



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**BIOATIVIDADE DE FORMULAÇÃO COMERCIAL DE NEEM SOBRE
Tetranychus urticae (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

LUIS GABRIEL DO NASCIMENTO LIMA

PETROLINA – PE
2023

LUIS GABRIEL DO NASCIMENTO LIMA

**BIOATIVIDADE DE FORMULAÇÃO COMERCIAL DE NEEM SOBRE
Tetranychus urticae (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IFSertãoPE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dra. Andréa Nunes Moreira de Carvalho

PETROLINA – PE
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L732 Lima, Luís Gabriel do Nascimento.

Bioatividade de formulação comercial de neem sobre *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) / Luís Gabriel do Nascimento Lima. - Petrolina, 2023.
34 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2023.
Orientação: Prof. Andréa Nunes Moreira de Carvalho.

1. Ciências Agrárias. 2. Bioinseticida. 3. Ácaro-rajado. 4. Controle alternativo. 5. Concentração letal. I. Título.

CDD 630

LUIS GABRIEL DO NASCIMENTO LIMA

**BIOATIVIDADE DE FORMULAÇÃO COMERCIAL DE NEEM SOBRE
Tetranychus urticae (ACARI: TETRANYCHIDAE)**

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao IF SertãoPE Campus
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção
de título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 27 de setembro de 2023.

Andrea Nunes
Moreira de Carvalho: 69252882472

Assinado digitalmente por
Andrea Nunes Moreira de
Carvalho:69252882472
Data: 2023-10-11 11:47:16

Profa. Dra. Andréa Nunes Moreira de Carvalho (Orientadora)
IFSertãoPE, Campus Petrolina Zona Rural



Documento assinado digitalmente

CLEITON ARAUJO DOMINGOS
Data: 11/10/2023 08:35:54-0300
Verifique em <https://validar.if6.gov.br>

Prof. Dr. Cleiton Araújo Domingos
IFPI, Campus Paulistana



Documento assinado digitalmente

JANE OLIVEIRA PEREZ
Data: 10/10/2023 14:31:14-0300
Verifique em <https://validar.if6.gov.br>

Profa. Dra. Jane Oliveira Perez
IFSertãoPE, Campus Petrolina Zona Rural

Dedico este trabalho de conclusão de curso a minha família, meus pais Mercivaldo Messias e Uelma Dircy, e minhas irmãs Millena e Maillane por todo amor, apoio e por sempre acreditarem nos meus sonhos.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por estar presente em todos os momentos da minha vida, e por me guiar até aqui, me dando força e coragem para vencer todos os desafios.

Ao IFSertãoPE, Campus Petrolina Zona Rural pela oportunidade de acesso ao ensino superior público de qualidade. Em especial, aos professores por todos os ensinamentos, não apenas os da agronomia, mas também as palavras de incentivo e apoio, que farão total diferença no meio profissional.

A minha orientadora Dra. Andréa Nunes Moreira de Carvalho pelo incentivo, apoio e palavras de encorajamento, por todos os ensinamentos e conselhos e pela oportunidade de participação na iniciação científica e de pesquisa.

Ao Laboratório de Proteção de Plantas do IFSertãoPE, Campus Petrolina Zona Rural em nome da professora Dra. Jane Oliveira Perez, por contribuir com a execução do trabalho.

A minha família por sempre acreditar nos meus sonhos e estarem sempre comigo, me ajudando a alcançá-los. Especialmente meus pais (Mercivaldo Messias e Uelma Dircy), minhas irmãs (Millena e Maillane), a meus avós, bisavós e todos os meus familiares que acompanharam a minha trajetória, incluindo aqueles que partiram, e hoje não estão presentes fisicamente, mas que também fazem parte dessa conquista.

Aos meus colegas de faculdade por todo apoio e companheirismo nesse período de graduação, e a todos os meus amigos que partilharam comigo os desafios, frustrações e as vitórias. À banca examinadora por aceitar o convite e pelas valiosas contribuições.

A todos que me apoiaram no decorrer do curso, seja de forma direta ou indireta, e contribuíram na minha formação acadêmica e na pessoa que sou hoje, sou eternamente grato.

*"Para tudo há um tempo, para cada
coisa há um momento de baixo do céu"*

Eclesiastes 3:1

RESUMO

O Vale do São Francisco tem se destacado como uma das maiores regiões que produz e exporta uva, dentre os desafios que se destaca na produção e no manejo desta cultura está o controle de pragas. O ácaro-rajado, *Tetranychu urticae* (Acari: Tetranychidae), possui uma diversidade de plantas hospedeiras e que causa danos expressivos em diversas culturas, dentre elas, a videira. Seu tamanho, ciclo de vida e alta produção de descendentes torna esse ácaro de difícil controle. Uma das principais forma de controle de *T. urticae* é através da aplicação de acaricidas sintéticos, porém, o uso indiscriminado e normalmente de maneira incorreta desses produtos têm reduzido suas eficiências, essencialmente devido ao crescimento de populações de ácaros resistentes. Na busca de métodos alternativos, extratos e óleos essenciais de plantas estão em estudo, e em sua maioria já com efeito comprovado, para o controle de insetos. O óleo do neem é bastante utilizado para testar sua atividade inseticida e acaricida. No Brasil, existem vários produtos formulados à base de neem, entretanto, cada um apresenta resultados diferentes em relação a eficiência no controle de pragas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito tóxico da formulação comercial com concentração de 850g/L de óleo de neem sobre *T. urticae*. Em condições de laboratório, discos de folha de feijão de porco foram tratados com o produto comercial nas concentrações de 1:1; 1,5:1; 2:1; 2,5:1 e 3:1, colocados em placas de Petri, infestados com 10 fêmeas adultas do ácaro-rajado e, posteriormente, mantidos em câmara incubadora. O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco concentrações mais a testemunha (água destilada), em triplicata. Após 24, 48 e 72 horas de exposição foram observados os ácaros mortos e os dados submetidos à análise de variância e de regressão. A CL50 e CL90 foram estimadas pela análise de Probit. A formulação comercial com 850g/L de óleo de neem apresentou efeito acaricida em *T. urticae* em todas as concentrações testadas, ocasionando uma maior mortalidade nas primeiras 24 horas de exposição nas concentrações mais elevadas (3:1, 2,5:1 e 2:1). A concentração de 1,18:1 e 2,54:1 causa uma mortalidade de 50% e 90% da população do ácaro, respectivamente. Os resultados indicam que o produto com formulação comercial de 850g/L de óleo de neem apresenta potencial no controle de *T. urticae*, sendo viável no Manejo Integrado de Pragas da Videira.

Palavras-chave – Bioinseticida; ácaro-rajado; controle alternativo; concentração letal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Semeio do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.), no viveiro do laboratório de Proteção de Plantas (A); Manutenção das plantas de feijão de porco (B); Infestação do ácaro-rajado no feijão-de-porco em laboratório (C)..... 19
- Figura 2:** Etapas do bioensaio, corte dos discos (A), aplicação dos tratamentos (B), secagem em temperatura ambiente (C) e confecção da arena em placa de Petri (D).....20
- Figura 3:** Avaliação do efeito do óleo de neem com formulação de 850g/L sobre *Tetranychus urticae* ao final de cada período de tempo.....20
- Figura 4:** Mortalidade média (%) de fêmeas adultas do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, submetidas a diferentes concentrações de óleo de neem com formulação de 850g/L..... 22
- Figura 5:** Persistência biológica do óleo de neem com formulação de 850g/L sobre fêmeas do ácaro-rajado *Tetranychus urticae*, após 72h de exposição.....23
- Figura 6:** Mortalidade média (%) de fêmeas adultas de *Tetranychus urticae* após 24, 48 e 72 horas de exposição ao óleo de neem com formulação de 850g/L. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os períodos de avaliação ($p < 0,05$) 23
- Figura 7:** Mortalidade acumulada (%) de fêmeas adultas de *Tetranychus urticae* após o período total de avaliação (72 horas de exposição) ao óleo de neem com formulação de 850g/L..... 24
- Figura 8:** Registro de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) morto após 24 h de exposição ao óleo de neem com formulação de 850g/L.....26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Toxicidade do óleo de neem com formulação de 850g/L sobre fêmeas adultas de <i>Tetranychus urticae</i> após 72 horas de exposição	25
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 CULTURA DA VIDEIRA	13
3.2 ÀCARO-RAJADO (<i>Tetranychus urticae</i>)	14
3.3 PRINCIPAIS MÉTODOS DE CONTROLE DO ÀCARO-RAJADO	15
3.3.1 CONTROLE COM O USO DO NEEM	177
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 CRIAÇÃO DE <i>Tetranychus urticae</i>	18
4.2 BIOENSAIOS	18
4.3 ANÁLISES	211
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), é uma espécie altamente polífaga, com ciclo de vida curto, alta produção de descendentes, notável capacidade de desenvolver resistência a pesticidas e é amplamente difundido em todo o mundo (MACKE et al. 2011; XIMENEZ-EMBUN et al. 2017; ABDELLATIF et al., 2023). Facilmente é reconhecido por apresentar manchas dorsais escuras no seu corpo. Se instalam preferencialmente na parte abaxial das folhas, o que dificulta a visualização a olho nu (PIPER, 2022).

