

Extrato de folhas de juazeiro com atividade acaricida sobre o ácaro-vermelho em algodoeiro

José Cláudio Barros Ferraz⁽¹⁾, Cláudia Helena Cysneiros Matos⁽¹⁾, Carlos Romero Ferreira de Oliveira⁽¹⁾, Maria das Graças Rosa de Sá⁽¹⁾ e Antônia Gilcileia Cunha da Conceição⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Avenida Gregório Ferraz Nogueira, s/nº, José Tomé de Souza Ramos, CEP 56909-535 Serra Talhada, PE, Brasil. E-mail: claudioagronomia@gmail.com, ccysne@hotmail.com, crfoliveira@hotmail.com, mariarosa.eags@hotmail.com, gilcileia.cunha@gmail.com

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade, a repelência, a eficiência e a fitotoxicidade do extrato aquoso de folhas de juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) no controle do ácaro-vermelho, *Tetranychus ludeni*, em algodoeiro. Para a avaliação da toxicidade, colocaram-se fêmeas adultas de *T. ludeni* sobre discos foliares de algodoeiro pulverizados com extrato de juazeiro. O efeito repelente foi verificado em arenas que continham discos de folha de algodoeiro tratados ou não com o extrato aquoso. A eficiência de controle do extrato de juazeiro foi avaliada pela infestação de plantas de algodoeiro com fêmeas adultas do ácaro, seguida de pulverização com o extrato. A CL₅₀ determinada foi de 3,54% (m/v), com mortalidade de 76,47% e efeito repelente. Houve eficiência de controle por 120 horas, com média de 78,02%, sem diferença significativa entre os intervalos de avaliação. As plantas de algodão não apresentaram fitotoxicidade. O extrato aquoso de juazeiro apresenta potencial como controle alternativo de *T. ludeni* em algodoeiro, em virtude de sua elevada toxicidade, efeito repelente e eficiência quanto à mortalidade, sem ser fitotóxico ao algodoeiro.

Termos para indexação: *Gossypium hirsutum*, *Tetranychus ludeni*, *Ziziphus joazeiro*, extrato vegetal, mortalidade, toxicidade.

Acaricidal activity of juazeiro leaf extract against red spider mite in cotton plants

Abstract – The objective of this work was to evaluate the toxicity, repellency, efficiency, and phytotoxicity of the aqueous extract of juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) leaves in the control of the red spider mite, *Tetranychus ludeni*, on cotton plant. For toxicity evaluation, *T. ludeni* adult females were put on cotton leaf discs sprayed with the juazeiro extract. The repellent effect was verified in arenas that contained cotton leaf discs treated or not with the aqueous extract. The control efficiency of the juazeiro extract was evaluated by the infestation of cotton plants by adult female mites, followed by spraying with the extract. Measured LC₅₀ was 3.54% (m/v), with 76.47% mortality and repellent effect. There was control efficiency for 120 hours, with 78.02% average, without significant difference between the evaluation intervals. Cotton plants did not show phytotoxicity. The juazeiro aqueous extract shows potential as an alternative control of *T. ludeni* on cotton plant due to its high toxicity, repellent effect, and efficiency in causing mortality, without being phytotoxic to cotton plants.

Index terms: *Gossypium hirsutum*, *Tetranychus ludeni*, *Ziziphus joazeiro*, plant extract, mortality, toxicity.

Introdução

A ação de insetos-praga é um dos principais fatores que afetam a produtividade e a rentabilidade da cultura algodoeira no Nordeste, pois impede a expressão do potencial produtivo das cultivares (Beltrão & Azevedo, 2008).

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é hospedeiro de um complexo de pragas – presente em suas diferentes fases fenológicas – das quais se destaca o ácaro-vermelho, *Tetranychus ludeni* (Zacher, 1913) (Acari: Tetranychidae) (Moraes & Flechtman, 2008).

O controle dos ácaros é realizado por meio de acaricidas sintéticos que, apesar de eficientes, podem apresentar problemas de contaminação ambiental, deixar altos níveis de resíduos nos alimentos e provocar desequilíbrios biológicos, ao eliminar de inimigos naturais e favorecer o surgimento de populações de ácaros e outros insetos resistentes (Vieira et al., 2006; Pontes et al., 2007; Barrêto et al., 2010).

