


Nota Técnica

Bioeficácia de produtos à base de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no manejo de *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) em eucalipto

Bioefficacy of neem based products (*Azadirachta indica* A. Juss.) in the management of *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) in eucalyptus

Mayara Fernandes dos Santos¹ , Paulo Roberto Ramalho Silva¹ ,
Matheus Pinheiro Amaranes¹ , José Claudio Barros Ferraz^{II} ,
Marcus Eugênio Oliveira Briozo¹ , Solange Maria de França¹ 

¹Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, Brasil

^{II}Instituto Federal do Piauí, José de Freitas, PI, Brasil

RESUMO

Produtos naturais têm apresentado potencial no controle de artrópodes-praga, bem como para ácaros do gênero *Oligonychus*. Este estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade, repelência e efeito ovicida de diferentes formulações comerciais à base de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no controle do *Oligonychus punicae* (Hirst, 1926) em minijardim clonal de eucalipto. Os produtos testados foram Natural Neem[®], Off-Neem[®], Nim-I-GO[®] e Azamax[®]. Para avaliar a toxicidade sobre fêmeas adultas de *Oligonychus punicae*, foram utilizados discos foliares de eucalipto, pulverizados com diferentes concentrações de cada produto, definidas a partir de testes preliminares. A mortalidade foi avaliada 48h após aplicação dos produtos e calculadas as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₅) para cada um. O efeito repelente foi verificado através de teste com chance de escolha, utilizando-se discos foliares tratados com os produtos e água destilada. A concentração utilizada foi a CL₅₀ dos produtos calculada no teste de toxicidade. O efeito ovicida foi determinado a partir da aplicação das soluções preparadas com as CL₉₅ de cada produto sobre ovos de *Oligonychus punicae* em discos foliares de eucalipto. As CL₅₀ variaram entre 0,10 a 0,56% para Off-Neem[®] e Azamax[®], respectivamente, e as CL₉₅ de 0,71 a 1,78% para Off-Neem[®] e Natural Neem[®]. Os inseticidas Off-Neem[®] e Natural Neem[®] reduziram significativamente o número de fêmeas de *Oligonychus punicae*, entretanto, Azamax[®] e Nim-I-GO[®] não apresentaram uma redução significativa, embora todos tenham sido classificados como repelentes. Os ovos de *Oligonychus punicae* tratados com as CL₉₅ dos produtos foram inviabilizados, não havendo eclosão. Portanto, conclui-se que os produtos naturais testados apresentaram potencial para o controle de *Oligonychus punicae* em virtude da significativa toxicidade sobre ovos e fêmeas adultas.

Palavras-chave: Acaricida botânico; Toxicidade; Minijardim clonal; Ácaros fitófagos

ABSTRACT

Natural products have shown potential in the control of pest arthropods, as well as for mites of the genus *Oligonychus*. This study aims to evaluate the toxicity, repellency and ovicidal effect of different commercial formulations based on neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) in the control of *Oligonychus punicae* (Hirst) in a clonal mini-garden of eucalyptus. The tested products were Natural Neem®, Off-Neem®, Niml-GO® and Azamax®. To evaluate the toxicity on adult females of *Oligonychus punicae* were used leaf discs of eucalyptus, sprayed with different concentrations of the solution, defined from preliminary tests. Mortality was assessed 48h after application of the products and lethal concentrations (LC₅₀ and LC₉₅) were calculated for each of them. The repellent effect was verified through a choice test, using leaf discs treated with the products and distilled water. The concentration used was the LC₅₀ of the products calculated in the toxicity test. The ovicidal effect was determined by applying the solutions prepared with the LC₉₅ of each product on *Oligonychus punicae* eggs in eucalyptus leaf disks. The LC₅₀s ranged from 0.10 to 0.56% for Off-Neem® and Azamax®, respectively, and the LC₉₅s from 0.71 to 1.78% for Off-Neem® and Natural Neem®. The insecticides Off-Neem® and Natural Neem® significantly reduced the number of *Oligonychus punicae* females, however Azamax® and Nim-I-GO® did not show a significant reduction, although all were classified as repellents. *Oligonychus punicae* eggs treated with the LC₉₅ of the products were not viable, with no hatching. It is concluded that the tested natural products showed potential for the control of *Oligonychus punicae* due to the significant toxicity on eggs and adult females.

Keywords: Botanical acaricides; Toxicity; Clonal mini garden; Phytophagous mites

1 INTRODUÇÃO

A associação de artrópodes-praga é um dos principais fatores que podem interferir no sucesso da produção de mudas clonais de eucalipto, principalmente na fase de minijardim clonal. Dessa forma, não permitindo que essas plantas expressem todo seu potencial produtivo (SANTOS *et al.*, 2008).