O ácaro-rajado ataca diversas culturas, e vem apresentando preocupação aos produtores de diversas regiões do país, principalmente na videira na região do Submédio do Vale do São Francisco desde os anos 90 (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Os sintomas de uma infestação por ácaros são visíveis nas áreas ventrais das folhas da uva. e é caracterizada por manchas vermelhas que podem tornar-se necróticas e/ou completamente secas. Os ataques podem ocorrer em todas as folhas. Mas isso acontece especialmente com folhas jovens. No caso de uma grande população Este ácaro pode prejudicar significativamente o desenvolvimento das plantas e resultar na redução do rendimento das culturas (OLIVEIRA, 2010).

Atualmente, a uva é uma das frutas mais economicamente viáveis e amplamente cultivadas no mundo. Além de seu uso na alimentação humana, quer se trate de alimentos frescos ou já processados, possui também propriedades farmacológicas, terapêuticas e de beleza (MARTIN et al., 2002). Segundo a Sociedade Nacional de Agricultura (2023), o Submédio do Vale do São Francisco é responsável por 95% de toda a uva de mesa exportada pelo Brasil, no ano de 2022 exportou US\$ 108 milhões da fruta para outros países, especialmente, para a União Europeia, o que representa uma movimentação de mais de R\$ 531,6 milhões.

Sendo uma cultura que apresenta grande importância econômica e social, e com a crescente demanda de alimentos livres de resíduos de agrotóxicos, principalmente de países importadores da uva e manga do Brasil, e da preocupação com o meio ambiente, no que diz respeito à conservação dos recursos naturais, faz-se necessária a investigação de novas alternativas de controle do ácaro-rajado, que estejam de acordo com os princípios do MIP (Manejo Integrado de Pragas), visando a sustentabilidade.

Uma das formas de controle alternativo é a utilização de extratos e óleos essenciais de plantas, que se manifestam propícios como inseticidas, como os óleos emulsionáveis de neem (*Azadirachta indica* A. Juss), existente em plantas da família Meliaceae (*Melia azedarach* L.). As plantas do agrupamento dessa família são as mais analisadas por disporem de compostos secundários, que são detectados em todas as partes da planta, principalmente nas folhas, frutos e sementes (MARTINEZ, 2002; AGUIAR-MENEZES, 2005). O princípio ativo azadirachtina, compreendido no neem, pode fazer-se significativo no controle de pragas, por apresentar amplo espectro de ação, ser coadunável com outras maneiras de manejo, não apresentando ação fitotóxica, não nocivo ao homem e por não acometer o ecossistema (MARTINEZ, 2002).

A planta inseticida *A. indica* conhecida por reduzir as populações de pragas, possui cerca de 300 metabólitos secundários, como terpenos, diterpenos e mais de cinquenta limonóides, sendo o mais importante a azadiractina (RÚA, 2017). O uso do neem no controle de pragas é muito promissor, principalmente porque os compostos são de fácil extração, sem a necessidade de destruir a planta, já que sementes e folhas podem ser utilizadas, e pelo fato da planta possuir multiplicidade de compostos como a solanina, azadiradiona e azadiractina, dentre outros, dificultando o surgimento de populações de pragas resistentes (MARTINEZ 2002).

Considerando as preocupações sobre a redução do uso de insumos agrícolas, os produtos alternativos são uma opção. Através da sua utilização é possível reduzir a quantidade de resíduos químicos nos alimentos, uma vez que estes produtos se decompõem rapidamente e proporcionam proteção natural à planta (CZAJA et al., 2014).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito tóxico da formulação comercial à base de neem 850 g/L sobre o ácaro fitófago *Tetranychus urticae*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a mortalidade de fêmeas de *T. urticae* sobre o produto comercial à base de neem com concentração de 850 g/L;

Determinar a concentração da formulação comercial de óleo de neem que apresente um efeito significativo;

Avaliar o tempo em que a formulação comercial de óleo de neem começa a agir sobre *T. urticae*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CULTURA DA VIDEIRA

A região Nordeste tem se destacado como uma das principais regiões produtoras de uvas de mesa no Brasil. Sendo que o Submédio do Vale do São Francisco tem apresentando um destaque ainda maior, não apenas pela expansão da área cultivada e pelo volume de produção, mas principalmente pelos elevados rendimentos alcançados, em torno de 39 t/ha por ano, 73% superiores à média nacional (IBGE, 2022). Esta cultura foi implantada nesta região na década de 60, com a variedade de uva "Itália". Na década de 90 foram implantados outros diversos polos vitícolas, voltados à produção de uvas de mesa, sucos e vinhos (PROTAS et al., 2008).

Segundo a EMBRAPA (2010), a vitivinicultura apresenta grande importância social e econômica, sendo um seguimento que envolve um conjunto heterogêneo de agentes da cadeia produtiva com diferentes objetivos e estratégias de inserção no mercado que procuram responder à evolução da sofisticação do consumidor com produtos alinhados com as qualidades exigidas pelos diferentes mercados. Isso se deve ao grande número de pequenos produtores envolvidos ou ao grande número de profissões que aparecem na dinâmica dos serviços que viram em torno do grande número de atividades desenvolvidas ao longo da cadeia produtiva da uva nesta região.

Em 2021, 14,04% da área vitícola nacional foram referentes a áreas cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco (Pernambuco e Bahia). O estado de Pernambuco foi o maior produtor com 8.256 ha, que representa 11,00% da área nacional. E a Bahia, com 2.119 ha, apresentou aumento de 7,62% na área com videiras. Considerando às condições climáticas da região e combinado com os sistemas de produção, é possível produzir até duas safras e meia por ano, apresentando um potencial ainda mais elevado ao percentual acima apresentado (MELLO; MACHADO, 2021; COMEXSTAT, 2022). Isso se deve ao fato da sua localização, situada entre os paralelos 8º e 9º S e produz, com escalonamento produtivo, uvas o ano todo, em condições ambientais adversas como alta

luminosidade, temperatura média anual de 26°C, pluviosidade aproximada de 500mm, a 330m de altitude, em solo pedregoso (EMBRAPA, 2010).

Alguns problemas têm sido enfrentados, como a presença de artrópodes pragas, ocasionando danos significativos à produtividade da videira, quando não são adotadas as devidas medidas de controle. Dentre as pragas que atacam a videira no Submédio do Vale do São Francisco, aquelas de maior importância são: os ácaros rajado e branco, lagarta das folhas, traça-dos-cachos, moscas-das-frutas, tripses e as cochonilhas (OLIVEIRA, 2014). Sendo assim, há um grande desafio, que é o estudo de produtos e alternativas de controle, que apresentem efeito significativo sobre o ácaro-rajado e não apresente resíduo no produto final.