Assim, é crescente o interesse por práticas alternativas de controle de pragas nos agroecossistemas, para reduzir o uso de inseticidas/acaricidas sintéticos (Lucini et al., 2010; Azevedo et al., 2013). Uma

alternativa aos acaricidas sintéticos é a utilização de metabólitos secundários naturais extraídos de algumas plantas, os quais apresentam resultados promissores para o controle de ácaros fitófagos (Barrêto et al., 2010; Marangoni et al., 2012).

Produtos vegetais com atividade acaricida podem causar os seguintes efeitos: repelência; inibição da alimentação, da oviposição e do crescimento do ácaro; alterações morfogenéticas, do sistema hormonal e do comportamento sexual; esterilização dos adultos; e mortalidade na fase imatura ou adulta, entre outros (Dequech et al., 2008).

Entre fontes de acaricidas botânicos, o juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Martius) (Rhamnaceae) destaca-se pela eficiência em afetar negativamente a biologia e o comportamento de ácaros-praga da família Tetranychidae (Siqueira et al., 2014; Xavier et al., 2015). Apesar das vantagens dos acaricidas botânicos, estudos realizados até o momento apontam para uma série de limitações ao uso desses produtos em programas de controle do ácaro fitófago *T. ludeni*, como a falta de subsídios relacionados à eficiência de controle desta praga-alvo, e os efeitos residuais e a fitotoxicidade do acaricida em plantas de algodoeiro (Esteves Filho et al., 2013).

Em razão da importância dos inseticidas botânicos e diante dos poucos relatos a respeito do controle do ácaro-vermelho, identificou-se a necessidade de se testar uma estratégia alternativa de controle que possa agregar-se ao manejo integrado de pragas do algodoeiro.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade, a repelência, a eficiência e a fitotoxicidade do extrato aquoso de folhas de juazeiro no controle do ácaro-vermelho, *T. ludeni*, em algodoeiro.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de outubro de 2014 a maio de 2015. As sementes de algodoeiro para os experimentos foram cedidas pela Embrapa Algodão.

Para a obtenção dos extratos, folhas de juazeiro foram coletadas em janeiro e fevereiro de 2015, ao final da tarde, quando as plantas estavam em fase de florescimento e frutificação. Depois de colhidas, as folhas foram submetidas à desinfestação superficial,

em solução de cloro ativo a 0,05%, durante 20 min (Vieira et al., 2006). Em seguida, foram lavadas em água destilada; secas em estufa a 45°C, por 48 horas, até obtenção de massa constante; e moídas com o auxílio de um triturador e pesadas. As concentrações dos extratos (m/v) foram de 0, 1,5, 3,0, 4,5, 6,0 e 7,5% de massa de folha seca para cada 100 mL de água destilada. O material foi mantido em refrigerador a 8±2°C, por 24 horas, até a obtenção do extrato bruto. O material vegetal está depositado no Herbário do Semiárido do Brasil (Hesbra, voucher #391).

Plantas do algodoeiro 'BRS 201' foram cultivadas e mantidas em gaiola de madeira (1,0x1,0x1,0 m), que foi revestida com tecido tipo voil, para evitar a infestação natural das plantas por insetos e ácaros. O plantio foi individual, em vasos de polietileno com 5,0 kg de capacidade, na proporção de 3:1:1 de solo, substrato comercial Plantmax (composto de vermiculita expandida e materiais orgânicos de origem vegetal, isento de insetos-praga, de doenças e de plantas invasoras) e esterco bovino. As plantas foram irrigadas conforme necessário.

Os ácaros foram criados em placas tipo Gerbox, que continham arenas com folhas de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) DC.] (Fabaceae) colocadas com a face adaxial voltada para baixo, sobre uma camada de espuma de 4 cm de espessura, umedecida constantemente com água destilada. Algodão hidrófilo foi utilizado para recobrir toda a borda foliar, para evitar a fuga dos ácaros para a outra face da folha. Conforme necessário, as folhas foram substituídas por outras mais novas, e os ácaros foram transferidos com o auxílio de pincel ou pela colocação da antiga folha sobre a arena nova, para permitir que passassem para a nova folha. As criações foram mantidas em câmaras climatizadas tipo BOD a 25±2°C, 70±10% de umidade relativa (UR) e 12 horas de fotofase.