O minijardim clonal de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) é hospedeiro de um complexo de artrópodes-praga que se encontram presentes ao longo do seu ciclo, dos quais alguns se destacam, como o ácaro *Oligonychus punicae* (Hirst, 1926) (Acari: Tetranychidae) (SANTOS *et al.*, 2008; FERRAZ *et al.*, 2019; 2020a).

O *Oligonychus punicae* alimenta-se de conteúdo celular na superfície adaxial próxima à nervura central e deposita seus ovos sobre folhas de eucalipto em minijardim clonal (MORAES; FLECHTMAM, 2008; FERRAZ *et al.*, 2019; 2020a; 2020b). Em alto nível de infestação, esses ácaros passam a colonizar toda a planta, provocando

bronzamento das folhas, seguido de uma necrose, podendo resultar em abscisão foliar e morte das plantas (PEREIRA *et al.*, 2005; PINTO *et al.*, 2012; FERRAZ *et al.*, 2019).

Não há acaricidas registrados para o manejo de *Oligonychus punicae* na produção de mudas clonais de eucalipto (BRASIL, 2018). O manejo desse ácaro, geralmente, é realizado com uso de inseticidas sintéticos registrados para a cultura que apresentam baixa ação acaricida. Contudo, seu uso pode ocasionar problemas de contaminação ambiental, interferir na saúde humana, causar desequilíbrios biológicos pela eliminação dos inimigos naturais, além do surgimento de populações de ácaros resistentes (VERONEZ; SATO; NICASTRO, 2012; ESTEVES FILHO *et al.*, 2013).

Desse modo, é crescente o interesse por práticas alternativas para o manejo de ácaros-praga visando reduzir o uso de acaricidas sintéticos (FERRAZ *et al.*, 2017). Muitos estudos com produtos derivados do nim, *Azadirachta indica* A. Juss, (Meliaceae) apontam essa planta como uma eficiente alternativa, devido à presença de metabólitos secundários capazes de interferir severamente nos aspectos bioecológicos dos organismos (LARCHER, 2000), cujo principal desses metabólitos é a azadiractina encontrada principalmente na semente dessa espécie (ESTEVES FILHO; ASSIS, 2018; ISMAN, 2006). Os produtos derivados do nim, como óleos, extratos vegetais e formulações comerciais têm se mostrado uma alternativa promissora para o controle de ácaros (HANDIQUE *et al.*, 2017). Os produtos derivados da *Azadirachta indica* podem atuar sobre os ácaros causando repelência, inibição da alimentação, da oviposição e do crescimento, e nas alterações do sistema hormonal, morfogenéticas, no comportamento sexual, assim como esterilização dos adultos, mortalidade na fase imatura ou adulta, dentre outros (MOURÃO *et al.*, 2004; YU, 2008; ALVES *et al.*, 2016). A bioeficácia de produtos à base de nim sobre Tetranychidae vão desde efeitos sobre a sobrevivência, reprodução e crescimento populacional, como ocorre com *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (MARCIC; MEDO, 2015), a toxicidade e efeito subletal, tais como redução da densidade populacional e repelência de adultos (ESTEVES FILHO *et al.*, 2013; MEDJO; MARCIC; MILENKOVIC, 2015).

No entanto, informações quanto à eficiência e uso de produtos à base de *Azadirachta indica* que possam ser utilizadas para subsidiar um controle alternativo dentro do manejo do ácaro *Oligonychus punicae* na produção de mudas clonais de eucalipto são necessárias. Diante disso, objetivou-se neste trabalho realizar estudos sobre toxicidade, repelência e efeito ovicida de diferentes formulações comerciais à base de *Azadirachta indica* sobre *Oligonychus punicae* em folhas de eucalipto de minijardim clonal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Folhas das plantas de eucalipto clone A (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus* sp.), cultivados em vasos com capacidade para 3,8 L contendo solo e substrato comercial na proporção 3:1, mantidos em casa de vegetação (minijardim clonal), foram utilizadas para a criação em arenas dos ácaros da espécie *Oligonychus punicae*. As criações foram mantidas em arenas constituídas de recipientes retangulares de polietileno contendo uma camada de espuma (4 cm de espessura) umedecida diariamente com água destilada, contendo folhas de eucalipto (clone A) que foram acondicionadas com a face adaxial voltada para cima. Algodão hidrófilo umedecido foi utilizado para recobrir toda a borda das folhas, evitando assim a fuga dos ácaros. Conforme necessário as folhas foram substituídas por outras em melhor estado e os ácaros transferidos com o auxílio de pincel de pelo fino ou pela sobreposição da antiga folha sobre a arena nova, permitindo assim que os mesmos passassem para a nova folha. As criações foram mantidas em câmaras climatizadas com temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Nos experimentos, foram utilizadas quatro formulações comerciais à base de *Azadirachta indica*: óleos emulsionáveis Natural Neem[®] (3000 ppm de Azadiractina), Off-Neem[®], (1600 ppm de Azadiractina), concentrado emulsionável Nim-I-GO[®] (2000 ppm de Azadiractina) e o Azamax[®] (12 g/L de azadiractina). O Nim-I-GO[®] é composto por nim (*Azadirachta indica*), Karanja (*Pongamia glabra*), extratos vegetais (Pimenta-

