants and plant species on leaf re-tention of spray solutions. **Weed Science, Champaign**, v. 38, p. 567-572, 1990.

SANTOS, FABIO MARCELO FERREIRA. Efeito da inclusão de feno de juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) no desempenho, característica físico-químicas do leite e parâmetros sanguíneos de cabras anglo nubianas. 2016.

SANTOS, Paula et al. Utilização de extratos vegetais em proteção de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, 2013.

- SILVA, C.A.D. da. Biologia e exigências térmicas do ácaro-vermelho (*Tetranychus ludeni* Zacher) em folhas de algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.573-580, 2002. DOI: 10.1590/S0100-204X2002000500001.
- SILVA, Anne Caroline Arruda et al. Desempenho de adjuvantes na qualidade da aplicação e na retenção e translocação de fungicida na cultura da soja. 2013.
- SILVA, J. L.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; COSTA, R. T. R. V.; SANTIAGO, M. M. Avaliação física e físico-química de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) em diferentes estádios de maturação. *Revista Verde de Agroecologia de Desenvolvimento Sustentável*, Pombal, v.11, n.5, p.177-181, 2016. <https://doi.org/10.18378/rvads.v11i5.4743>
- SILVA, Dayane Bortoloto. Caracterização fisiológica, bioquímica e anatômica de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *Latifolium hutch*) em função da aplicação foliar de silício. 2020.
- SOUSA, M. P.; MATOS, M. E. O.; MATOS, F. J. A. Constituintes químicos de plantas medicinais brasileiras. Fortaleza: Imprensa Universitária/UFC. 416 p. 1991.
- SPERANDIO, Sérgio Antonio; GASPAR, Marcos Antonio. Gestão socioambiental em empresas industriais. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 2, n. 1, p. 21-40, 2009.
- SUASSUNA, Nelson Dias et al. Manejo de doenças do algodoeiro. **Embrapa Algodão-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.
- TOKESHI, Hasime. Doenças e pragas agrícolas geradas e multiplicadas pelos agrotóxicos. **Fitopatologia brasileira**, v. 25, p. 264-271, 2000.
- VARGAS, Leandro; ROMAN, Erivelton Scherer. Conceitos e aplicações dos adjuvantes. **Embrapa Trigo-Documents (INFOTECA-E)**, 2006.
- VENZON, M.; TRAZILBO, J. P.; NEVES, W. S. Tecnologias para o manejo sustentável de pragas e doenças. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 40, n.35, 2019. 92p.
- VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Absorção e translocação de defensivos agrícolas. In: BORGES, L. D. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Passo Fundo: Plantio Direto Eventos, 2007. p. 57 – 70.
- VIEIRA, M.R.; SACRAMENTO, L.V.S.; FURLAN, L.O.; FIGUEIRA, J.C.; ROCHA, A.B.O. Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.8, p.210-217, 2006.
- XAVIER, M. V. A. et al. Toxicidade e repelência de extratos de plantas da caatinga sobre *Tetranychus bastosi* Tutler, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) em pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 790-797, 2015.