Para a avaliação da toxicidade do extrato aquoso de folhas de juazeiro às fêmeas adultas de *T. ludeni*, utilizaram-se discos foliares, com 3 cm de diâmetro, do algodoeiro 'BRS 201', com idade de 60 dias, os quais foram lavados com água destilada e secos à temperatura ambiente (27±2°C). Posteriormente, os discos foram transferidos, individualmente, para placas de Petri que continham espuma, com 1 cm de espessura, recoberta por papel-filtro, rodeado com algodão hidrófilo umedecido em água destilada, para manter a umidade. Foram colocadas dez fêmeas adultas de *T. ludeni* em cada disco. Em seguida, com

o auxílio de borrifador manual, foram pulverizados 2 mL (aproximadamente 0,28 mL cm⁻²) do extrato aquoso de folhas de juazeiro, de forma homogênea, nas concentrações (m/v) de 0, 1,5, 3,0, 4,5, 6,0 e 7,5%. As arenas foram mantidas em câmara climatizada a 25±2°C, 70±5% UR e 12 horas de fotofase (Matos et al., 2009). Quarenta e oito horas após a pulverização, efetuou-se a contagem dos indivíduos vivos e mortos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e dez repetições. Os resultados de mortalidade foram submetidos à análise de variância (Anova), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa Sisvar (Ferreira, 2011). A mortalidade corrigida foi calculada pela fórmula de Abbott (1925): $Mc = \{[(Mo - Mt)/(100 - Mt)] \times 100\}$, em que Mc é a mortalidade corrigida, em função do tratamento testemunha; Mo é a mortalidade observada no tratamento com o extrato; e Mt é a mortalidade observada no tratamento testemunha. O agrupamento do efeito toxicológico do extrato aquoso de folhas de juazeiro sobre o ácaro *T. ludeni* foi feito de acordo com o modelo de Hassan et al. (1994), ao se considerar os valores percentuais da mortalidade corrigida, como a seguir: inócuo, <25%; levemente tóxico, 25–50%; moderadamente tóxico, 51–75%; e altamente tóxico, >75%.

A concentração letal para 50% da população testada (CL₅₀) de fêmeas adultas de *T. ludeni* foi determinada a partir dos dados de mortalidade média – nas concentrações (m/v) de 0, 1,5, 3,0, 4,5, 6,0, e 7,5% do teste de toxicidade – submetidos à análise de Probit pelo programa StatPlus 2009 Professional (AnalystSoft Inc., Walnut, CA, EUA).

Também foram utilizados discos de folhas, com 3 cm de diâmetro, do algodoeiro 'BRS 201', com idade de 60 dias, para determinar o efeito repelente da CL₅₀ do extrato de juazeiro em *T. ludeni*. O experimento foi realizado em arenas com dois discos de folha, que foram imersos durante 5 s no extrato e, depois, foram secos por 30 min à temperatura ambiente (27±2°C). Um disco foi tratado com o extrato aquoso na CL₅₀ encontrada (tratamento), e o outro, com água destilada (testemunha). Em seguida, os discos foram colocados em placas Gerbox, que continham espuma (1 cm de espessura) recoberta por papel-filtro, rodeado com algodão hidrófilo umedecido em água destilada. Os discos foram interligados por uma lamínula (18x18 mm), em que foram liberadas dez fêmeas adultas do

ácaro, de acordo com metodologia de Esteves Filho et al. (2010), com adaptações. Após 48 horas, realizou-se a contagem do número de ácaros vivos em cada disco. Para o cálculo do índice de repelência (IR), utilizou-se a fórmula: $IR = 2G/(G+P)$, em que G é a percentagem de ácaros atraídos ao tratamento e P é a percentagem de ácaros atraídos à testemunha. Os valores de IR variaram entre zero e dois, em 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). Para verificar se o extrato aquoso foi ou não repelente, considerou-se o intervalo de segurança obtido a partir da média do IR e do respectivo desvio-padrão (DP), ou seja, para a média do IR menor do que (1 - DP), o extrato aquoso foi considerado repelente; para a média maior do que (1 + DP), foi considerado atraente; e para a média entre (1 - DP) e (1 + DP), neutro. Estes índices são uma adaptação da fórmula citada por Kogan & Goeden (1970) para o índice de consumo.

