

Produtos Alternativos para Controle de *Thaumastocoris peregrinus* e Indução de Resistência em Plantas

Grasielle Adriane Toscan Lorencetti¹, Sérgio Miguel Mazaro², Michele Potrich³,
Everton Ricardi Lozano³, Leonardo Rodrigues Barbosa⁴, Daiane Luckmann⁵,
Sidinei Dallacort⁶

¹Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR,
Pato Branco/PR, Brasil

²Coordenação de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Dois Vizinhos/PR, Brasil

³Coordenação de Ciências Biológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Dois Vizinhos/PR, Brasil

⁴Centro Nacional de Pesquisa de Florestas – Embrapa Florestas, Colombo/PR, Brasil

⁵Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE,
Marechal Cândido Rondon/PR, Brasil

⁶Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Dois Vizinhos/PR, Brasil

RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar o efeito inseticida de produtos alternativos sobre *Thaumastocoris peregrinus*, bem como o potencial em atuar no processo de indução de resistência em plantas. Folhas de *Eucalyptus camaldulensis* foram imersas na solução dos produtos Orobor[®], Topneem[®], Rotenat[®], Rotenat CE[®], Baicao[®], Compostonat[®], Pironat[®], Assist[®], Extrato de Alho e Calda Bordalesa. Posteriormente, foram transferidas para tubos contendo 10 adultos de *T. peregrinus*, avaliando-se diariamente o número de insetos mortos. Os produtos que apresentaram efeito inseticida foram testados quanto ao seu potencial como indutores de resistência, avaliando-se em cotilédones de soja a síntese da fitoalexina gliceolina (pterocarpanoide) e a ativação da rota dos fenilpropanoides pela atividade da enzima fenilalanina amônia-liase. Água foi utilizada como testemunha e quitosana (1%) como indutor de referência. Rotenat[®], Compostonat[®], Rotenat CE[®] e Topneem[®] apresentaram efeito inseticida; destes Rotenat CE[®] e Topneem[®] apresentaram potencial como indutores de resistência, expressando valores significativos de fitoalexinas e atividade da FAL (fenilalanina-amônia-liase).

Palavras-chave: percevejo bronzeado do eucalipto, efeito inseticida, fenilalanina amônia-liase.

Alternative Products for *Thaumastocoris peregrinus* Control and Resistance Induction in Plants

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of alternative insecticide on *Thaumastocoris peregrinus*, as well as the potential to act in the resistance induction process in plants. Leaves of *Eucalyptus camaldulensis* were immersed in the solution of Orobor[®], Topneem[®], Rotenat[®], Rotenat CE[®], Baicao[®], Compostonat[®], Pironat[®], Assist[®], garlic extract and bordeaux mixture. They were subsequently transferred to tubes containing 10 adults of *T. peregrinus*, assessing daily the number of dead insects. The products with insecticidal effect were tested for their potential to induce resistance, evaluating the synthesis of the phytoalexin glyceollin (pterocarpanoide) and phenylpropanoids route activation in soybean cotyledons by the enzyme phenylalanine

ammonia-lyase. We used water as control and chitosan (1%) as an inductor of reference. Rotenat[®], Compostonat[®], Rotenat CE[®] and Topneem[®] showed insecticidal effect while Rotenat CE[®] and Topneem[®] showed potential as resistance inducers, expressing significant amounts of phytoalexins and activity of PAL (phenylalanine ammonia-lyase).

Keywords: bronzed bug, insecticidal effect, phenylalanine ammonia-lyase.

1. INTRODUÇÃO

O percevejo bronzeado, *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero e Dellapé, 2006 (Hemiptera: Thaumastocoridae), é um inseto que se alimenta da seiva das folhas de várias espécies de *Eucalyptus*. Esse comportamento causa secamento e a queda das folhas, diminuindo a área fotossintética da planta e comprometendo o seu desenvolvimento (Jacobs & Naser, 2005).