3.2 ÀCARO-RAJADO (*Tetranychus urticae*)

Representantes do Filo Arthropoda e Classe Arachnida, os ácaros são organismos que apresentam um tamanho reduzido, além de grande diversidade morfológica e diferentes hábitos alimentares (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Dentre as famílias de ácaros fitófagos, destaca-se a Tetranychidae, da qual já foram descritas mais de 1.300 espécies em 77 gêneros, sendo que aproximadamente 100 espécies são consideradas pragas e pouco mais de 10 como pragas-chaves (VACANTE, 2015; MIGEON; DORKELD, 2021). No Brasil, das seis espécies de importância econômica, apenas uma, *T. urticae* (Acari:Tetranychidae), possui uma diversidade de plantas hospedeiras e que causa danos expressivos na maioria delas (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

O ácaro-rajado se alimenta do conteúdo citoplasmático das células dos vegetais rompidas com o aparelho bucal, diminuindo a produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, a produção (BERTOLLO, 2017), para isso, possuem quelíceras modificadas em forma de estiletos, as quais são utilizadas para perfurarem diferentes partes da planta (folha, flores, ramos, frutos, etc.). Uma vez as células perfuradas, os ácaros sugam o alimento para o interior de seu aparelho digestivo com a ajuda de uma bomba de sucção localizada na faringe. Os danos às plantas são ocasionados tanto pelos estiletos quanto pela retirada das organelas celulares do tecido das plantas. Os sintomas são produzidos de acordo com a

espécie do ácaro, da densidade populacional, do estágio de desenvolvimento, da estrutura vegetal atacada e da duração do ataque, os quais favorecerão maior ou menor intensidade de injúrias (PINHEIRO et al., 2008).

O ataque do ácaro causa amarelecimento ao longo da nervura central e sua parte lateral. Os primeiros sintomas são pequenas áreas cloróticas nas folhas, manchas amareladas que evoluem para tons avermelhados, entre as nervuras, posteriormente, o local do ataque torna-se necrótico. Em surtos mais graves pode ocorrer bronzeamento das bagas. Perda de algumas ou de todas as folhas e redução na qualidade e quantidade dos frutos (BOTTON, 2005). Algumas características biológicas tornam esse ácaro de difícil controle, como tamanho pequeno, ciclo de vida relativamente curto, maturidade sexual precoce e alta produção de descendentes, tipo de reprodução e habilidades adaptativas, como a capacidade de desintoxicação (STUMPF; NAUEN, 2001; GRBIC et al., 2007; AGUT et al., 2018). Além disso, altas temperaturas e baixa umidade favorecem o desenvolvimento de *T. urticae*, condições estas predominantes no Submédio do Vale do São Francisco, o que possibilita seu desenvolvimento o ano inteiro, principalmente no segundo semestre, onde as condições climáticas são mais favoráveis (VIEIRA et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2012). Esse ácaro possui o hábito de tecer teias, após se instalarem na lavoura, na parte abaxial das folhas, onde preferencialmente depositam seus ovos. Os ovos têm cerca de 0,15 mm de diâmetro e são esféricos e translúcidos. E quando ocorre a fecundação, esses ovos dão origem a machos que passam pelas seguintes fases: larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. Na fase larval, possuem três pares de patas, e nas fases larval e adulta, possuem quatro pares de patas. (FADINI et al., 2004; 2010; GUIMARÃES et al., 2010; BERNARDI et al., 2010).

3.3 PRINCIPAIS MÉTODOS DE CONTROLE DO ÀCARO-RAJADO

A principal forma de controle de *T. urticae* é através da aplicação de acaricidas sintéticos (MARCIC, 2012; VAN LEEUWEN et al., 2012), dentre eles destacam-se o uso de alguns produtos recomendados, como (a) abamectina, cujas aplicações sucessivas podem ser realizadas, desde que seja respeitado o período de carência de três dias. Produto de Classe II, muito perigoso ao meio ambiente e

moderadamente tóxico; (b) fenpiroximato, necessita cinco dias de carência. Produto de classe II, muito perigoso ao meio ambiente e pouco tóxico. Deste modo, devido a carência destes produtos, as aplicações precisam ser realizadas de forma limitada (BRASIL, 2022).

Atualmente são registrados 549 casos de resistência a 96 ingredientes ativos diferentes em todo o mundo, sendo que desses registros, 53 são no Brasil, indicando resistência a 20 diferentes ingredientes ativos (APRD, 2021). No país, casos de resistência do ácaro-rajado a acaricidas tem sido registrado desde o final dos anos 60 (MELLO, 1968) e desde então os casos continuam a serem registrados (ASSIS; GONDIM JUNIOR; SIQUEIRA, 2018), inclusive no Submédio do Vale do São Francisco (MONTEIRO et al., 2015).

Outro método de controle é o biológico, que em relação aos ácaros é realizado com a utilização de ácaros predadores da família Phytoseiidae, que são considerados os mais importantes agentes de controle biológico de ácaros fitófagos. Algumas das principais espécies dessa família, utilizadas para o controle de ácaro-rajado no Brasil, são *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (MORAES; FLECHTMANN, 2008; SATO et al., 2007). Os ácaros *N. californicus* consomem aproximadamente 15 a 20 ovos do ácaro-rajado por dia, já os *P. macropilis* podem consumir 40 ovos de ácaro-rajado por dia, ambos podem também se alimentar de outras fases do desenvolvimento da praga. O *N. californicus* se alimentam também, de outras fontes, como pólen, outros ácaros, tripes e pulgões, diferente do *P. macropilis* que não se alimenta de fontes alternativas, pois o ácaro-rajado é seu alimento obrigatório (SATO et al. 2002).

Trabalhos indicam que o controle de ácaro-rajado não deve ser realizado apenas com acaricidas, recomenda-se a liberação de ácaros predadores (FOERSTER, 2002) e a utilização de produtos alternativos. Entretanto, ao serem aplicados acaricidas/inseticidas, os ácaros predadores também são atingidos, reduzindo a população e conseqüentemente a eficiência do controle biológico. Além disso, o ácaro-rajado apresenta um ciclo biológico curto, o que leva à exposição de várias gerações a cada evento de pressão ambiental, como a aplicação de acaricidas sintéticos (MORAES; FLECHTMANN, 2008), desenvolvendo resistência a acaricidas em um curto espaço de tempo (KNOWLES, 1997; VAN LEEUWEN et al., 2008).

O emprego de inseticidas sintéticos tem sido o mais importante modo de controle da praga. Todavia, o uso não discriminado e normalmente de maneira

incorreta desses princípios ativos têm aumentado a quantidade de aplicações e reduzido suas eficiências, essencialmente devido ao crescimento de populações de insetos resistentes. Desta forma, na busca de métodos alternativos extratos de plantas estão em estudo, e em sua maioria já com efeito comprovado, para o controle de insetos (LIMA, 2013).

3.3.1 CONTROLE COM O USO DO NEEM

A utilização de extratos naturais de plantas, tem grande potencial no controle de pragas, e é caracterizado pelo uso de substâncias provenientes de plantas, que causam menos danos ambientais, são biodegradáveis e tão eficientes quanto substâncias químicas. O uso desse tipo de controle tem aumentado nos últimos anos, devido aos impactos ambientais, custos financeiros e restrições no uso de tais produtos (BARROS, 2018). Essas substâncias são resultantes do metabolismo secundário das células vegetais que, muitas vezes, já servem como mecanismo de defesa contra herbívoros, portanto, a ideia do controle alternativo por extratos botânicos surge da extração desses compostos para o uso em outras plantas que não possuem a capacidade de produzir ou apresentam susceptibilidade a determinadas pragas ou doenças (COSTA, 2021).

O neem (*A. indica*) é um defensivo natural, que contém substâncias inseticidas, principalmente a azadiractina, que controla e inibe mais de 200 espécies de pragas, em diversas culturas de grãos, hortaliças, plantas ornamentais e frutíferas, além de não ser tóxico ao homem e animais (MOREIRA 2003; MARTINEZ 2002). O principal princípio ativo com potencial acaricida e presente em grande quantidade na planta é o limonóide azadiractina. A azadiractina possui diferentes modos de ação, sendo descrita como repelente, deterrente alimentar, interfere nos hormônios reguladores do crescimento, na metamorfose e na reprodução, e ocasionando anomalias anatômicas em artrópodes (ABEDI 2014; VIANA et al., 2006).