A eficiência de controle da CL₅₀ e a fitotoxicidade do extrato aquoso de folha de juazeiro em fêmeas adultas de *T. ludeni* também foram observadas em plantas de algodoeiro 'BRS 201' cultivadas e mantidas em gaiola de madeira (0,5x0,5x1,0 m) revestida com tecido tipo voil. O plantio foi realizado individualmente, em vasos de polietileno de 5,0 kg de capacidade, na proporção de 3:1:1 de solo, substrato comercial Plantmax e esterco bovino. A irrigação foi realizada conforme a necessidade. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições de dois tratamentos: T1, com três plantas pulverizadas com extrato de juazeiro; e T2, tratamento testemunha, com três plantas pulverizadas com água destilada. Após 60 dias de emergência, as plantas foram infestadas com 30 fêmeas adultas de *T. ludeni*. Depois de 12 dias da infestação, pulverizou-se o extrato de juazeiro na CL₅₀ determinada em laboratório, com o jato dirigido para a face inferior das folhas. A pulverização sobre cada planta foi realizada até a cobertura da face foliar, sem permitir escorrimento do extrato. Utilizou-se pulverizador costal comercial, com capacidade de 5 L. O mesmo procedimento foi adotado para a pulverização da água destilada sobre a testemunha. Decorridas 48, 72, 96 e 120 horas da pulverização, foram amostradas

duas folhas (pré-definidas) dos terços inferior, médio e superior das plantas de algodoeiro, no total de seis folhas por planta. A contagem das fêmeas adultas do ácaro *T. ludeni* nas folhas foi realizada com auxílio de lupa ocular de área conhecida (9 cm²). A partir destes dados, utilizou-se a seguinte equação adaptada de Abbott (1925) para o cálculo da eficiência agrônômica (E): $E (\%) = [(t - p) / (t \times 100)]$, em que t é a infestação nas testemunhas e p é a infestação na parcela tratada. Os resultados da contagem de indivíduos vivos foram submetidos à Anova, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa computacional Sisvar (Ferreira, 2011). Os efeitos fitotóxicos foram avaliados 48, 72, 96 e 120 horas após a aplicação do extrato de juazeiro, e as notas foram atribuídas de acordo com a intensidade dos sintomas, segundo escala adaptada, proposta por Martins et al. (2004). A percentagem de área foliar total atingida pelos sintomas foi obtida pela avaliação do conjunto de folhas da planta, tendo-se utilizado a seguinte escala de notas: 0, área foliar sem sintomas; 1, entre 1 e 20% de área foliar acometida; 2, entre 21 e 40%; 3, entre 41 e 60%; 4, entre 61 e 80%; e 5, mais de 81%.

Resultados e Discussão

A percentagem de mortalidade média de fêmeas de *T. ludeni* submetidas ao extrato aquoso de folhas de juazeiro variou de 17 a 81%. A maior concentração utilizada diferiu estatisticamente das duas menores. Não houve diferença significativa quanto à mortalidade nas concentrações de 4,5 a 7,5% (m/v) do extrato (Tabela 1). Contudo, ao se considerar a mortalidade corrigida, estas concentrações foram enquadradas

nos agrupamentos toxicológicos de moderada a altamente tóxico, respectivamente. Nas concentrações de 4,5 a 7,5%, observou-se mortalidade média entre 60 e 81% da população do ácaro, porém, como não houve diferença significativa entre as concentrações avaliadas, a de 3,0% é a mais promissora, pois causou mortalidade próxima de 50%.

O potencial acaricida de folhas de juazeiro sobre ácaros tetraniquídeos também foi verificado por Siqueira et al. (2014), que apontaram o efeito repelente e a toxicidade do extrato aquoso, em diferentes concentrações, sobre fêmeas adultas do ácaro-verde, *Mononychellus tanajoa* Bondar (Acari: Tetranychidae). O extrato aquoso de juazeiro também apresenta potencial para o controle alternativo do ácaro-vermelho, *T. bastosi* Tuttle, Baker & Sales (1997), em pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), por levar a uma alta taxa de mortalidade de fêmeas deste ácaro (Xavier et al., 2015).