malagueta - *Capsicum frutescens*, Artemísia - *Artemisia Absinthium*, Alho - *Allium sativum* e Anato - *Bixa orellana*) e emulsionante natural, sendo que possui 2000 ppm de azadiractina, além de 2000 ppm de Karanjina. Todos os produtos foram adquiridos por meio de lojas de produtos fitossanitários naturais. Para cada produto, foram preparadas concentrações definidas por meio de testes preliminares.

2.1 Toxicidade dos produtos sobre fêmeas adultas de *Oligonychus punicae*

Arenas foram confeccionadas com discos foliares (2,5 cm Ø) de eucalipto clone A (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus* sp.) do minijardim clonal. Esses passaram por assepsia com solução de hipoclorito de sódio a 1% durante dois minutos, posteriormente foram lavados com água destilada e secos em papel toalha. Após, foram acondicionados no interior de placas de Petri plásticas (50x15 mm) contendo esponja umedecida com água destilada, sobreposta por papel filtro. Os discos foliares foram contornados com algodão umedecido, em seguida foram liberadas 10 fêmeas adultas de *Oligonychus punicae* (com idade entre 3 a 5 dias) (ESTEVES FILHO *et al.*, 2013). As curvas de concentração-mortalidade foram estabelecidas mediante bioensaios com concentrações crescentes. Foram testados, individualmente, os produtos Natural Neem® (0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,5 e 2%), Off-Neem® (0,25; 0,5; 0,75 e 1%), Nim-I-GO® (0,25; 0,5; 0,75; 1 e 1,5%) e Azamax® (0,5; 0,8; 1,1; 1,4; 1,7 e 2%), sendo aplicado 0,1 mL da solução em cada disco foliar (0,01 mL/cm², definidos em testes preliminares) e na testemunha foi aplicada água destilada, todos com auxílio de um pulverizador manual com capacidade para 5 mL. Após a aplicação, os discos foliares foram mantidos em câmara climatizada do tipo B.O.D (Temperatura 25±2°C, Umidade Relativa 70±10% e Fotofase 12 horas). Os experimentos foram efetuados em delineamento inteiramente casualizado, constando de quatro a sete concentrações para cada acaricida e cinco repetições por tratamento. A mortalidade foi avaliada 48 h após a aplicação do acaricida, sendo considerados mortos os ácaros que não se moviam após um leve toque com pincel de pelo fino. A toxicidade dos produtos foi determinada por meio de

concentração letal para 50 e 95% dos ácaros (CL_{50} e CL_{95}). As concentrações letais (CL_{50} e CL_{95}) foram calculadas para cada acaricida pelo Proc Probit, através do programa SAS (SAS Institute, 2001), bem como a razão de toxicidade (RT) foi calculada através da seguinte fórmula: $RT = \text{maior } CL_{50} \text{ e/ou } CL_{95} \text{ dos acaricidas} / \text{menor } CL_{50} \text{ e/ou } CL_{95} \text{ dos demais, individualmente.}$

2.2 Atividade repelente dos produtos sobre fêmeas adultas de *Oligonychus punicae*

Arenas foram confeccionadas a partir de placas de Petri plásticas (150 x15 mm) contendo ágar-ágar a 1%. No centro de cada placa colocou-se uma lamínula de 18 x18 mm, a fim de interligar dois discos (2,5 cm Ø cada) de folha de eucalipto clone A (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus* sp.) de minijardim clonal, contornados com algodão umedecido, sendo um disco tratado com a concentração do produto e outro com água destilada (testemunha). Utilizou-se a CL_{50} dos produtos Natural Neem®, Off-Neem®, Nim-I-GO® e Azamax® definida no bioensaio anterior e uma testemunha para cada produto. Os discos foliares foram submersos nas soluções dos produtos com auxílio de pinça entomológica durante cinco segundos, secos em temperatura ambiente e então acondicionados na placa de Petri. Em seguida, 10 fêmeas adultas de *Oligonychus punicae* (com idade entre 3 a 5 dias) foram liberadas sobre a lamínula. Cada produto foi testado, separadamente, em delineamento inteiramente casualizado, constando de dois tratamentos e 10 repetições. Os bioensaios foram avaliados 48 h após a montagem, observando-se o número de ácaros presentes em cada disco. O número de ácaros atraídos foi analisado usando o Proc Freq do programa estatístico SAS e interpretado pelo teste de Qui-quadrado (χ^2) (SAS INSTITUTE, 2001).