Dessa forma, a utilização dos inseticidas/acaricidas de origem vegetal merece destaque dentre os métodos alternativos ao controle químico convencional, pelos aspectos de segurança e pela conservação do equilíbrio do agroecossistema.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, localizado na PE 647, Km 22, PISNC N - 4, Petrolina/PE, laboratórios de Proteção de Plantas e Produção Vegetal.

4.1 CRIAÇÃO DE *Tetranychus urticae*

A criação de *T. urticae* foi estabelecida no laboratório de Proteção de Plantas e proveniente de ácaros coletados em videiras situadas em fazenda comercial no Projeto Senador Nilo Coelho – N5. Após a confirmação da espécie, os ácaros foram mantidos e multiplicados sobre plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L., em incubadora a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ de umidade relativa do ar e fotoperíodo de 12 horas. O plantio do feijão foi realizado em vasos de polietileno com 5 Kg de capacidade, contendo substrato na proporção 3:1 de solo argiloso e esterco bovino, e as plantas mantidas no viveiro do laboratório de Proteção de Plantas e irrigação por gotejo automático, 3 vezes ao dia por 15 minutos. Semanalmente foi realizado o semeio e a troca das plantas para manutenção da criação (Fig. 1A e 1B). As plantas eram levadas ao laboratório, com aproximadamente 15 dias do semeio, quando as folhas primárias estavam totalmente expandidas, maduras e sadias (Fig. 1C). As plantas antigas foram utilizadas para reinfestação.

4.2 BIOENSAIOS

A avaliação da toxicidade por contato residual foi de acordo com o método N° 4 da série de métodos de testes de suscetibilidade do Insecticide Resistance Action Committee (IRAC, 2009). O produto comercial com formulação de 850g/L de óleo de neem (Azadiractina A/B 3g/L) foi utilizado nas concentrações 1:1 (1ml/L); 1,5:1 (1,5ml/L); 2:1 (2ml/L); 2,5:1 (2,5ml/L) e 3:1 (3ml/L) definidas com base na

concentração usualmente recomendada pelos fabricantes dos acaricidas sintéticos. Foi utilizado como tratamento controle água destilada.

Figura 1: Semeio do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.), no viveiro do laboratório de Proteção de Plantas (A); Manutenção das plantas de feijão de porco (B); Infestação do ácaro-rajado no feijão-de-porco em laboratório (C).



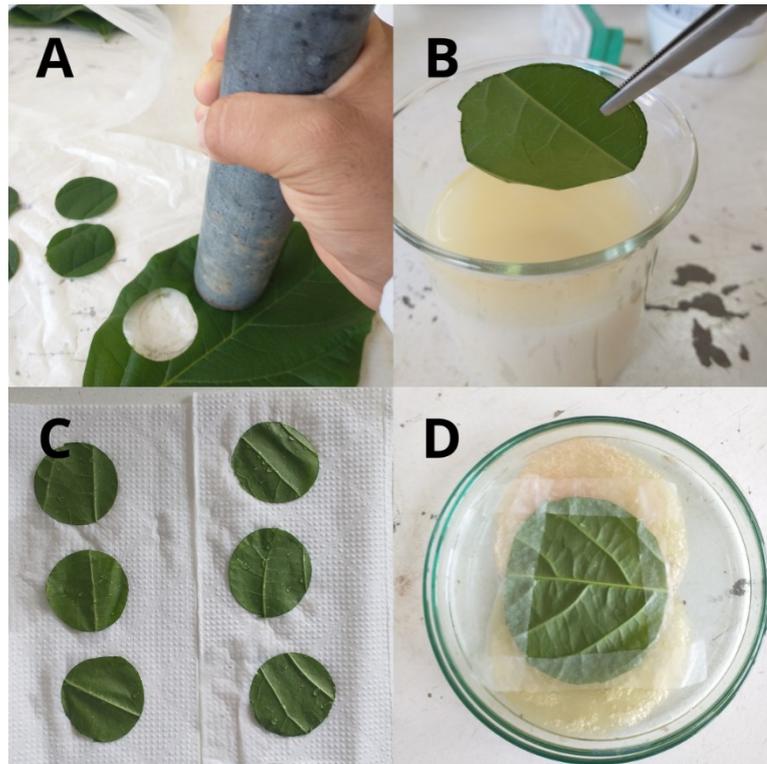
Fonte: O autor, Petrolina – PE, 2023.

Folhas de feijão-de-porco maduras e saudáveis foram coletadas e levadas para o laboratório de Produção Vegetal. Com uma lupa, observou-se se havia a presença de alguma praga ou sintoma de doença, sendo constatada a ausência, as folhas foram cortadas em formato circular com 3 cm de diâmetro, com o auxílio de um cilindro de metal com borda em bisel (Fig. 2A).

Os discos foram imersos individualmente na solução de cada tratamento por cinco segundos, em Becker (Fig. 2B), e permaneceram em temperatura ambiente por 30 minutos para secar (Fig. 2C). Passado o tempo, os discos foram transferidos, com a face abaxial voltadas para cima, para placas de Petri (9 cm) contendo uma espuma de polietileno saturada com água destilada. As bordas do disco foram cobertas com tiras de papel toalha para evitar a fuga dos ácaros e manter a turgescência do material vegetal (Fig. 2D).

Posteriormente, 10 fêmeas adultas do ácaro-rajado retiradas da criação foram transferidas para os discos com o auxílio de pincel de cerdas finas e microscópio binocular (Fig. 3). As placas permaneceram abertas em câmara climatizada (B.O.D). O delineamento foi inteiramente casualizado com cinco concentrações mais a testemunha e três tempos de avaliação, sendo que cada concentração foi repetida quatro vezes em triplicata.

Figura 2: Etapas do bioensaio, corte dos discos (A), aplicação dos tratamentos (B), secagem em temperatura ambiente (C) e confecção da arena em placa de Petri (D).



Fonte: O autor, Petrolina – PE, 2023.

Figura 3: Avaliação do efeito do óleo de neem com formulação de 850g/L sobre *Tetranychus urticae* ao final de cada período de tempo.



Fonte: Moreira, A.N., Petrolina – PE, 2023.

As avaliações foram realizadas ao final de 24, 48 e 72 horas, contando-se os ácaros mortos. Considerando mortos os ácaros que não apresentem movimento ou incapazes de se deslocarem por uma distância superior ao comprimento do seu corpo após serem estimulados com o toque do pincel.