Na Austrália, o controle químico de *T. peregrinus* é realizado com a utilização do inseticida Imidacloprid (SilvaShield[®]; Bayer Environmental Science). O uso racional, em curto prazo, tem efeito positivo com redução significativa nas populações de *T. peregrinus* (Noack et al., 2009). No entanto, em uma perspectiva de utilização continuada, além de propiciar a seleção de populações de insetos resistentes, os resultados para a sociedade e para o ambiente podem ser negativos, devido à toxicidade e efeito químico residual. Frente à preocupação com esses problemas, empresas florestais que buscam práticas sustentáveis passaram a investir no manejo integrado, dando preferência ao controle biológico, alternativo e cultural, com produtos seletivos e menos tóxicos ao homem e ao ambiente.

No controle alternativo tem-se pesquisado produtos, conhecidos como produtos naturais ou alternativos, à base de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) (EMBRAPA, 2006), timbó (*Derris* sp.) (Bueno et al., 2008; Almeida, 2010), extratos vegetais e óleos essenciais de diversas plantas para o controle de insetos considerados pragas de importância florestal (Jung et al., 2013). Pesquisas sobre *T. peregrinus* ainda são recentes, entretanto, trabalhos com insetos da mesma ordem (Hemiptera) vêm sendo desenvolvidos e com resultados promissores.

Nesse sentido, extratos vegetais de espirradeira branca (*Nerium oleander*), timbó (*Derris amazonica*) e canudo (*Ipomoea carnea*), entre outros, foram testados e classificados como tóxicos a *Bemisia tabaci* Gennadius, 1889 (Hemiptera: Aleyrodidae), causando mais de 50% de mortalidade nos testes por contato (Jesus et al., 2013). Em campo experimental,

os extratos de mamona (*Ricinus communis* L.), tingui (*Mascagnia rígida* Griseb), canudo (*I. carnea*) e o óleo de nim causaram mais de 70% de controle de ninfas de *B. tabaci* (Lima et al., 2013).

O uso de produtos naturais ou alternativos e extratos vegetais também pode contribuir para a proteção da planta contra o ataque de patógenos, por meio da ativação de mecanismos de defesa (Camatti-Sartori et al., 2011; Medeiros et al., 2013). Trabalhos desenvolvidos com extrato obtido a partir de plantas medicinais da flora nativa têm demonstrado o potencial das mesmas no controle de fitopatógenos e indução de fitoalexinas, indicando a presença de compostos com características elicitoras (Schwan-Estrada et al., 2000). Elicitores são moléculas capazes de ativar mecanismos de defesas nas plantas, e são ativados pelo tratamento com agentes bióticos ou abióticos, de natureza inorgânica, orgânica ou sintética, atuando como indutores de resistência (Sticher et al., 1997).

Os mecanismos de defesa da planta podem ser estruturais, como papilas, lignificações e tiloses, ou bioquímicos, como o acúmulo de fitoalexinas e de proteínas relacionadas à patogênese (Pascholati & Leite, 1994). Em soja, a fitoalexina gliceolina (pterocarpanoide) é importante na interação com fitopatógenos, sendo que a utilização de cotilédones de soja é empregada como padrão, atuando como ferramenta para estudos envolvendo ação elicitora de moléculas de origem biótica e abiótica (Schwan-Estrada et al., 2000).

Nos sistemas de produção alternativa são utilizados diversos produtos para o controle de pragas, para melhorar a nutrição, para evitar a incidência de doenças e, recentemente, como ativadores de mecanismos de resistência vegetal. Até o momento, não existem relatos sobre o emprego desses produtos para o controle de *T. peregrinus* e suas prováveis atuações sobre os mecanismos de defesa de plantas de *Eucalyptus*. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial dos produtos alternativos, Orobor[®], Topneem[®], Rotenat[®], Rotenat CE[®], Baicao[®], Compostonat[®], Pironat[®], Assist[®], Extrato de Alho e Calda Bordalesa,

no controle de *T. peregrinus* e a capacidade de atuação sobre a indução de mecanismos de defesa em plantas, utilizando como indicador, cotilédones de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *Campus* de Dois Vizinhos - PR.