Em condições de laboratório, o efeito de diferentes extratos vegetais sobre a mortalidade de ácaros fitófagos tem sido relatado. Extratos aquosos de alho (*Allium cepa* L.) e agave (*Agave angustifolia* Haw.) reduzem a sobrevivência de *T. urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) e causam mortalidade superior a 83% (Veronez et al., 2012). Extratos aquosos de *Mentha spicata* x *suaveolens* (Lamiaceae), *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) e *Laurus nobilis* L. (Lauraceae), bem como extratos hidroalcoólicos de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson (Syn. *Eucalyptus citriodora* Hook) (Myrtaceae), *M. piperita*, *Cissus sicyoides* L. (Vitaceae) e *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) apresentaram efeito acaricida sobre fêmeas de *T. urticae* (Vieira et al., 2006). Os extratos de *Annona squamosa* L., *Calendula officinalis* L., *Coffea*

Tabela 1. Toxicidade do extrato aquoso de folhas de juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) sobre fêmeas adultas do ácaro-vermelho, *Tetranychus ludeni*, em algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) 'BRS 201', bem como agrupamento toxicológico⁽¹⁾.

Extrato aquoso (%)	Indivíduos mortos	Mortalidade média (%)	Mortalidade corrigida (%)	Agrupamento toxicológico ⁽²⁾
0,0	1,70±0,50c	17	-	-
1,5	2,50±0,44c	25	9,64	Inócuo
3,0	5,20±0,44b	52	42,17	Levemente tóxico
4,5	6,00±0,42ba	60	51,81	Moderadamente tóxico
6,0	7,30±0,44ba	73	67,47	Moderadamente tóxico
7,5	8,10±0,43a	81	77,11	Altamente tóxico

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Inócuo, <25% de mortalidade; levemente tóxico, 25–50%; moderadamente tóxico, 51–75%; e altamente tóxico, >75%. Temperatura, 25±2°C; umidade relativa, 70%±5; e fotofase, 12 horas.

arabica L., *Ricinus communis* L., *Ginkgo biloba* L. e *Nepeta cataria* L., no teste de efeito tópico mais residual, mostraram-se promissores, tendo causado mortalidade acima de 60% em ácaros *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) (Carvalho et al., 2008).

A atividade biológica dos extratos de plantas pode ser atribuída a vários compostos, que podem de forma independente ou em conjunto contribuir para provocar ação acaricida (Yanar et al., 2011). A toxicidade do extrato de juazeiro está relacionada à ação de compostos secundários presentes nas folhas, como as saponinas (Gusman et al., 2008; Siqueira et al., 2014). Estas substâncias, denominadas aleloquímicos, são hidrossolúveis e podem ser liberadas em condições naturais, para atuar na defesa contra herbívoros; sua toxicidade está relacionada à capacidade de formar complexos esteroides, interferindo na absorção destes compostos ou desorganizando membranas celulares, o que interfere no crescimento e no desenvolvimento de insetos (Taiz & Zeiger, 2006; Oliveira et al., 2009; Marangoni et al., 2012).

O valor da CL₅₀ do extrato de juazeiro sobre *T. ludeni* foi de 3,54% (m/v), considerada muito baixa, pois, geralmente, os extratos aquosos requerem uma concentração maior para causar mortalidade da praga (Siqueira et al., 2014; Maciel et al., 2015; Xavier et al., 2015). Estimaram, ainda, os valores da CL₉₀ = 8,81% (m/v) e da CL₁₀₀ = 9,71% (m/v).

A CL₅₀ foi repelente e altamente tóxica a fêmeas adultas do ácaro, de acordo com o agrupamento toxicológico (Tabela 2). O efeito repelente de extratos vegetais tem sido apontado como uma forma eficiente

Tabela 2. Efeito repelente do extrato aquoso de folhas de juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), na concentração letal para 50% da população testada (CL₅₀), sobre fêmeas adultas do ácaro-vermelho, *Tetranychus ludeni*, em algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) 'BRS 201', bem como agrupamento toxicológico.

Extrato aquoso	Efeito
Concentração CL ₅₀ (m/v) ⁽¹⁾	3,54%
Agrupamento toxicológico ⁽²⁾	Altamente tóxico
Índice de repelência ± desvio-padrão	0,3267±0,6305
Classificação	Repelente

⁽¹⁾m/v, massa/volume. ⁽²⁾O agrupamento do efeito toxicológico do extrato de juazeiro ao ácaro seguiu o modelo de Hassan et al. (1994): inócuo, <25% de mortalidade; levemente tóxico, 25–50%; moderadamente tóxico, 51–75%; e altamente tóxico, >75%. Temperatura, 25±2°C; umidade relativa, 70%±5; e fotofase, 12 horas.

para evitar a infestação de insetos-praga em áreas agrícolas e é uma característica importante para qualquer bioinseticida (Andrade et al., 2013; Xavier et al., 2015).