O Índice de Repelência (IR) foi calculado pela Equação (1):

$$IR = 2G / (G + P) \quad (1)$$

Em que: G = % de ácaros no tratamento; P = % de ácaros na testemunha.

Os valores de IR variam entre zero e dois, sendo que IR = 1 indica repelência semelhante entre o tratamento e a testemunha (tratamento neutro), IR > 1 indica menor repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento atraente) e IR < 1 corresponde à maior repelência do tratamento em relação à testemunha (tratamento repelente) (adaptado de LIN; KOGAN; FISCHER, 1990).

A porcentagem de repelência dos produtos foi calculada usando-se a Equação (2) adaptada de Obeng-Ofori (1995):

$$PR = [(NC - NT) / (NC + NT) \times 100] \quad (2)$$

Em que: PR = porcentagem de repelência; NC = número de ácaros atraídos na testemunha; NT = número de ácaros atraídos no tratamento.

2.3 Toxicidade dos produtos sobre ovos de *Oligonychus punicae*

Arenas com discos foliares de eucalipto (2,5 cm de Ø) clone A (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus* sp.) do minijardim clonal foram montadas conforme descrito nos bioensaios anteriores, nos quais foram liberadas 10 fêmeas adultas de *Oligonychus punicae* (com idade entre 3 a 5 dias) durante 24 h para a obtenção de ovos. Em seguida, foram mantidos apenas 10 ovos por disco foliar e os demais foram eliminados, bem como as fêmeas adultas. Posteriormente, os discos foram pulverizados com 0,1 mL das concentrações dos produtos com auxílio de um pulverizador manual com capacidade para 5 mL para cada concentração dos produtos avaliados. Os produtos testados foram Natural Neem®, Off-Neem®, Nim-I-GO®, Azamax® e uma testemunha pulverizada com água destilada para cada produto. Para todos os tratamentos utilizou-se a CL₉₅ estabelecida para fêmeas adultas de *Oligonychus punicae*. As arenas foram mantidas em câmara climatizada do tipo B.O.D (Temperatura 25±2°C, Umidade Relativa 70±10% e Fotofase 12 horas). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de uma concentração (CL₉₅) para cada acaricida mais a testemunha e cinco

repetições por tratamento. A taxa de eclosão foi avaliada 120 h após a aplicação dos acaricidas, mediante contagem do número de larvas eclodidas. Os resultados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa SAS (SAS INSTITUTE, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Toxicidade dos produtos sobre fêmeas adultas de *Oligonychus punicae*

As concentrações necessárias para matar 50% da população (CL_{50}) de fêmeas adultas de *Oligonychus punicae* estimadas para as formulações comerciais à base de *Azadirachta indica*, Off-Neem[®], Natural Neem[®], Nim-I-GO[®] e Azamax[®] foram 0,10 (1×10^{-6} mL/L); 0,14 ($1,4 \times 10^{-6}$ mL/L); 0,21 ($2,1 \times 10^{-6}$ mL/L) e 0,56% ($5,6 \times 10^{-6}$ mL/L), respectivamente. Pela sobreposição dos intervalos de confiança para concentração letal (CL_{50}), não houve diferença na toxicidade de Off-Neem[®], Natural Neem[®], Nim-I-GO[®] e esses diferiram de Azamax[®]. O Off-Neem[®] apresentou razão de toxicidade (RT_{50}) 5,6 vezes, quando comparado a Azamax[®] (Tabela 1).

Tabela 1 – Toxicidade de formulações comerciais à base de *Azadirachta indica* sobre *Oligonychus punicae*

Produtos	GL	N	Inclinação±EPM	CL_{50} (IC95%)	RT_{50}	CL_{95} (IC95%)	RT_{95}	χ^2
Nim-I-GO [®]	3	300	2,86±0,46	0,21 (0,14-0,26)	2,66	0,78 (0,63-1,09)	2,3	4,11
Natural Neem [®]	4	250	1,48±0,36	0,14 (0,03-0,23)	4	1,78 (1,13-5,60)	-	1,49
Off-Neem [®]	2	300	1,98±0,40	0,10 (0,04-0,16)	5,6	0,71 (0,54-1,14)	2,5	6,42
Azamax [®]	2	100	3,62± 0,76	0,56 (0,37-0, 70)	-	1,60 (1,25-2,62)	1,11	1,82

Fonte: Autores (2020)

Em que: GL = grau de liberdade; N = número de insetos usados no teste; EPM = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança; RT = razão de toxicidade; χ^2 = Qui-quadrado.

As concentrações necessárias para matar 95% da população (CL_{95}) variaram de 0,71 (7,1 μ L/mL) a 1,78% (17,8 μ L/mL) para Off-Neem[®] e Natural Neem[®], respectivamente (Tabela 1). Quanto ao intervalo de confiança, Nim-I-GO[®] não apresentou diferença quando comparado a Off-Neem[®] devido a sua sobreposição. Entretanto, vale ressaltar as baixas concentrações necessárias para causar algum efeito adverso ao *Oligonychus punicae*, encontradas nos acaricidas estudados.