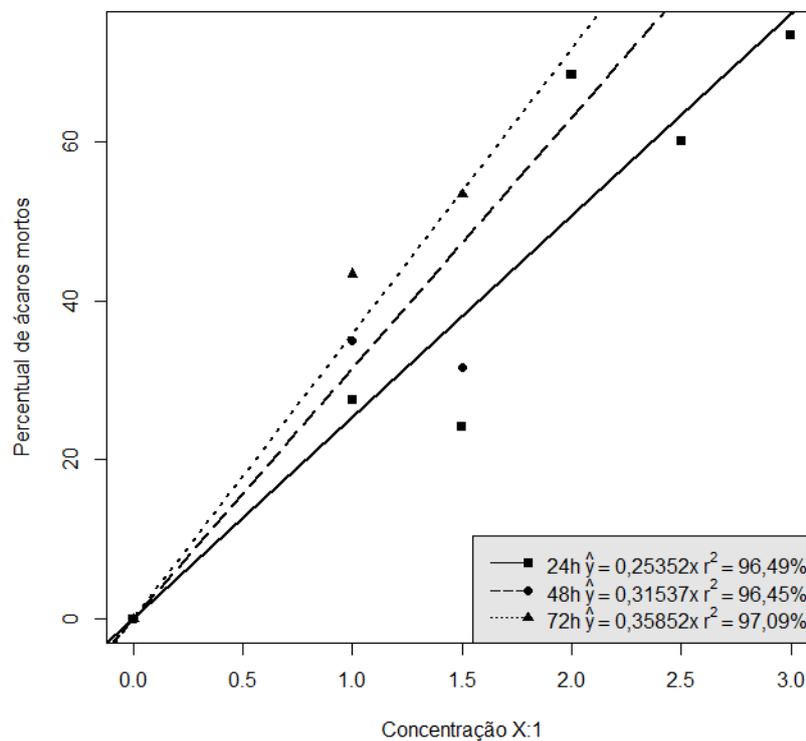
4.3 ANÁLISES

Os dados de mortalidade obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão ($p \leq 0,05$) com auxílio do software R Core Team (2023). A mortalidade acumulada foi calculada levando em consideração a persistência do óleo de neem sobre *T. urticae*, ou seja, o somatório das mortalidades que ocorreram em cada concentração após 24, 48 e 72 h de exposição dos ácaros. A CL50 e CL90 e seus respectivos intervalos de confiança foram estimados através da análise de Probit utilizando o programa software SAS (SAS Institute 2001).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As percentagens de mortalidade de *T. urticae*, nas concentrações de 1:1 (1ml/L); 1,5:1 (1,5ml/L); 2:1 (2ml/L); 2,5:1 (2,5ml/L) e 3:1 (3ml/L) de óleo de neem com formulação de 850g/L e intervalos de avaliação, estão demonstrados na Figura 4. As mortalidades ocasionadas pela aplicação do óleo se ajustaram ao modelo linear ($P \leq 0,05$) e os coeficientes de determinação (r^2) foram superiores a 96%.

Figura 4: Mortalidade média (%) de fêmeas adultas do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, submetidas a diferentes concentrações de óleo de neem com formulação de 850g/L.

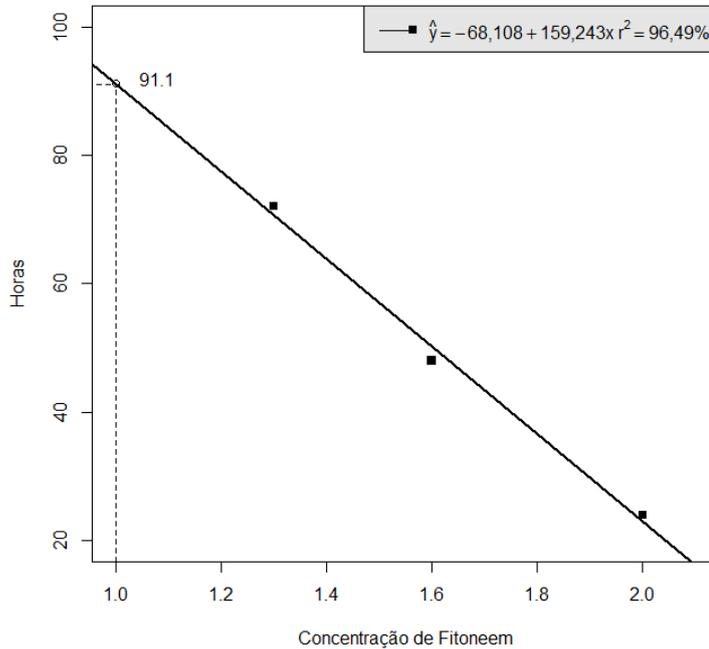


Fonte: O autor, Petrolina – PE, 2023.

Observou-se que houve efeito do tempo de exposição das concentrações do produto comercial a base de neem com formulação de 850g/L sobre o ácaro-rajado. Nas primeiras 24 horas de exposição, as concentrações de 3:1, 2,5:1 e 2:1 proporcionaram uma mortalidade maior das fêmeas adultas de 73%, 60% e 68%, respectivamente (Fig. 5 e 6). Sendo assim, pode-se inferir que o neem com formulação

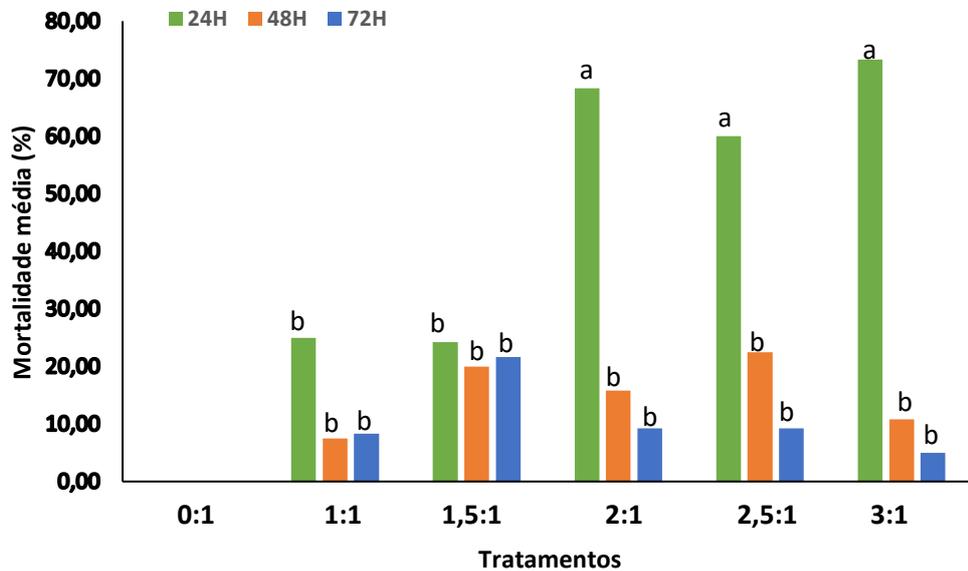
de 850g/L têm sua eficiência de controle do ácaro-rajado reduzida significativamente após 24 h de exposição; o tratamento controle apresentou mortalidade de 0%.

Figura 5: Persistência biológica do óleo de neem com formulação de 850g/L sobre fêmeas do ácaro-rajado *Tetranychus urticae*, após 72h de exposição.



Fonte: O autor, Petrolina – PE, 2023.

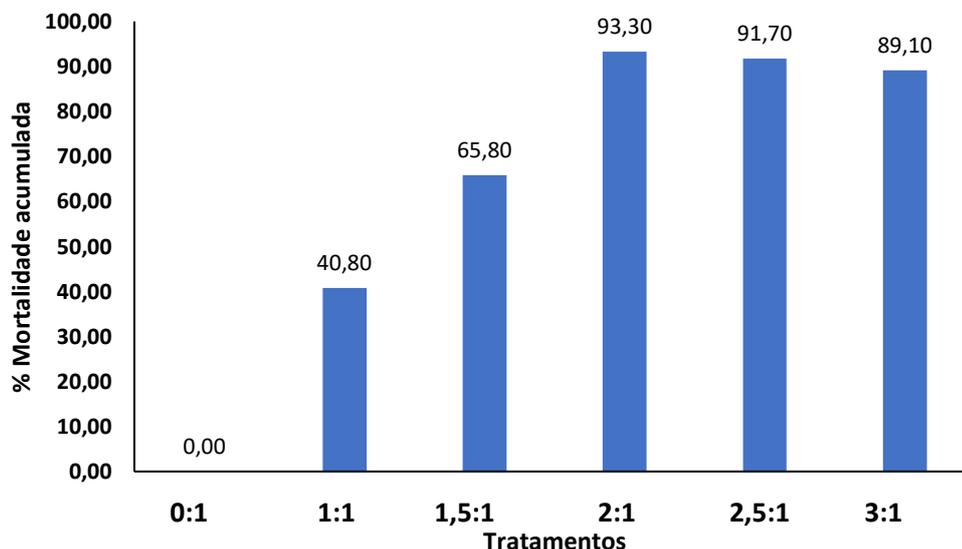
Figura 6: Mortalidade média (%) de fêmeas adultas de *Tetranychus urticae* após 24, 48 e 72 horas de exposição ao óleo de neem com formulação de 850g/L. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os períodos de avaliação ($p < 0,05$).



Fonte: O autor, Petrolina – PE, 2023.