Outros estudos também relataram a repelência de extratos vegetais em relação a diferentes pragas. O extrato de juazeiro apresentou efeito repelente a fêmeas de *T. bastosi* em pinhão-manso (Xavier et al., 2015) e, também, a *M. tanajoa*, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (Siqueira et al., 2014). Isso indica que substâncias bioativas presentes no juazeiro interferem no comportamento destes ácaros. Em juazeiro, as saponinas e a cafeína têm sido relatadas como os principais compostos secundários presentes nas folhas (Gusman et al., 2008; Siqueira et al., 2014; Xavier et al., 2015). Além disso, outros compostos, como o ácido omealoico, o ácido botulínico, o amido, a vitamina C, os sais minerais e as proteínas já foram isolados (Lima, 1989).

Entretanto, ainda há necessidade de identificar todas as substâncias bioativas sobre o ácaro *T. ludeni* e determinar suas concentrações no extrato aquoso da folha de juazeiro.

O extrato de juazeiro foi eficiente no controle de fêmeas de *T. ludeni*, em todos os períodos de avaliação, os quais não diferiram significativamente entre si (Figura 1). Além disso, o extrato não provocou

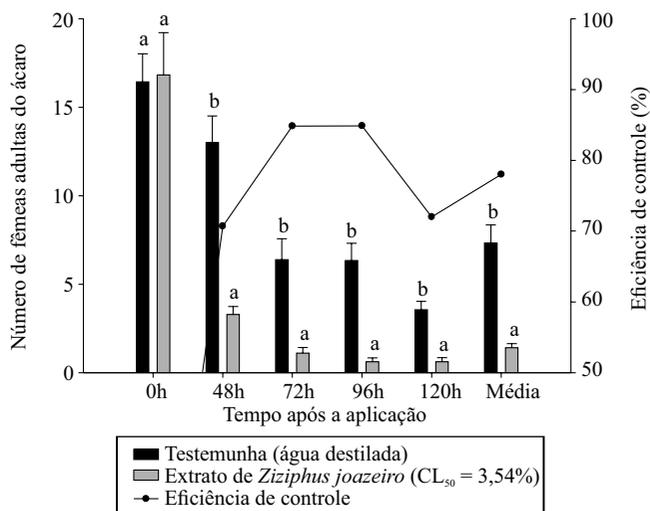


Figura 1. Contagem de fêmeas adultas do ácaro-vermelho, *Tetranychus ludeni*, em folhas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) 'BRS 201', tratadas com extrato aquoso de folhas de juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), bem como eficiência de controle da concentração letal para 50% da população (CL₅₀) (3,54%), em escala de semicampo.

sintomas de fitotoxicidade no algodoeiro 'BRS 201', nas 120 horas após a aplicação, tendo-se obtido a nota 0, caracterizada pela ausência de sintomas nas folhas.

A eficiência dos extratos vegetais para o controle de ácaros é considerada satisfatória quando a mortalidade é superior a 60% e excelente quando esta ultrapassa 80% (Potenza et al., 2006). Desse modo, o extrato de juazeiro foi satisfatório para o controle de *T. ludeni*, com eficiência de controle média de 78,02% por 120 horas. Isso é indicativo de que esse acaricida botânico, se for utilizado de forma correta, pode ser de extrema eficiência no manejo integrado deste inseto-praga.

Os produtos naturais apresentam compostos que se degradam mais rapidamente do que a maioria dos defensivos químicos, o que implica em menor probabilidade de desenvolvimento de resistência em artrópodes-praga, curto efeito residual e baixa toxicidade ao homem (Hincapié et al., 2008; Veronez et al., 2012). Esta baixa persistência pode, ainda, ser maior nos extratos aquosos do que em extratos de outra natureza (Venzon et al., 2008; Marangoni et al., 2012; Veronez et al., 2012), o que explica os resultados observados no presente trabalho. A luz é uma das principais causas de degradação dos agrotóxicos, após aplicação destes no ambiente; tal degradação depende da duração da exposição, da intensidade e do comprimento de onda luminosa, da temperatura, da umidade e da composição química dos agrotóxicos (Yu, 2008).

Os resultados aqui apresentados indicam que o extrato aquoso de folhas de juazeiro é altamente tóxico ao ácaro *T. ludeni*, além de apresentar efeito de repelência e eficiência quanto à mortalidade de fêmeas adultas durante 120 horas, sem ser fitotóxico ao algodoeiro. Assim, considera-se que o extrato é promissor para utilização no manejo integrado deste ácaro, principalmente em cultivos orgânicos e de produtores familiares de algodoeiro.