As inclinações das curvas de concentração-mortalidade variaram entre os tratamentos, sendo o Azamax[®] responsável pela maior (3,62) e a menor, do Natural Neem[®] (1,48). Valores mais elevados de inclinação da curva indicam que pequenas variações na concentração do produto promovem grandes variações na mortalidade. Os valores de χ^2 (qui-quadrado) foram baixos para todos os tratamentos (<7,00), indicando que a reta é adequada para descrever a relação concentração-mortalidade, o que possibilitou as estimativas das concentrações para os produtos Nim-I-GO[®], Off-Neem[®] e Natural Neem[®] e Azamax[®].

A quantidade do princípio ativo (concentrações) dos acaricidas influencia no efeito causado sobre organismos alvos. O acaricida natural Azamax[®] na concentração de 0,25% comprovou o efeito tóxico de produtos à base de *Azadirachta indica* sobre ácaros no gênero *Oligonychus*, uma vez que foi obtida uma mortalidade de 87,4% da população de *Oligonychus yothersi* (ALVES *et al.*, 2016). Ainda que a *Azadirachta indica* possua efeito acaricida comprovado, a formulação, assim como o teor de azadiractina, podem influenciar na toxicidade do produto. Além de formulações comerciais, óleos e extratos vegetais também vêm se destacando como atividade acaricida, como, por exemplo, extratos de folhas, sementes e óleo de torta (resíduo seco e moído de sementes, obtido após extração do óleo) de *Azadirachta indica* ocasionam mortalidade e redução da taxa instantânea de crescimento populacional de fêmeas adultas de *Oligonychus ilicis*, à medida que ocorre o aumento das concentrações (MOURÃO *et al.*, 2004).

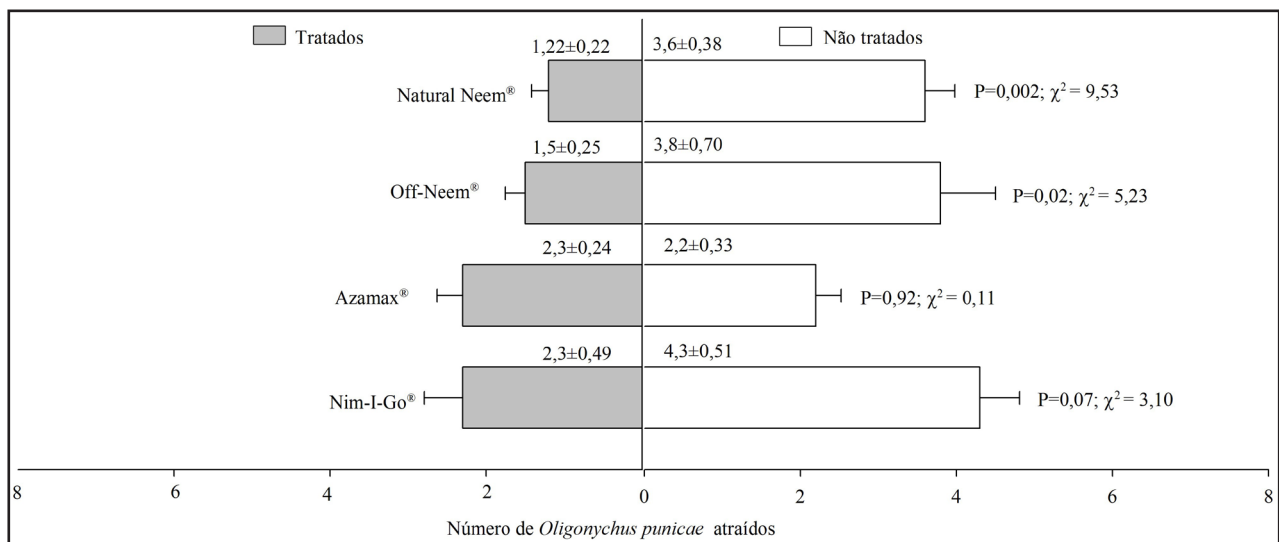
O composto químico azadiractina é encontrado principalmente nas sementes, e em menor quantidade na casca e nas folhas do nim (*Azadirachta indica*). Essa substância é o principal composto responsável pelos efeitos tóxicos aos artrópodes-praga. Os efeitos da azadiractina sobre insetos e aracnídeos incluem repelência, deterrência alimentar, interrupção do crescimento, interferência na metamorfose, esterilidade e anormalidades anatômicas (MARTINEZ, 2002). A azadiractina presente no Azamax® é um triterpenoide encontrado em sementes de nim, *Azadirachta indica*, que é um dos inseticidas/acaricidas botânicos mais utilizado comercialmente (ESTEVES FILHO; ASSIS, 2018). Os produtos Azamax® e Neemseto® na concentração de 1% ocasionaram 56,3 e 83,1% de mortalidade em *Tetranychus urticae*, respectivamente (SCHLESENER *et al.*, 2013).