A partir do delineamento experimental inteiramente casualizado, foram desenvolvidos dois experimentos: para o experimento de avaliação do efeito inseticida dos produtos foram 11 tratamentos (10 produtos comerciais + testemunha), sendo a unidade experimental composta por um tubo de vidro, de 2,5 cm de diâmetro, com 10 insetos adultos, em seis repetições; para o experimento de avaliação de indução de resistência foram utilizados seis tratamentos (quatro produtos comerciais + quitosana + testemunha), com quatro repetições.

2.1. *T. peregrinus* e produtos alternativos

Os insetos matrizes de *T. peregrinus* foram fornecidos pela Embrapa Florestas de Colombo, Paraná, mantidos em gaiola de vidro revestida por tecido tipo *voil* e alimentados com ramos de *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus camaldulensis*. Os buquês com os ramos

foram trocados sempre que apresentavam aspecto visual de murchamento e/ou secamento, e a água dos buquês reposta diariamente.

Os produtos alternativos comerciais foram utilizados nas doses recomendadas pelos fabricantes ou descritas na literatura (Tabela 1). No tratamento testemunha foi aplicada água destilada esterilizada.

2.2. Efeito inseticida dos produtos alternativos sobre *T. peregrinus*

Para este bioensaio, os tratamentos (produtos) foram preparados em recipientes de vidro tipo becker, utilizando água destilada esterilizada. Folhas de *E. camaldulensis* sadias e com tamanho e tonalidade aproximadas foram recortadas com comprimento de cinco centímetros a partir da região entre o pecíolo e a base da folha, todas com largura média superior entre 3,5 a 4,0 cm. As folhas foram mergulhadas na solução do tratamento e, após secarem em câmara de fluxo laminar, foram transferidas para tubos de vidro contendo 10 insetos adultos cada. Os frascos foram mantidos em câmara climatizada por cinco dias à 26 ± 2 °C, U.R. de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

As avaliações foram diárias, retirando-se os insetos mortos. As médias foram comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis à 5% de probabilidade pelo programa BioEstat 5.0® (Ayres et al., 2007). Os produtos que

Tabela 1. Produtos alternativos avaliados para o controle de *T. peregrinus* em laboratório.

Table 1. Alternative products assessed for the control of *T. peregrinus* in laboratory.

Nome comercial	Produto	Uso	Conc. em 100 mL de H ₂ O	Empresa fabricante
Assist®	Óleo mineral	INS	0,1 ml	Basf
Baicao®	Fertilizante foliar mineral misto	INS	0,15 ml	Natural Rural
Calda Bordalesa	Composto de sulfato de cobre (II), cal hidratada ou cal virgem e água.	INS/ FUN/ BAC/ NEM	Não diluir	Fabricação caseira
Compostonat®	Óleo de <i>Nim</i> , pimenta-longa, alho, timbó, gerânio e outros extratos	INS	0,1 ml	Natural Rural
Extrato de Alho	Extrato de Alho (<i>Allium sativum</i>)	INS	0,3 ml	Natural Rural
Orobor®	Óleo da casca da laranja (<i>Citrus sinensis</i>).	FER	0,5 ml	Oro Agri
Pironat®	Extrato Pirolenhoso bruto + 100 substâncias químicas	INS	0,1 ml	Natural Rural
Rotenat®	Extrato de timbó (<i>Derris</i> sp.)	INS	0,6 ml	Natural Rural
Rotenat CE®	Extrato de timbó (<i>Derris</i> sp.)	INS	0,6 ml	Natural Rural
Topneem®	Óleo de nim (<i>Azadirachta indica</i>) e outros compostos	INS/ FUN/ BAC/ NEM	1 ml	A.P. Orgânica
---	Testemunha (água destilada esterilizada)	---	---	---

Conc.= Concentração Recomendada. INS= Inseticida; FUN=Fungicida; BAC=Bactericida; NEM= Nematicida.

apresentaram efeito inseticida sobre *T. peregrinus* foram testados quanto ao potencial como indutores de resistência.