Como é possível observar, ao fim do experimento contabilizou-se mortalidades de até 89,10% na concentração de 3:1; 91,70% na concentração 2,5:1 e 93,30% na concentração 2:1 do óleo de neem com formulação de 850g/L (Fig. 7). Nas concentrações 1,5:1 e 1:1 pode-se verificar que, o óleo de neem atua de forma lenta e continuamente sobre *T. urticae*, reduzindo significativamente a população do ácaro, sendo que a concentração de 1:1 não atingiu 50% de mortalidade. Schlesener et al. (2013) verificaram que a ação de persistência biológica de Azamax® e Neemseto®, aplicados a 0,5% p.c, foi até 48 h após a exposição, com reduzida eficiência após esse período no controle do ácaro-rajado. Os autores também relatam os fatores positivos (reduz riscos de contaminação, resíduo nos produtos e favorece a seletividade a inimigos naturais) e negativos (reaplicação a intervalos de sete dias) dessa rápida degradação do produto.

Figura 7: Mortalidade acumulada (%) de fêmeas adultas de *Tetranychus urticae* após o período total de avaliação (72 horas de exposição) ao óleo de neem com formulação de 850g/L.



Fonte: O autor, Petrolina – PE, 2023.

As concentrações necessárias para matar 50% (CL50) e 90% (CL90) da população de fêmeas adultas de *T. urticae* estimadas para a formulação comercial à base de óleo de neem com formulação de 850g/L, foi de 1,18:1 e 2,54:1, respectivamente (Tab. 1).

Venzon et al. (2011) verificaram que o produto Azamax® (12 g i.v.a./L), Organic Neem® (1,7 i.a./L) e Neemseto® (2,4 i.a./L), nas concentrações de 31,6 mg i.a./L, 6,5 mg i.a./L e 4,6 mg i.a./L, respectivamente, foram suficientes para parar o crescimento

populacional de *T. urticae*, em condições de laboratório. Em casa de vegetação em plantas de salsa, concentrações mais elevadas dos produtos diminuir a população de ácaros de forma mais eficaz e a mortalidade atingiu o pico um dia após a aplicação. Os autores esclarecem ainda que essa diferença entre os produtos pode ser devida às diferentes formulações e concentrações do princípio ativo. Soto et al (2011), observaram que a CL50 para o Organic Neem® sobre *T. urticae* foi de 0,29 mg/L em condições de laboratório. Os produtos Neem Pro® e Natuneem®, as CL50 foram de 0,06 e 0,95 mg/L, respectivamente.

Tabela 1: Toxicidade do óleo de neem com formulação de 850g/L sobre fêmeas adultas de *Tetranychus urticae* após 72 horas de exposição.

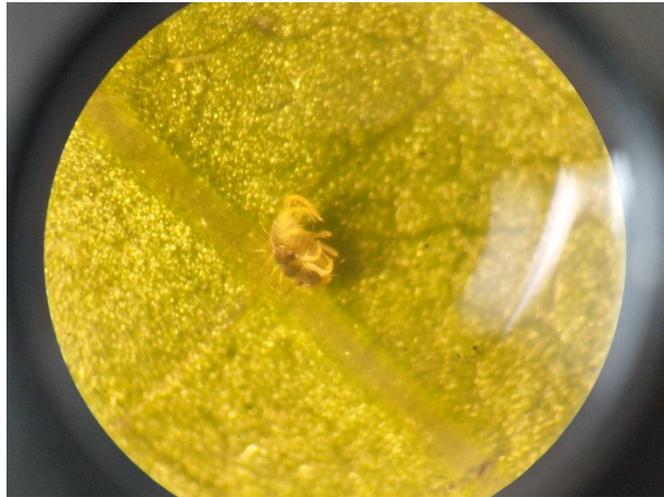
N ¹	GL ²	Equação de Probit	CL ₅₀ (IC 95%)	CL ₉₀ (IC 95%)	χ ^{2 4}	P ⁵
720	3	$y = -0,28 + 3,86 \log_{10}$	1,18 (0,10-1,65)	2,54 (1,81-47,35)	25,37	0,0001

¹Número total de ácaros usados nos bioensaios. ²Graus de liberdade para teste de qui-quadrado. ³Concentração letal e intervalo de confiança a 95%. ⁴Valor de qui-quadrado. ⁵Valor de probabilidade.

Os ácaros mortos pela ação do neem com formulação de 850g/L apresentavam-se retorcidos e escurecidos, conforme observado na Fig. 8. Esses sintomas são observados em outros artrópodes, como os insetos. Correia et al. (2009) relatam que o azadiractina interfere no sistema neuroendócrino dos insetos, afetando algumas funções fisiológicas, ecdise, reprodução, diapausa e comportamento. Pode também causar efeitos refletidos pela flacidez e paralisia dos músculos.

Segundo Schlesener et. al. (2013), os produtos à base de neem, Azamax® e Neemseto® (0,5% p.c.), causam 89,7 e 91,5% de mortalidade do ácaro-rajado, respectivamente, após a repulverização no sétimo dia. A aplicação foi realizada através de pulverização por meio de uma pistola tipo gravidade (Arprex, modelo 5 Plus, 20-30 lbs/pol2 com bico de 8 mm), adaptada com miniatomizador e calibrada para depositar um volume de calda de 1.000L/ha. Além disso, causam efeitos adversos sobre a fecundidade e a viabilidade de ovos. Mesmo apresentando uma metodologia de aplicação diferente, os resultados apresentam-se semelhantes o deste presente trabalho.

Figura 8: Registro de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*) morto após 24 h de exposição ao óleo de neem com formulação de 850g/L.



Fonte: O autor, Petrolina – PE, 2023.

No trabalho de Justiniano et al. (2009), o óleo de neem (Nim-I-Go®), a partir de 1,5% de v/v, é eficiente no controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Tenuipalpidae) em frutos de citros, com estimativa de controle na ordem de 82,21% e 92,32%, para os períodos de 48 e 72 horas após aplicação, respectivamente.

Santos et al. (2022), testaram os produtos Natural Neem®, Off-Neem®, Nim-I-GO® e Azamax® na cultura do eucalipto, utilizando o mesmo método de imersão do disco foliar, após 48 horas de exposição ao produto e verificaram que as concentrações necessárias para matar 50% da população de fêmeas adultas de *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) estimadas para as formulações comerciais à base de *A. indica*, Off-Neem®, Natural Neem®, Nim-I-GO® e Azamax® foram 0,10 (1x10⁻⁶ mL/L); 0,14 (1,4x10⁻⁶ mL/L); 0,21 (2,1x10⁻⁶ mL/L) e 0,56% (5,6x10⁻⁶ mL/L), respectivamente.

O alto índice de mortalidade dos ácaros-rajados ao longo das avaliações no presente estudo, pode ser devido a ação do principal metabólito secundário da planta, a azadiractina, que se destaca pela elevada ação inseticida e acaricida. Pela sua semelhança com o hormônio da ecdise, perturba essa transformação e, em altas concentrações pode impedi-la. Por essa razão, as formas jovens de artrópodes são mais fáceis de controlar. Não causa sua morte imediatamente, dado o seu efeito fisiológico, porém, além de afetar a ecdise, reduz o consumo de alimento, retarda o desenvolvimento, repele os adultos e reduz a postura nas áreas tratadas (MARTINEZ, 2008).

Vários estudos são feitos com óleo de neem para testar sua atividade inseticida, como o observado na redução da densidade populacional de *Thrips tabaci* L. em cebola superior a 50% (SHIBERU et al., 2013; KHALIQ et al., 2014). Gonçalves et al. (2022) também avaliou o efeito do neem sobre a incidência *T. tabaci* em pulverizações foliares do óleo de neem nas concentrações de 0,13%, 0,25%, 0,5% e 1%, em mistura com sulfato de manganês a 0,5% e constataram que o óleo de neem associado à terra de diatomáceas e ao sulfato de manganês reduziu os danos causados por tripses. Lopes et al. (2023) avaliaram os produtos naturais comerciais Azact®, Azamax®, Matrix® e Orobor® no controle das cochonilhas *Planoccoccus citri* (Risso) e *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) em condições de laboratório nas seguintes concentrações 400; 300; 200; 100; 50; 25; 12,5 e 6,25 ml de pc/100L, e verificaram que os produtos Matrix®, Azamax® e Orobor® apresentaram maior toxicidade para ninfas de 1º ínstar de *P. citri* e *M. hirsutus*.