Diferentes espécies do gênero *Oligonychus* mostram-se suscetíveis à ação acaricida de extratos vegetais. Extratos aquosos de *Sapindus mukorossi* L. sobre fêmeas adultas de *Oligonychus coffeae* provocaram mortalidade de 50 e 95% da população nas concentrações que variaram entre 2,13 a 13,49%, respectivamente, 48 h após exposição ao extrato (HANDIQUE *et al.*, 2017), bem como extratos foliares de *Annona squamosa* L. provocaram mortalidade superior a 60% de fêmeas adultas de *Oligonychus ilicis* após 72 h de aplicação do produto (CARVALHO *et al.*, 2008). Assim, fica evidente o potencial da azadiractina da mesma forma que os acaricidas naturais à base de óleo de nim utilizados no presente estudo como método alternativo para o controle de ácaros do gênero *Oligonychus*.

3.2 Atividade repelente dos produtos sobre fêmeas adultas de *Oligonychus punicae*

O número de fêmeas adultas de *Oligonychus punicae* atraídas para discos foliares de eucalipto tratados com produtos à base de nim, Natural Neem® ($P=0,002$) e Off-Neem® ($P=0,0221$) foi significativamente menor quando comparado com os discos foliares não tratados, confirmando que os mesmos foram repelentes, enquanto Nim-I-GO® ($P=0,07$) e Azamax® ($P=0,92$) não ocasionaram diferenças quando comparados à testemunha (Figura 1).

Figura 1 – Números de *Oligonychus punicae* (Média±EPM) (n = 400) em discos foliares de plantas de eucaliptos de minijardim clonal tratados e não tratados com a CL₅₀ de diferentes formulações comerciais à base de óleo de *Azadirachta indica*. Teste com chance de escolha. Temperatura: 25±2 °C, UR:70±10% e fotofase: 12 h.



Fonte: Autores (2020)

As porcentagens de repelência do Natural Neem®, Off-Neem®, Nim-I-GO® e Azamax® foram 50,0; 43,4; 30,3 e 2,2%, respectivamente, e, considerando o Índice de Repelência, todos os produtos testados foram classificados como repelentes (Tabela 2). O efeito repelente é uma propriedade relevante a ser considerada na escolha de um produto natural para o controle de ácaros-praga. De modo geral, quanto maior a repelência, menor será a infestação, resultando na redução ou supressão da postura e, conseqüentemente, do número de ácaros na planta.

O número de estudos sobre propriedades repelentes de produtos à base de nim sobre ácaros-praga, em especial sobre o gênero *Oligonychus* em diversas culturas, é crescente. O acaricida natural Azamax® apresentou porcentagens de até 90% de repelência sobre fêmeas adultas de *Oligonychus yothersi* em discos foliares de *Ilex paraguariensis* St Hill. após 24 horas da aplicação, sob condições controladas de laboratório (ALVES *et al.*, 2016). Enquanto que Brito *et al.* (2006) também

observaram efeito repelente da azadiractina (acaricida natural Neemseto®) a partir das concentrações 0,25, 0,5 e 1% sobre *Tetranychus urticae*, o que proporcionou 96,3; 98,8 e 98,8% de repelência, respectivamente, 24 h após aplicação do acaricida e, apesar da eficácia do princípio ativo azadiractina, o teor da mesma nos produtos pode influenciar sua eficiência sobre artrópodes.

Tabela 2 – Porcentagem de Repelência (%), Índice de Repelência (\pm EPM) e classificação de formulações comerciais à base de óleo de *Azadirachta indica* sobre *Oligonychus punicae* em discos foliares de plantas de eucalipto de minijardim clonal

Produtos	PR (%)	IR (\pm EPM)*	Classificação**
Natural Neem®	50,0	0,50 \pm 0,11	Repelente
Off-Neem®	43,4	0,70 \pm 0,22	Repelente
Nim-I-GO®	30,3	0,57 \pm 0,16	Repelente
Azamax®	2,2	0,93 \pm 0,13	Repelente

Fonte: Autores (2020)

Em que: *EPM = erro padrão da média. **A classificação dos produtos seguiu o modelo de Lin, Kogan e Fischer (1990), sendo IR = 1 (tratamento neutro); IR > 1 (tratamento atraente); IR < 1 (tratamento repelente).