2.3. Indução de fitoalexinas

Para os testes de indução de resistência, foram utilizadas sementes de soja cultivar COODETEC 205, semeadas em bandejas plásticas contendo areia autoclavada e mantidas na temperatura de 25 ± 4 °C por nove dias para emergência das plântulas. Os cotilédones foram então removidos e lavados com água destilada. Efetuou-se um corte superficial na face abaxial dos cotilédones sendo depositado sobre este 40 µL do tratamento. Como tratamentos foram utilizados os produtos que apresentaram efeito inseticida no bioensaio anterior (Topneem[®], Rotenat CE[®], Rotenat[®], Compostonat[®]). A quitosana foi utilizada como indutor de referência, pelo potencial de indução de resistência da mesma já comprovado na literatura. A quitosana foi dissolvida em ácido acético (1%), seguindo diluição com água destilada até obter a concentração de 1% (v/v).

Após aplicação dos tratamentos, os cotilédones foram pesados e colocados em placas de Petri[®] (de 8,0 cm de diâmetro) (quatro por placa) forradas com disco de papel filtro umedecido, sendo mantidas em câmara climatizada tipo BOD (26 ± 2 °C e U.R. $70 \pm 10\%$), sem fotoperíodo. Após o período de 20 horas, os cotilédones foram retirados das placas e colocados em tubos de plásticos, com capacidade de 20 mL, contendo 15 mL de água destilada, e então, esses tubos foram submetidos a agitação magnética por uma hora para a extração de gliceolina. A solução foi filtrada e a absorbância determinada em espectrofotômetro (NOVATÉCNICA, modelo UV – SP 2000 Spectrum a 285 nm).

2.4. Quantificação de proteínas

Determinou-se o teor de proteína solúvel calorimetricamente pelo método descrito por Bradford (1976). Para cada tratamento, amostras de 0,5 g de cotilédones, resultantes dos tratamentos de quantificação de fitoalexinas, foram maceradas em almofariz com 5 mL da solução tampão Fosfato 0,2 Molar pH 7,5, obtendo assim o extrato enzimático. Este foi colocado em microtubos, com capacidade de 2 mL, devidamente identificados e centrifugados durante 10 minutos a 12000 rpm e a 4 °C. Retirou-se 40 µL do extrato sobrenadante, adicionou-se 460 µL de água destilada

e 2 mL do reagente Bio-Rad diluído (1:4) em tubos de ensaio. Estes foram agitados em vórtex e a solução disposta em cubeta para leitura em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 630 nanômetros (nm), utilizando soro albumina bovina como padrão.

2.5. Atividade da fenilalanina amônia-ase (FAL)

Amostras de 0,5 g de cotilédone de soja foram transferidas para almofariz de porcelana previamente gelado. Acrescentou-se 3,0 mL do tampão de extração, a 4 °C, e macerou-se a mistura completamente. O extrato obtido foi colocado em microtubos, com capacidade de 2 mL, devidamente identificados. Os tubos foram centrifugados a 12000 rpm por um período de 10 minutos a 4 °C. Retirou-se 200 µL do sobrenadante e colocou-se, em tubos de ensaio, acrescentando 5 mL do tampão de extração (22,2 g de Tris, 0,37 g de EDTA – ácido etileno-diamono-tetracético, 85,5 g de sacarose, 10 g de PVP – polivinilpirrolidona, completado 1000 mL com água destilada). Ajustou-se o pH para 8,0 com ácido clorídrico 2,0 N. Avaliou-se a atividade enzimática da FAL com base na diferença de absorbância resultante da conversão da fenilalanina em ácido trans-cinâmico (Hyodo et al., 1978). Para isso, pipetou-se 1,5 mL de cada extrato enzimático da amostra anterior para tubo de ensaio, acrescentou-se 1,0 mL do tampão de extração e 0,5 mL de fenilalanina (49,6 mg/mL) e água destilada na prova em “branco”. Os tubos de ensaio foram incubados a 40 °C durante uma hora, interrompendo-se a reação com banho de gelo. As amostras foram transferidas para cubeta de vidro e realizadas as leituras em espectrofotômetro a 290 nm. Os valores foram expressos em atividade enzimática sendo UAbs/min/mg proteínas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Efeito inseticida dos produtos alternativos sobre *T. peregrinus*

O produto Rotenat[®] provocou maior mortalidade em *T. peregrinus*, com 94,4%. Este, no entanto, não diferiu dos produtos Compostonat[®], com 86,7%, Rotenat CE[®], com 61,1%, e Topneem[®], com 52,8% de mortalidade. Os demais produtos não diferiram da testemunha quanto à mortalidade de *T. peregrinus* (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem média de mortalidade (\pm EP) de *T. peregrinus* ocasionada por produtos alternativos.**Table 2.** Mean percentage mortality (\pm SE) of *T. peregrinus* caused by alternative products.