Conclusão

O extrato aquoso de folhas de juazeiro (*Ziziphora joazeiro*) é altamente tóxico ao ácaro-vermelho, *Tetranychus ludeni*; apresenta efeito repelente e eficiência quanto à mortalidade de fêmeas adultas até 120 horas após a pulverização, com CL₅₀ baixa; e não é fitotóxico ao algodoeiro.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa.

Referências

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925. DOI: 10.1093/jee/18.2.265a.
- ANDRADE, L.H. de; OLIVEIRA, J.V. de; LIMA, I.M. de M.; SANTANA, M.F. de; BREDA, M.O. Efeito repelente de azadiractina e óleos essenciais sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodoeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.628-634, 2013. DOI: 10.1590/S1806-66902013000300027.
- AZEVEDO, F.R.; SANTOS, C.A.M. dos; NERE, D.R.; MOURA, E.S.; GURGEL, L.S. Inseticidas vegetais no controle de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em pomar de goiaba. **Holos**, v.4, p.77-86, 2013. DOI: 10.15628/holos.2013.1362.
- BARRÊTO, A.F.; ARAÚJO, E.; BONIFÁCIO, B.F. Eficiência de extratos de *Agave sisalana* (Perrine) sobre o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch) e ocorrência de fitotoxidez em plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. *γ* *latifolium* Hutch). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.5, p.207-215, 2010.
- BELTRÃO, N.E. de M.; AZEVEDO, D.M.P. de. (Ed.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. 2.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 2v.
- CARVALHO, T.M.B. de; REIS, P.R.; OLIVEIRA, D.F. de; CARVALHO, G.A.; CARVALHO, D.A. de. Avaliação de extratos vegetais no controle de *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) em laboratório. **Coffee Science**, v.3, p.94-103, 2008.
- DEQUECH, S.T.B.; RIBEIRO, L. do P.; SAUSEN, C.D.; EGEWARTH, R.; KRUSE, N.D. Fitotoxicidade causada por inseticidas botânicos em feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em estufa plástica. **Revista da FZVA**, v.15, p.71-80, 2008.
- ESTEVEZ FILHO, A.B.; OLIVEIRA, J.V. de; MATOS, C.H.C. Eficiência residual de acaricidas sintéticos e produtos naturais para *Tetranychus urticae* Koch, em algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, p.583-588, 2013. DOI: 10.5039/agraria.v8i4a3073.
- ESTEVEZ FILHO, A.B.; OLIVEIRA, J.V.; TORRES, J.B.; GONDIM JR, M.G.C. Biologia comparada e comportamento de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) em algodoeiro Bollgard™ e isolinha não-transgênica. **Neotropical Entomology**, v.39, p.338-344, 2010. DOI: 10.1590/S1519-566X2010000300005.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- GUSMAN, G.S.; BITTENCOURT, A.H.C.; VESTENA, S. Alelopatia de *Baccharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e desenvolvimento de espécies cultivadas. **Acta Scientiarum**.