Óleos emulsionáveis e extratos vegetais (*Phlogacanthus thyriformis* Nees) também possuem efeito repelente significativo sobre fêmeas adultas de *Oligonychus coffeae*, quando utilizados nas concentrações 4, 6 e 8%, proporcionaram 95, 97,5 e 97,5 % de repelência, respectivamente (HANDIQUE *et al.*, 2017). As formulações utilizadas neste estudo, Natural Neem®, Nim-I-GO®, Off-Neem® e Azamax®, através de seus componentes demonstraram capacidade para serem incorporadas ao manejo de artrópodes-praga, como ácaros *Oligonychus*.

3.3 Toxicidade dos produtos sobre ovos de *Oligonychus punicae*

Os produtos Natural Neem®, Off-Neem®, Nim-I-GO® e Azamax® nas CL₉₅ 1,78%; 0,78%, 0,71% e 1,60%, respectivamente, definidas para adultos de *Oligonychus punicae* inibiram a viabilidade de ovos (Tabela 3), evidenciando o potencial ovicida destes acaricidas.

Tabela 3 – Viabilidade de ovos de *Oligonychus punicae* tratados com a CL₉₅ de diferentes formulações comerciais à base de óleo de *Azadirachta indica*

Produtos	Concentração Letal (CL ₉₅) (%)	Viabilidade de ovos (±EPM) ¹ (%)
Natural Neem [®]	1,78	0,0±0,0 b
Off-Neem [®]	0,78	0,0±0,0 b
Nim-I-GO [®]	0,71	0,0±0,0 b
Azamax [®]	1,60	1,11±0,10b
Testemunha	0,0	94,3±3,68 a

Fonte: Autores (2020)

Em que: Médias seguidas de uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade; ¹EPM = erro padrão da média.

O produto comercial à base de nim, Azamax[®] (250 mL/100 L), ocasionou uma redução de 98,9% na viabilidade de ovos de *Oligonychus yothersi* em plantas de *Ilex paraguariensis* (ALVES *et al.*, 2016), assim como o óleo de nim a 2% (200 µL/10 mL) e azadiractina à 0,05% (50 µL/10 mL) reduziram 60,6 e 66,6%, respectivamente, a taxa de eclosão de larvas de *Oligonychus oryzae* (Hirst, 1926) (ASWIN; BHASKAR; SUBRAMANIAN, 2015), enfatizando o potencial emprego da azadiractina no controle de ácaros do gênero *Oligonychus*.

Dessa maneira, as propriedades acaricidas de produtos à base de *Azadirachta indica* variam com o tipo e formulação do produto, período de exposição e efeito residual da azadiractina que chega a durar de 3 a 7 dias, da mesma maneira que o método de aplicação, e do grupo taxonômico estudado (MARTINEZ, 2002; SANTOS *et al.*, 2017). É importante ressaltar que o presente estudo é o primeiro relato da ação acaricida de Natural Neem[®], Off-Neem[®] e Nim-I-GO[®] e Azamax[®] no controle de *Oligonychus punicae* em folhas de eucalipto de minijardim clonal.

4 CONCLUSÕES

Os produtos Natural Neem[®], Off-Neem[®], Nim-I-GO[®] e Azamax[®] possuem toxicidade sobre adultos e ovos de *Oligonychus punicae*. Destaca-se, ainda, que estes produtos naturais à base de *Azadirachta indica* expressam potencial para o manejo deste ácaro fitófago em minijardim clonal de eucalipto.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)
- Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. F. A. *et al.* Azadirachtin on *Oligonychus yothersi* in yerba mate *Ilex paraguariensis*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 10, p. 1777-1782, out. 2016.

ASWIN, T.; BHASKAR, H.; SUBRAMANIAN, M. Efficacy of novel acaricide molecules and botanicals against rice leaf mite *Oligonychus oryzae* (Hirst, 1926) (Prostigmata: Tetranychidae). **Journal of Tropical Agriculture**, [s. l.], v. 53, n. 2, p. 187-190, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. 2018. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acessado em: 05 mar. 2018.

BRITO, H. M. *et al.* Toxicidade de Natuneem Sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 685-691, 2006.

CARVALHO, T. M. B. *et al.* Avaliação de extratos vegetais no controle de *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 94-103, dez. 2008.

ESTEVEZ FILHO, A. B.; ASSIS, C. P. O. Manejo Integrado de ácaros utilizando inseticidas botânicos. *In*: FRANÇA, S. M.; SILVA, P. R. S. (org.). **Inseticidas botânicos no manejo de pragas**: um passo para a sustentabilidade agrícola. Teresina: EDUFPI, 2018. p. 63

ESTEVEZ FILHO, A. B. *et al.* Toxicidade de espiromesifeno e acaricidas naturais para *Tetranychus urticae* Koch e compatibilidade com *Phytoseiulus macropilis* (Banks). **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2675-2686, dez. 2013.