Produtos alternativos	Mortalidade média (%) *
Rotenat®	94,5 \pm 5,55 a
Compostonat®	72,2 \pm 15,91 ab
Rotenat CE®	61,1 \pm 11,10 abc
Topneem®	52,8 \pm 6,70 abcd
Baicao®	38,9 \pm 10,24 bcde
Assist®	30,6 \pm 6,68 bcde
Calda bordalesa	22,2 \pm 3,50 cde
Pironat®	19,5 \pm 5,10 de
Extrato de alho	16,7 \pm 11,39 e
Testemunha	13,9 \pm 6,68 e
Orobor®	8,3 \pm 5,69 e
P	< 0,001

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$).

O Rotenat® é um inseticida natural composto pelo extrato da planta timbó *Derris* sp., rica em rotenona. A rotenona apresenta atividade inseticida sobre operárias de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) (Bueno et al., 2008), porém, com baixo potencial inseticida sobre o psilídeo *Euphalerus clitoriae* (Hemiptera: Psyllidae), ocasionando 11,6% de mortalidade na dose recomendada pelo fabricante (produto Forth Defende, com rotenona 5%) (Almeida, 2010). Já o extrato aquoso de *Derris amazonica* Killip apresenta comprovado efeito inseticida e deterrente sobre o pulgão *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) (Filgueiras et al., 2011).

O óleo de nim, presente nos produtos Topneem® e Compostonat®, apresenta eficácia comprovada para hemípteros como os pulgões *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *M. persicae* (Carvalho et al., 2008). Estima-se que até 1995, cerca de 400 espécies de insetos foram relatadas como sensíveis a algum tipo de ação do nim (EMBRAPA, 2006). O nim pode apresentar efeito ovicida, larvicida e/ou deterrente sobre os insetos, além de provocar atraso no crescimento, redução da fecundidade e fertilidade e indução de deformidades (EMBRAPA, 2006). Apesar do largo campo de atuação desse óleo e dos resultados apresentados neste estudo, testes adicionais devem ser realizados com produtos à base de nim, para avaliar sua eficácia, uma vez que o Topneem® apresenta outros componentes em

sua fórmula, que podem ter sido essenciais para a mortalidade de *T. peregrinus*.

Os estudos sobre *T. peregrinus* estão concentrados nos últimos cinco anos, após a descrição da espécie como praga de eucalipto. Nesse sentido, são poucos os trabalhos publicados sobre o monitoramento e/ou métodos de controle. Segundo Nadel & Noack (2012) o controle químico é efetivo em áreas urbanas, sendo que o controle biológico utilizando *Cleruchoideis noackae* (Hymenoptera: Mymaridae) é um dos principais focos do manejo em vários países. Embora o foco do manejo seja no controle biológico com a utilização de parasitoides, pesquisas na área do controle alternativo de *T. peregrinus* têm sido estimuladas.

Assim, a utilização de produtos alternativos pode ser uma estratégia promissora, que vem para somar-se ao controle biológico. Deve-se destacar, no entanto, a importância da realização de testes de seletividade desses produtos sobre os parasitoides, em especial *C. noackae*, e sobre os fungos entomopatogênicos de ocorrência natural no campo e/ou que venham a ser aplicados, para que a utilização possa ser eficaz.

3.2. Potencial dos produtos quanto à indução de resistência em plantas

Os produtos avaliados demonstraram que além do potencial inseticida podem apresentar ação na indução de resistência em plantas. Os produtos Topneem® e Rotenat CE® apresentaram ação na indução da fitoalexina gliceolina em cotilédones de soja e na atividade da FAL, diferindo da testemunha, mas não diferindo dos produtos Rotenat® e Compostonat® (Tabela 3).