Efeitos adversos sobre a fecundidade e a viabilidade de ovos do ácaro-rajado com os produtos comerciais Azamax® e Neemseto® também foram observados por Schlesener et al. (2013). Essa discrepância em resultados é decorrente da formulação desses produtos, o que ocasiona, muitas vezes, descrédito do produto devido à baixa eficiência, principalmente no controle de ácaros. No entanto, o uso de forma adequada desses produtos pode resultar na mitigação dos impactos ao ambiente, reduzindo a contaminação das culturas, por oferecer um produto sem resíduos tóxicos.

Baseado nos resultados, a concentração de 1,18:1 do óleo de neem com formulação de 850g/L pode ser indicada no manejo do ácaro, podendo ser aliada a outras estratégias de controle, uma vez que já se observa mortalidade de 50% da população. Entretanto, como o parâmetro utilizado para avaliação foi apenas a mortalidade, é preciso ressaltar que o óleo essencial de neem pode ter outras atuações, como por exemplo, repelência, diminuição da longevidade dos adultos e na oviposição, sendo necessário outras análises específicas para confirmar essas observações.

6 CONCLUSÃO

Para as condições em que o ensaio foi realizado, o produto comercial de óleo de neem com formulação de 850g/L apresenta efeito acaricida em *T. urticae* em todas as concentrações testadas.

A concentração de 1,18:1 da formulação comercial causa uma mortalidade de 50% da população de *T. urticae*.

A formulação comercial nas concentrações mais elevadas, ocasionou maior mortalidade de *T. urticae* nas primeiras 24 horas de exposição.

REFERÊNCIAS

- ABDELLATIF, A. S.; AFIFI, A. A. M.; MAHMOUD, A. M.; AHMED, M. M. Efficiency of some commercial stimulants in inducing tomato resistance to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Persian Journal of Acarology**, v. 12, n. 1, p. 101-120, 2023.
- ABEDI, Z.; SABER, M.; GHAREKHANI, G.; MEHRVAR, A.; KAMITA, S. G. Lethal and sublethal effects of azadirachtin and cypermethrin on *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 107, p. 638-645, 2014.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p. (Documentos, 205).
- AGUT, B.; PASTOR, V.; JAQUES, J.; FLORS, V. Can plant defence mechanisms provide new approaches for the sustainable control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*? **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 2, p. 1-20, 2018.
- APRD. Arthropod Pesticide Resistance Database. 2021. Disponível em: <<http://www.pesticideresistance.org>>. Acesso em: 27 jan 2023.
- ASSIS, C. P. O.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; SIQUEIRA, H. A. A. Synergism to acaricides in resistant *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae), a predator of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Crop Protection**, v. 106, p. 139-145, 2018.
- BARROS, A.R.A. Extratos botânicos sobre *Raoiella indica* Hist. (Acari: Tenuipalpidae) em bananeira (Musaceae). 2018. Monografia (Conclusão do Curso em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, 2018.
- BERNARDI et al., 2010).
- BERNARDI, D.; BOTTON, M.; CUNHA, U. da S.; NAVA, D. E.; GARCIA, M. S. Bioecologia, monitoramento e controle do ácaro-rajado com o emprego da azadiractina e ácaros predadores na cultura do morangueiro. Bento Gonçalves, RS, 2010. 8p. (Circular Técnica 83). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/879820/1/cir083.pdf>. Acesso em: 04 out. 2023.
- BERTOLO, F. O. A.; OTT, A. P.; FERLA, N. J. Ácaros em videira no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 2011. 26p. (Boletim Fepagro 21). Disponível em: <<http://issuu.com/fepagro/docs/acaros>>. Acesso em: 25 jan 2023.
- BOTTON, M. Pragas da videira. Sistema de produção de uva de mesa no norte de Minas Gerais. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaNorteMinas/pragas.htm>>. Acesso em: 25 jan 2023.
- BRASIL, R. B. Aspectos botânicos, usos tradicionais e potencialidades de *Azadirachta indica* (Neem). **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 3252-3258, 2013.

COMEXSTAT. Sistema de Estatísticas do Comércio Exterior. Exportação e Importação Geral. 2021. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 11 set 2023.

CORREIA, A. A.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V.; TEIXEIRA, A. A C; OLIVEIRA, J. V de; TORRES, J. B. Morfologia do canal alimentar de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas tratadas com nim. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 1-12, 2009.

COSTA, E. V. V. S. Controle químico e alternativo do ácaro-vermelho-daspalmeiras *Raoiella indica* Hirst em bananeira Musa sp. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/controlde%20de%20caro%20vermelho%20alternativo.pdf>. Acesso em: 04 out 2023.

CZAJA, K.; GÓRALCZYK, K.; STRUCIŃSKI, P.; HERNIK, A.; KORCZ, H.; MINORCZYK, M.; LYCZEWSKA, M.; LUDWICKI, J. K. Biopesticides – towards increased consumer safety in the EU. **Pest Management Science**, v. 71, n. 1, p. 3-6, 2014.

EMBRAPA. Sistemas de Produção: cultivo da videira. Embrapa Semiárido, 1 – 2a. edição. 2010. Disponível em: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spuva/Caracterizaca_social_da_%20videira.html. Acesso em: 05 out 2023.

FADINI, M. A. M.; PALLINI, A.; VENZON, M. Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1271-1277, 2004.

FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides, p. 95-114. In PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (eds.), **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo, Manole, 609p. 2002.

GONÇALVES, P. A de S., de ARAÚJO, E. R.; GEREMIAS, L. D. Óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) associado a silício e manganês sobre a incidência de tripses (*Thrips tabaci* Lind.), severidade de míldio (*Peronospora destructor* Berk. Casp.) e produtividade de cebola em sistema orgânico. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 20, n. 1, p. 01-11, 2022.

GRBIC, M.; KHILA, A.; LEE, K. Z.; BJELICA, A.; GRBIC, V.; WHISTLECRAFT, J.; VERDON, L.; NAVAJAS, M.; NAGY, L. Mity model: *Tetranychus urticae*, a candidate for chelicerate model organism. **Bioessays**, v. 29, n. 5, p.489-496, 2007.

GUIMARÃES, J. A.; MICHEREFF FILHO, M.; RIBEIRO, M. G. P. de M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; LIZ, R. S. Descrição e manejo das principais pragas do morangueiro. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2010. Circular Técnica 90. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128819/1/ct-90.pdf>. Acesso em: 06 out 2023.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2018-2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 13 jan 2023.

IRAC. Insecticide Resistance Action Committee. Method N° 4, 2009. Disponível em https://irac-online.org/content/uploads/2009/09/Method_004_v3_june09.pdf. Acesso em: 07 jan 2023.

JUSTINIANO, W.; PEREIRA, M. F. A.; AMORIM, L. C. de S. C.; MACIELET, D. de G. Eficiência do óleo de neem no controle do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus*