FERRAZ, J. C. B. *et al.* Acaricidal activity of juazeiro leaf extract against red spider mite in cotton plants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, p. 493-499, jul. 2017.

FERRAZ, J. C. B. *et al.* *Oligonychus punicae* as a pest of *Eucalyptus urophylla* in cultivation and potential new host species in Brazil. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 44, p. 1-4, dec. 2019.

FERRAZ, J. C. B. *et al.* Host preference, population dynamics, distribution, and injuries of *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) in an eucalyptus clonal minigarden. **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 25, n. 6, p. 1649-1660, sept. 2020a.

FERRAZ, J. C. B. *et al.* Biology and fertility life table of *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) associated with eucalyptus in a clonal minigarden, **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 25, n. 1, p. 103-112, jan. 2020b.

HANDIQUE, G. *et al.* Use of some plant extracts for management of red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Acarina: Tetranychidae) in tea plantations. **International Journal of Tropical Insect Science**, Switzerland, v. 9, n. 6, p. 1-9, dec. 2017.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 51, p. 45-66, jan. 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 519 p.

LIN, H.; KOGAN, M.; FISCHER, D. Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. **Environmental Entomology**, Oxford v. 19, p. 1852-1857, dec. 1990.

MARCIC, D.; MEDO, I. Sublethal effects of azadirachtin-A (NeemAzal-T/S) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Systematic and Applied Acarology**, London, v. 20, p. 25-38, jan. 2015.

MARTINEZ, S. S. **O nim *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2002. 142 p.

MEDJO, I.; MARCIC, D.; MILENKOVIC, S. Acaricidal and behavioral effects of azadirachtin on two-spotted spider mites (Acari: Tetranychidae). **Plant Protection Society of Serbia**, [s. l.], p. 181-186, nov. 2015.

MORAES, G. J.; FLECHTMANN, H. W. **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308 p.

MOURÃO, S. A. *et al.* Toxicidade de extratos de nim (*Azadirachta indica*) ao ácaro-vermelho-do-cafeeiro *Oligonychus ilicis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p. 827-830, ago. 2004.

OBENG-OFORI, D. Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 77, p. 133-139, 1995.

PEREIRA, F. F. *et al.* First record of *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) on *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) in Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 657-659, jun. 2005.

PINTO, R. *et al.* New record and characteristics of damage caused by *Oligonychus yothersi* on *Eucalyptus urophylla*. **Phytoparasitica**, Switzerland, v. 40, p. 143-145, jul. 2012.

SANTOS, G. P. *et al.* Pragas do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 242, p. 43-64, 2008.

SANTOS, M. D. *et al.* Eficiência do óleo de nim e do extrato pironim sobre o ácaro vermelho do tomateiro *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae). **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 15, n. 2, p. 53-59, 2017.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User`s guide, version 8.2, TS level 2MO**. Cary, N.C: SAS Institute Inc., 2001.

SCHLESENER, D. C. H. *et al.* 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**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 059-066, mar. 2013.

VERONEZ, B.; SATO, M. E.; NICASTRO, R. L. Toxicidade de compostos sintéticos e naturais sobre *Tetranychus urticae* e o predador *Phytoseiulus macropilis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p. 511-518, apr. 2012.

YU, S. J. **The toxicology and biochemistry of insecticides**. Boca Raton: CRC Press, 2008.

Contribuição de Autoria

1 – Mayara Fernandes dos Santos

Engenheira Agrônoma, Bióloga, Mestranda

<https://orcid.org/0000-0003-2576-2071> • may_fernandes20@hotmail.com

Contribuição: Metodologia, Investigação, Análise Formal, Administração do projeto, Escrita – primeira redação

2 – Paulo Roberto Ramalho Silva

Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0001-5928-3226> • pramalhoufpi@yahoo.com.br

Contribuição: Supervisão, Escrita – revisão e edição

3 – Matheus Pinheiro Amaranes

Estudante de Agronomia

<https://orcid.org/0000-0002-1570-5332> • m.ufpi.2016@gmail.com

Contribuição: Metodologia, Investigação

4 – José Claudio Barros Ferraz

Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0001-9766-6869> • claudio.ferraz@ifpi.edu.br

Contribuição: Conceituação, Metodologia, Escrita – primeira redação

5 – Marcus Eugênio Oliveira Briozo

Engenheiro Agrônomo, Biólogo, Mestrando

<https://orcid.org/0000-0003-1107-8092> • briozzy@outlook.com

Contribuição: Análise Formal, Curadoria dos dados, Escrita – primeira redação

6 – Solange Maria de França

Engenheira Agrônoma, Licenciada em Ciências Agrárias, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0001-7602-6635> • solangeufrpe@yahoo.com.br

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Administração do projeto, Visualização dos dados (gráfico), Análise Formal, Supervisão, Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

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*, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 1078-1094, 2022. DOI 10.5902/1980509855272. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509855272>.