Dentre as vantagens do Topneem®, o qual possui em sua composição principal o óleo de nim, estão a característica de atividade sistêmica; a eficiência em baixas concentrações; a baixa toxicidade a mamíferos; e a menor probabilidade de desenvolvimento de resistência em insetos pela ocorrência de um complexo de princípios ativos (Vendramim & Castiglioni, 2000). O Rotenat CE tem ação comprovada na bioproteção natural nos vegetais e animais, o que justifica o efeito observado pelo produto na indução de fitoalexinas e no aumento da atividade da FAL.

A resposta positiva na síntese de fitoalexinas e o aumento da atividade da FAL, pelo uso destes produtos, despertam para a importância de estudos mais aprofundados que envolvam patossistemas de interesse

Tabela 3. Absorbância de fitoalexina gliceolina, proteínas e atividade da enzima FAL em cotilédones de soja sob a ação dos produtos alternativos.

Table 3. Absorbance of phytoalexin glyceollin, protein and enzyme activity of PAL in soybean cotyledons under the action of alternative products.

Tratamento	Fitoalexinas *	Proteínas **	Atividade enzima FAL (10 ⁻³)***
Quitosana	0,3688 ± 0,0302 a	6,54 ± 0,47a	2,973 ± 0,135 a
Topneem®	0,0838 ± 0,0237 b	6,23 ± 0,24 a	0,714 ± 0,239 b
Rotenat CE®	0,0710 ± 0,0153 b	5,30 ± 0,34 a	0,754 ± 0,239 b
Rotenat®	0,0615 ± 0,0281 bc	6,25 ± 0,57 a	0,547 ± 0,226 bc
Compostonat®	0,0513 ± 0,0121 bc	5,15 ± 0,69 a	0,584 ± 0,082 bc
Testemunha	0,0230 ± 0,0024 c	5,83 ± 0,35 a	0,167 ± 0,012 c
P	0,009	0,253	0,033

* Absorbância (286 nm)/grama de peso fresco. ** mg/grama de peso fresco. *** UAbs/min/mg proteína. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan (p > 0,05)

agrícola ou florestal, com determinação da forma de ação dessas fitoalexinas, pois podem agir diretamente sobre fungos, incluindo granulação citoplasmática, desorganização dos conteúdos celulares, ruptura da membrana plasmática e inibição de enzimas fúngicas, refletindo na inibição da germinação, alongação do tubo germinativo e redução ou inibição do crescimento micelial (Cavalcanti et al., 2005). Da mesma forma, a atividade da FAL está relacionada com a resistência de plantas à defesa vegetal, pois é uma enzima-chave na rota dos fenilpropanoides, estando diretamente ligada à produção de compostos de defesa do metabolismo secundário (Mazaró et al., 2009).

Possivelmente, esses produtos possuem em seus ingredientes ativos substâncias que fazem com que as plantas obtenham a percepção de sinais e ativem rotas de defesa vegetal como ativação de proteínas G, aumento no fluxo de íons através da membrana plasmática, atividade de quinases e fosfatases, e a produção de mensageiros secundários (Leite et al., 1997; Cavalcanti et al., 2005), ativando rotas metabólicas como a dos fenilpropanoides e síntese de fitoalexinas. Tais resultados abrem a possibilidade de novos estudos relacionados à ação desses produtos na ativação de outras rotas de defesa vegetal, como as proteínas relacionadas à patogenicidade (PRPs), entre elas as quitinases e β-1,3-glucanase.

A quitosana, utilizada como indutor de referência/padrão, como já observado em outro trabalho (Mazaró et al., 2008), induziu as fitoalexinas e atividade da FAL em cotilédones de soja e demonstrou ser um bom produto para ser utilizado como indutor de referência. A quitosana atua na transcrição e tradução

de genes de defesa, ativação de proteínas relacionadas à patogenicidade (Sathiyabama & Balasubramanian, 1998), altera o metabolismo das fitoalexinas (Terry & Joyce, 2004), ativa a FAL e, conseqüentemente, a formação de compostos fenólicos (Bautista-Baños et al., 2006).

Em relação ao teor de proteínas não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3). Tais resultados demonstram que os produtos não possuem ação direta sobre os níveis de proteínas totais, o que caracteriza não ocorrer perdas metabólicas, com diminuição dos níveis de proteínas, para síntese de metabólitos de defesa vegetal.