- Biological Sciences**, v.30, p.119-125, 2008. DOI: 10.4025/actasciobiolsci.v30i2.3592.
- HASSAN, S.A.; BIGLER, F.; BOGENSCHÜTZ, H.; BOLLER, E.; BRUN, J.; CALIS, J.N.M.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HELYER, N.; HOKKANEN, H.; LEWIS, G.B.; MANSOUR, F.; MORETH, L.; POLGAR, L.; SAMSOE-PETERSEN, L.; SAUPHANOR, B.; STÄUBLI, A.; STERK, G.; VAINIO, A.; VAN DE VEIRE, M.; VIGGIANI, G.; VOGT, H. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the iobc/wprs-working group: pesticides and beneficial organisms. **Entomophaga**, v.39, p.107-119, 1994. DOI: 10.1007/BF02373500.
- HINCAPIÉ, C.A.; LÓPEZ, G.E.; TORRES CH., R. Comparison and characterization of garlic (*Allium sativum* L.) bulbs extracts and their effect on mortality and repellency of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.68, p.317-327, 2008. DOI: 10.4067/S0718-58392008000400001.
- KOGAN, M.; GOEDEN, R.D. The host-plant range of *Lema trilineata daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.63, p.1175-1180, 1970. DOI: 10.1093/aesa/63.4.1175.
- LIMA, D.A. **Plantas da Caatinga**. Rio de Janeiro: A Tribuna dos Santos, 1989. 243p.
- LUCINI, T.; SCABENI, C.; DEDORDI, C.; HIROSE, E.; SHIOMI, H.F. Efeito de extrato aquoso de *Capsicum baccatum* na mortalidade e oviposição de *Tetranychus ludeni* (Acari: Tetranychidae). **Scientia Agraria**, v.11, p.355-358, 2010.
- MACIEL, A.G.S.; RODRIGUES, J.S.; TRINDADE, R.C.P.; SILVA, E.S.; SANT'ANA, A.E.G.; LEMOS, E.E.P. Effect of *Annona muricata* L. (1753) (Annonaceae) seeds extracts on *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). **African Journal of Agricultural Research**, v.10, p.4370-4375, 2015. DOI: 10.5897/AJAR2015.10201.
- MARANGONI, C.; MOURA, N.F. de; GARCIA, F.R.M. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. **Revista de Ciências Ambientais**, v.6, p.95-112, 2012.
- MARTINS, M.C.; GUERZONI, R.A.; CÂMARA, G.M. de S.; MATTIAZZI, P.; LOURENÇO, S.A.; AMORIM, L. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.119-184, 2004. DOI: 10.1590/s0100-41582004000200009.
- MATOS, C.H.C.; PALLINI, A.; VENZON, M.; FREITAS, R.C.P. de; REZENDE, D.D.M.; SCHOEREDER, J.H. Os tricomas de *Capsicum* spp. interferem nos aspectos biológicos do ácaro-branco, *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae)? **Neotropical Entomology**, v.38, p.589-594, 2009. DOI: 10.1590/S1519-566X2009000500005.
- MORAES, G.J. de; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de acarologia**: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 306p.
- OLIVEIRA, A.K. de; DIÓGENES, F.É.P.; COELHO, M. de F.B.; MAIA, S.S.S. Alelopatia em extratos de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. - Rhamnaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.23, p.1186-1189, 2009. DOI: 10.1590/S0102-33062009000400029.
- PONTES, W.J.T.; OLIVEIRA, J.C.S. de; CÂMARA, C.A.G. da; GONDIM JUNIOR, M.G.C.; OLIVEIRA, J.V. de; SCHWARTZ, M.O.E. Atividade acaricida dos óleos essenciais de folhas e frutos de *Xylopiya sericea* sobre o ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch). **Química Nova**, v.30, p.838-841, 2007. DOI: 10.1590/S0100-40422007000400015.
- POTENZA, M.R.; GOMES, R.C.O.; JOCYS, T.; TAKEMATSU, A.P.; RAMOS, A.C.O. Avaliação de produtos naturais para o controle de ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) em casa de vegetação. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, p.455-459, 2006.
- SIQUEIRA, F.F. da S.; OLIVEIRA, J.V. de; FERRAZ, C.S.; OLIVEIRA, C.R.F. de; MATOS, C.H.C. Atividade acaricida de extratos aquosos de plantas de Caatinga sobre o ácaro verde da mandioca. **Revista Caatinga**, v.27, p.109-116, 2014.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. São Paulo: Artmed, 2006.
- VENZON, M.; ROSADO, M.C.; MOLINA-RUGAMA, A.J.; DUARTE, V.S.; DIAS, R.; PALLINI, A. Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). **Crop Protection**, v.27, p.869-872, 2008. DOI: 10.1016/j.cropro.2007.10.001.
- 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**, v.47, p.511-518, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000400006.
- 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.; MATOS, C.H.C.; OLIVEIRA, C.R.F.; SÁ, M.G.R.; SAMPAIO, G.R.M. Toxicidade e repelência de extratos de plantas da Caatinga sobre *Tetranychus bastosi* Tutler, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) em pinhão-manso. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, p.790-797, 2015. DOI: 10.1590/1983-084X/14_063.
- YANAR, D.; KADIOGLU, I.; GÖKÇE, A. Acaricidal effects of different plant parts extracts on two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). **African Journal of Biotechnology**, v.10, p.11745-11750, 2011.
- YU, S.J. **The toxicology and biochemistry of insecticides**. Boca Raton: CRC Press, 2008. 276p.