- phoenicis* (Geijskes, 1939). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 38-42, 2009.
- KHALIQ, A.; KHAN, A. A.; AFZAL, M.; TAHIR, H. M.; RAZA, A. M.; KHAN, A. M. Field evaluation of selected botanicals and commercial synthetic insecticides against *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) populations and predators in onion field plots. **Crop Protection**, v.62, p. 10-15, 2014.
- KNOWLES, C. O. Mechanisms of resistance to acaricides. In **Molecular mechanisms of resistance to agrochemicals**. Springer Science & Business Media: Berlin, Germany, p. 57–77, 1997.
- LIMA, B. M. F. V.; MOREIRA, J. O. T.; ARAGÃO, C. A. Avaliação de extratos vegetais no controle de mosca-branca, *Bemisia tabaci* biótipo B em abóbora. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 622-627, 2013
- LOPES, F. S. C.; DE OLIVEIRA, J. V.; DE MORAIS OLIVEIRA, J. E.; DE SOUZA, A. M.; MIRANDA, T. R.; DE ARAÚJO FERNANDES, M. H.; BARBOSA, D. R. S. Products of natural origin in the control of *Planococcus citri* and *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in the viticulture. **International Journal of Tropical Insect Science**, p. 1-9, 2023.
- MACKE, E., MAGALHÃES, S., KHAN, H.D., LUCIANO, A., FRANTZ, A., FACON, B.; OLIVIERI, I. Sex allocation in haplodiploids is mediated by egg size: evidence in the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. **Proceedings of the Royal Society of London B Biological Sciences**, v. 278, p. 1054– 1063, 2011.
- MARCIC, D. Acaricides in modern management of plant-feeding mites. **Journal of Pest Science**, v. 85, n. 4, p.395-408, 2012.
- MARTINEZ, S. **O nim - *Azadirachta indica***: um inseticida natural. Londrina: IAPAR, 2008. Disponível em:
<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=410>>. Acesso em: 30 set 2023
- MARTINEZ, S. S. **O nim: *Azadirachta indica*** - natureza, usos múltiplos. Produção, Londrina: Iapar, 2002. 142 p.
- MELLO, E. J. R. Resistência do “ácaro rajado” do algodoeiro à ação de produtos fosforados. In: Anais da I Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Entomologia, Piracicaba, 1968, p. 65-66.
- MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2021**. 2021. EMBRAPA. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1149674/1/Com-Tec-226.pdf>. Acesso em: 17 set 2023.
- MIGEON, A.; DORKELD, F. Spider mites web: a comprehensive database for the Tetranychidae. 2021. Disponível em: <http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Acesso em: 27 jan 2023.
- MONTEIRO, V. B.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; OLIVERIA, J. E. M.; SIQUEIRA, H. A. A.; SOUSA, J. M. Monitoring *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) resistance to abamectin in vineyards in the Lower Middle São Francisco Valley. **Crop Protection**, v. 69, p. 90-96, 2015.
- MORAES, G. J.; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia**: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto, Holos, 2008. 308p.

MOREIRA, E. **Árvore dos milagres**. Safra, Goiânia, v. 4, n. 45, p. 42-46, 2003.

OLIVEIRA, J. E. de M. Manejo integrado de pragas da videira. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2010/41817/1/OPB2579.pdf>. Acesso em: 17 set 2023.

OLIVEIRA, J. E. de M.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, F. R. B.; PARANHOS, B. A. J. Pragas. In: LIMA, M. F.; MOREIRA, F. R. B. (Ed.). **Uva de mesa: fitossanidade**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, cap. 6, p. 71-87. 2012. (Frutas do Brasil, 14).

OLIVEIRA, J. E. M.; PARANHOS, B. A. J.; MOREIRA, A. N. **Pragas**. In: EMBRAPA. Cultivo da videira, 2ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido (Sistemas de Produção, 1), 2010.

PINHEIRO, K. F.; MOREIRA, A. N.; PEREZ, J. O.; MOURA, M. D. C. S. Diversidade de ácaros em variedade de uva de vinho no Vale de São Francisco. III Congresso de Pesquisa e Inovação na Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Fortaleza, 2008.

PIPER, A. H. Uso de radiação UV-C em plantas, ácaro-rajado e filmes plásticos agrícolas empregados na cultura do morangueiro. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), CERRO LARGO, RS. 46p, 2022.

PROTAS, J.F.S. A produção de vinhos finos: um flash do desafio brasileiro 2008. **Artigos Técnicos. Agropecuária Catarinense**, v. 21, n. 1, 2008.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 28 ago 2023.

RÚA, M. Ficha técnica de *Azadirachta indica*. In **Catálogo de Arbóreas. Herbário de Cultura Empresarial Ganadera (CEG) Internacional**. Ed. 1 Colombia. 13 p. 2017. Disponível em: <https://culturaempresarialganadera.files.wordpress.com/2017/02/ft-azadirachta-indica-neem-ceg-2017-mrf.pdf>. Acesso em: 13 fev 2023.

SANTOS, M. F.; SILVA, P. R. R.; AMARANES, M. P.; FERRAZ, J. C. B.; BRIOZO, M. E. O.; FRANÇA, S. M. Bioeficácia de produtos à base de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no manejo de *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) em eucalipto. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 2, p. 1078-1094, 2022.

SAS INSTITUTE. SAS User's Guide: Statistics version 8 for Windows. SAS Institute,

SATO, M. E.; SILVA, M. Z. da; SOUZA FILHO, M. F. de; MATIOLI, A. L.; RAGA, A. Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. **Experimental and Applied Acarology**, v. 42, p. 107- 120, 2007.

SATO, M. E.; SILVA, M.; SOUZA-FILHO, M. F.; RAGA, A. Manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em morangueiro utilizando ácaros predadores (Phytoseiidae) e Propargite. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, p. 261-264, 2002.

SCHLESENER, D. C. H., DUARTE, A. F., GUERRERO, M. F. C., CUNHA, U. S. D., & NAVA, D. E. Efeitos do nim sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e os predadores *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus*

(Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 59-66, 2013.

SHIBERU, T.; NEGERI, M.; SELVARAJ, T. Evaluation of some botanicals and entomopathogenic fungi for the control of onion thrips (*Thrips tabaci* L.) in West Showa, **Ethiopia**. **Journal of Plant Pathology & Microbiology**, v. 4 n.161, p.2-7, 2013.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA (Rio de Janeiro) (org.). **Viticultura: 95% de toda a uva de mesa exportada pelo Brasil sai do Vale do São Francisco**. 2023. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/viticultura-95-de-toda-a-uva-de-mesa-exportada-pelo-brasil-sai-do-vale-dosao-francisco/#:~:text=O%20Vale%20do%20S%C3%A3o%20Francisco%20exportou%20C%20em%202022%2C%20US%24, valores%20atualizados%2C%20registrou%20a%20Abrafrutas..> Acesso em: 02 out 2023.

SOTO, A.; OLIVEIRA, H. G.; PALLINI, A. Integration of biological control and alternative products against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica**, v. 14, n. 1, p. 23-29, 2011.

STUMPF, N.; NAUEN, R. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transportinhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology**, v.94, p. 1577-1583, 2001.

VACANTE, V. **The handbook of mites of economic plants: identification, bioecology and control**. Oxfordshire, UK: Boston, MA. 2015. 832p.

VAN LEEUWEN, T.; DERMAUW, W.; GRBIC, M.; TIRRY, L.; FEYEREISEN, R. Spider mite control and resistance management: does a genome help? **Pest Management Science**, v. 69, n. 2, p. 156-159, 2012.

VAN LEEUWEN, T.; VANHOLME, B.; VAN POTTTELBERGE, S.; VAN NIEUWENHUYSE, P.; NAUEN, R.; TIRRY, L.; DENHOLM, I. Mitochondrial heteroplasmy and the evolution of insecticide resistance: non-mendelian inheritance inaction. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 16, p. 5980-5985, 2008.

VENZON, M., TOGNI, P. H. B., PEREZ, A. L., OLIVEIRA, J. M., & BONOMO, Í. S. Controle do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* em salsinha com produtos à base de nim. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2011.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T.; RIBEIRO, P. E. de A. Uso do extrato aquoso de folhas de nim para o controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. Sete Lagoas, MG. Embrapa Milho e Sorgo, 2006. EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767891/uso-do-extrato-aquoso-de-folhas-de-nim-para-o-controle-de-spodoptera-frugiperda-na-cultura-do-milho.pdf/f1d204a5-fa0d-4818-b859-59d30d039605>. Acesso em: 13 out 2023.

VIEIRA, M. R.; CORREA, L. S.; CASTRO, T. M. G.; SILVA, L. F. S.; MONTEVERDE, M. S. Efeito do cultivo do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em ambiente protegido sobre a ocorrência de ácaros fitófagos e moscas-brancas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.3, p.441-445, 2004.

XIMÉNEZ-EMBÚN, M. G.; CASTAÑERA, P.; ORTEGO, F. Drought stress in tomato increases the performance of adapted and non-adapted strains of *Tetranychus urticae*. **Journal of insect physiology**, v. 96, p. 73-81, 2017.