Na testemunha, na qual se aplicou água, ocorreu uma pequena produção de fitoalexinas, possivelmente induzidas pela lesão mecânica realizada nos cotilédones, sendo que as fitoalexinas são metabólitos secundários, antimicrobianos, produzidos pela planta em resposta a estresses físicos, químicos ou biológicos (Cavalcanti et al., 2005).

4. CONCLUSÕES

Os produtos Rotenat®, Compostonat®, Rotenat CE® e Topneem® apresentam efeito inseticida sobre *Thaumastocorris peregrinus*, enquanto Rotenat CE® e Topneem® apresentaram, ainda, potencial como indutores de resistência, expressando valores elevados de fitoalexinas e atividade da FAL.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 18 nov., 2013

Aceito: 7 jul., 2015

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDENCIA

Michele Potrich

Coordenação de Ciências Biológicas,
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
UTFPR, Estrada para Boa Esperança, Km 04, CEP
85660-000, Dois Vizinhos, PR, Brasil
e-mail: michelepotrich@utfpr.edu.br

REFERÊNCIAS

Almeida MN. Eficiência de um inseticida botânico no controle de ninfas de *Euphalerus Clitoriae* (Hemiptera: Psyllidae). *Revista Controle Biológico* 2010; 2(1): 17-21.

Ayres M, Ayres M Jr, Ayres DL, Santos AS. *BioEstat: aplicação estatística nas áreas das ciências bio-médicas*. Belém; 2007.

Bautista-Baños S, Hernandez-Lauzardo AN, Velazquez-Del Valle MG, Hernandez-Lopez M, Ait Barka E, Bosquez-Molina E et al. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 2006; 25(2): 108-118. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2005.03.010>.

Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry* 1976; 72(1-2): 248-254. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3). PMID:942051.

Bueno FC, Ceccato M, Reiss IC, Mathias MIC, Bueno OC. Toxicidade da Rotenona para operárias de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). In: *Anais XXII Congresso Brasileiro de Entomologia* [online]; 2008 [citado em 2013 Jan 10]; Uberlândia. Disponível em: [http://www.seb.org.br/eventos/cbe/xxiicbe/verartigo.asp?cod=P911&titulo=TOXICIDADE%20DA%20ROTENONA%20PARA%20OPER%CIRIAS%20DE%20%3CI%3EATTA%20SEXDENS%20RUBROPILOSA%3C/I%3E%20\(HYMENOPTERA:%20FORMICIDAE\)](http://www.seb.org.br/eventos/cbe/xxiicbe/verartigo.asp?cod=P911&titulo=TOXICIDADE%20DA%20ROTENONA%20PARA%20OPER%CIRIAS%20DE%20%3CI%3EATTA%20SEXDENS%20RUBROPILOSA%3C/I%3E%20(HYMENOPTERA:%20FORMICIDAE))

Camatti-Sartori V, Magrini FE, Crippa LB, Marchett C, Venturin L, Silva-Ribeiro RT. Avaliação *in vitro* de extratos vegetais para o controle de fungos patogênicos de flores. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2011; 6(2): 117-122.

Carvalho GA, Santos NM, Pedroso EC, Torres AF. Eficiência do óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de *Brevicoryne brassicae* (linnaeus, 1758) e *Myzus persicae* (sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em couve-manteiga *Brassica oleracea* linnaeus Var. *Acephala*. *Arquivos do Instituto Biológico* 2008; 75(2): 181-186.

Cavalcanti LS, Brunelli KR, Stangarlin JR. Aspectos bioquímicos e moleculares da resistência induzida. In: Cavalcanti LS, Di Piero RM, Cia P, Pascholati SF, Resende MLV, Romero RS, editores. *Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos*. Piracicaba: FEALQ; 2005.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. *Usos e aplicações do nim (Azadirachta indica)* [online]. Cruz das Almas; 2006 [citado em 2013 Jan 10]. Cartilha informativa. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/cartilha/cartilha_nim_2006.pdf.

Filgueiras CC, Farias PRS, Cardoso MG, Vendramim JD, Ramos EMLS, Cantão FRO. Bioactivity of aqueous extracts of *Clibadium sylvestre* (Aubl.) Baill. and *Derris amazonica* Killip on the aphid *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae). *Ciência e Agrotecnologia* 2011; 35(6): 1059-1066. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600004>.

Hyodo H, Kuroda H, Yang SF. Induction of phenylalanine ammonia-lyase and increase in phenolics in lettuce leaves in relation to the development of russet spotting caused by ethylene. *Plant Physiology* 1978; 62(1): 31-35. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.62.1.31>. PMID:16660463.

Jacobs DH, Nesar S. *Thaumastocoris australicus* Kirkaldy (Heteroptera: Thaumastocoridae): a new insect arrival in South Africa, damaging to *Eucalyptus* trees. *South African Journal of Science* 2005; 101: 233-236.

Jesus SCP, Mendonça FAC, Moreira JOT. Atividade Inseticida e modos de ação de extratos vegetais sobre mosca branca (*Bemisia tabaci*). *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente* 2013; 6(1): 117-134.

Jung PH, Silveira AC, Nieri EM, Potrich M, Silva ERL, Refatti M. Atividade inseticida de *Eugenia uniflora* L. e *Melia azedarach* L. sobre *Atta laevigata* Smith. *Floresta e Ambiente* 2013; 20(2): 191-196. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2013.015>.

Leite B, Roncato LDB, Pascholati SF, Lambais MR. Reconhecimento e transdução de sinais moleculares em interações planta-fungos patogênicos. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 1997; 5: 235-280.

Lima BMFV, Moreira JOT, Aragão CA. Avaliação de extratos vegetais no controle de mosca-branca, *Bemisia tabaci* biótipo B em abóbora. *Revista Ciência Agronômica* 2013; 44(3): 622-627. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000300026>.

Mazaro SM, Citadin I, Gouvêa A, Luckmann D, Guimarães SS. Indução de fitoalexinas em cotilédones de soja em resposta a derivados de folhas de pitangueira. *Ciência Rural* 2008; 38(7): 1824-1829. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000700004>.

Mazaro SM, Wagner A Jr, Santos I, Citadin I, Possenti JC, Gouvêa A. Controle do tombamento de plântulas de beterraba e tomate pelo tratamento de sementes com quitosana. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2009; 44(11): 1424-1430. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100008>.

Medeiros JGF, Araujo AC No, Medeiros DS, Nascimento LC, Alves EU. Extratos vegetais no controle de patógenos

em sementes de *Pterogyne nitens* Tul. *Floresta e Ambiente* 2013; 20(3): 384-390.

Nadel RL, Noack AE. Current understanding of the biology of *Thaumastocoris peregrinus* in the quest for a management strategy. *International Journal of Pest Management* 2012; 58(3): 257-266. <http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2012.659228>.

Noack AE, Kaapro J, Bartimote-Aufflick K, Mansfield S, Rose HA. Efficacy of Imidacloprid in the control of *Thaumastocoris peregrinus* on *Eucalyptus scoparia* in Sydney, Australia. *Arboriculture & Urban Forestry* 2009; 35(4): 192-196.

Pascholati SF, Leite B. Mecanismos bioquímicos de resistência às doenças. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 1994; 2: 1-51.

Sathiyabama M, Balasubramanian R. Chitosan induces resistance components in *Arachis hypogaea* against leaf rust caused by *Puccinia arachidis* Speg. *Crop Protection*

1998; 17(4): 307-313. [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(98\)00017-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(98)00017-9).

Schwan-Estrada KRF, Stangarlin JR, Cruz MES. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. *Floresta* 2000; 30(1-2): 129-137.

Sticher L, Mauch-Mani B, Métraux JP. Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology* 1997; 35(1): 235-270. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.phyto.35.1.235>. PMID:15012523.

Terry LA, Joyce DC. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. *Postharvest Biology and Technology* 2004; 32(1): 1-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.09.016>.

Vendramim JD, Castiglioni E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: Guedes JC, Costa ID, Castiglioni E. *Bases e técnicas do manejo de insetos*. Santa Maria: UFSM: CCR: DFS; 2000.